

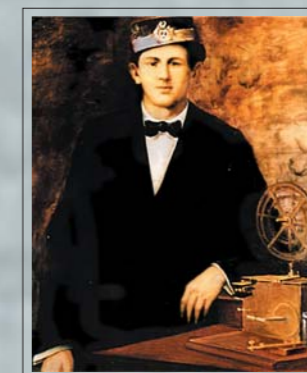
ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ



„ТЕМРТ 2001 ТРАНСПОРТЪТ НА ХХІ ВЕК“

СБОРНИК ДОКЛАДИ

ВИСШЕ
ТРАНСПОРТНО
УЧИЛИЩЕ



„Тодор Каблешков“

15-16 НОЕМВРИ 2001
СОФИЯ

„ТЕМРТ 2001 – ТРАНСПОРТЪТ НА ХХІ ВЕК“ СБОРНИК ДОКЛАДИ



ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ „ТОДОР КАБЛЕШКОВ“
ул. „Гео Милев“ No 158, 1574 София, БЪЛГАРИЯ
Тел.: (+359 2) 71 71 04
Факс.: (+359 2) 70 63 42
<http://www.vtu.acad.bg/>

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ



“ТЕМРТ 2001 ТРАНСПОРТЪТ НА ХХІ ВЕК”

СБОРНИК ДОКЛАДИ

**ВИСШЕ
ТРАНСПОРТНО
УЧИЛИЩЕ**

„Тодор Каблешков”

**15-16 НОЕМВРИ 2001
СОФИЯ**

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

Председател: доц. д-р инж. Ненчо Ненов - Висше транспортно училище

Членове на комитета:

Проф. д-р инж. Зоран Аврамович - Белградски университет, Югославия
Проф. д-р инж. Веслав Байон - Варшавска политехника, Полша
Доц. д-р инж. Детелин Василев - Висше транспортно училище
Проф. д.т.н. инж. В. Василиев - ПГУПС, Санкт-Петербург, Русия
Доц. д-р инж. Георги Геннадиев - Висше транспортно училище
Доц. Димитър Денков - Фондация "Отворено общество"
Инж. Владимир Дунчев - НК "БДЖ"
Инж. Кирил Ерменков - ФНТС
Доц. д-р инж. Йозеф Жира - ТУ, Прага, Чехия
Доц. д-р инж. Петър Колев - Висше транспортно училище
Проф. д-р инж. Стоян Костадинов - Висше транспортно училище
Проф. д.т.н. инж. Иван Лалов - Висше транспортно училище
Проф. д.т.н. инж. Виктор Лисенков - МГУПС, Москва, Русия
Проф. д-р инж. Петр Моос - ТУ, Прага, Чехия
Д-р инж. Павел Мончев - Министерство на образованието и науката
Проф. д-р инж. Неделчо Неделчев - Висше транспортно училище
Проф. д.т.н. инж. Георги Ненов - Висше транспортно училище
Ст.н.с. д-р инж. Георги Николов - Министерство на транспорта и съобщенията
Доц. д-р Йордан Петков - Висше транспортно училище
Проф. д-р инж. Димитър Петров - Висше транспортно училище
Проф. д-р инж. Райко Райков - Висше транспортно училище
Проф. д.т.н. инж. Анджей Рудницки - Технологичен университет, Краков, Полша
Проф. д-р инж. Тома Ружеков - Висше транспортно училище
Проф. д.т.н. инж. Христо Христов - ТУ - София
Проф. д.т.н. инж. Игор Холопов - ДАСА, Самара, Русия
Проф. д-р инж. Ладислав Шимак - Жилински университет, Словакия

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател: проф. д.т.н. инж. Иван Лалов - Висше транспортно училище

Заместник-председател:

Доц. д-р инж. Руско Вълков - Висше транспортно училище

Членове на комитета:

Инж. Адриана Ботева - Висше транспортно училище
Инж. Стефан Гайдаров - НТС по транспорта
Гл.ас. д-р Анна Джалева-Чонкова - Висше транспортно училище
Гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров - Висше транспортно училище
Инж. Марин Маринов - Висше транспортно училище
Доц. д-р инж. Иван Ненов - Висше транспортно училище
Доц. д-р инж. Николай Тончев - Висше транспортно училище

Технически секретар:

Фиданка Ананиева - Висше транспортно училище

СЪДЪРЖАНИЕ

1. **Анализ на равнопоставеността между железопътния и автомобилния транспорт** 15
доц.д-р Тошо Качаунов, ВТУ “Т. Каблешков”
2. **Влияние на макроикономическите показатели върху годишния обем на пътникопотоците, реализиран с железопътен транспорт и прогнозирането им до 2005 година** 19
гл.ас. Тодор Размов, ВТУ “Т. Каблешков”
Биляна Сайменова, НИТИЖТ – София
3. **Изследване на потенциала на складовото стопанство в близост до ПАН - европейски транспортни коридори № 4 и № 8** 25
доц.д-р Викенти Спасов, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Екатерина Кирчева, ВТУ “Т. Каблешков”
4. **Транспортната политика – условие за ефективно участие и взаимодействие на отделните видове транспорт на транспортния пазар** 33
ст.н.с.д-р Кирка Василева, ВТУ “Т. Каблешков”
5. **Графичен метод за анализ и моделиране на превозните цени в товарния железопътен транспорт** 37
гл.ас. Емил Железов, ВТУ “Т. Каблешков”
6. **Изследване и анализ на състоянието на железопътната мрежа на НК “БДЖ”** 43
доц.д-р Кирил Карагъзов, ВТУ “Т. Каблешков”
инж. Марин Маринов, ВТУ “Т.Каблешков”
7. **Изследване и прогнозиране на обема на товарните превози по железопътен транспорт до 2005 г.** 51
инж. Марин Маринов, ВТУ “Т. Каблешков”
Биляна Сайменова, НИТИЖТ
8. **Оптимизиране управлението на международните финансови разчети между железопътните администрации при товарни превози** 57
Ангелина Николова, НК “БДЖ”
гл.ас. Симеон Ананиев, ВТУ “Т. Каблешков”
9. **Финансирането на транспортни фирми /с акцент върху лизингови схеми на финансиране/** 63
Орлин Колев, “Орел-Лизинг” АД – София
гл.ас. Симеон Ананиев, ВТУ “Т.Каблешков”
10. **Инвестиционни оценки на предложения за повишаване на качеството за обслужване на пътническото движение в БДЖ** 67
гл.ас. Мирена Тодорова, ВТУ “Т.Каблешков”
гл.ас. Теодор Беров, ВТУ “Т.Каблешков”

- 11. Център ситуационного управления линией метрополитена** 73
 Леонид Баранов - профессор, д.т.н, академик Академии Транспорта России, МИИТ - Москва
 Евгений Ерофеев, профессор, д.т.н, член-корреспондент Академии Транспорта России, МИИТ - Москва
 Валентина Сидоренко – доцент, к.т.н, Академии Транспорта России, МИИТ - Москва
- 12. Управление графиком в активных сетях** 77
 доц. Оксана Ромашкова ктн, МГУПС, Россия, Москва
- 13. Информационно обслужване на клиентите в железопътния сектор посредством Интернет** 85
 доц.д-р Георги Уждрин, ВТУ “Т.Каблешков”
 инж. Ахмед Салиев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 14. Симуляционно моделиране на транспортни технологични процеси с визуални средства** 91
 гл.ас.д-р Мартин Иванов, ТУ, София
 гл.ас.д-р Димитър Димитров, ВТУ “Т. Каблешков”
- 15. Усъвършенстване на система за решаване на оптимизационни задачи от транспортен тип** 97
 гл.ас. д-р Мартин Иванов, ТУ, София
 гл.ас. Тодор Размов, ВТУ “Т.Каблешков”
 инж. Димитър Купенов, НК “БДЖ
- 16. Computer modelling and simulation of working onditions of transport machines by means of time series** 103
 Bohuš Leitner, University of Žilina
 Jaromír Máca, University of Žilina
- 17. Използване на указатели за препоръчани скорости при координирано управление на движението със светофари** 109
 гл.ас.д-р Митко Маринов, Русенски университет “А.Кънчев” – Русе
- 18. Повишаване безопасността на движение на кръстовище със светофари с помощта на указателно табло с надпис “СПИРАЙ”** 113
 гл.ас.д-р Митко Маринов, Русенски университет “А.Кънчев” – Русе
 гл.ас.инж. Живко Гелков, Русенски университет “А.Кънчев” – Русе
- 19. Безопасността на железопътния транспорт и предизвикателствата на новото време** 117
 инж. Динчо Динев, МТС,
 гл.ас. Николай Георгиев, ВТУ “Т.Каблешков”
- 20. Техническа експлоатация и безопасност на железопътния транспорт** 123
 гл.ас. Димитър Стойков, ВТУ “Т.Каблешков”
- 21. Мрежов информационен модел и система за подпомагане на учебно-научната и управленска дейност на ВТУ “Т. Каблешков”** 125
 гл.ас.д-р Димитър Димитров, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Петьо Пискулев, ВТУ “Т. Каблешков”
 ас. Златин Трендафилов, ВТУ “Т. Каблешков”

- 22. Прилагане на европейската политика за развитие на железопътния транспорт** 129
доц. д-р Кирил Карагъзов, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Тодор Размов, ВТУ “Т.Каблешков”
- 23. Използване на Microsoft Office в офис дейностите на транспортните фирми** 135
доц. д-р Кирил Карагъзов, ВТУ “Т.Каблешков”
гл.ас. д-р Димитър Димитров, ВТУ “Т.Каблешков”
- 24. Приложение на Windows базирани Internet технологии в транспорта** 139
гл.ас.д-р Димитър Димитров, ВТУ “Т.Каблешков”
ас. Златин Трендафилов, ВТУ “Т. Каблешков”
- 25. Спедиторът – най-добрия избор в глобалната логистика** 143
гл.ас. Симеон Ананиев, ВТУ “Т.Каблешков”
- 26. Стенд, апаратура и програма за изследване на хидравлични гасители на трептения** 147
проф. д-р Тома Ружеков, ВТУ “Т.Каблешков”
доц. д-р Ненчо Ненов, ВТУ “Т.Каблешков”
доц. д-р Емил Димитров – ТУ , София
- 27. Ускорени натурни изпитвания на умора на цилиндрични винтови пружини от ходовата част на подвижния състав** 155
доц.д-р Цвятко Пенчев, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. д-р Добринка Атмаджова, ВТУ “Т. Каблешков”
- 28. Числен метод за пряко интегриране на обикновеното диференциално уравнение от втори ред и някои технически приложения** 163
доц.д-р Цвятко Пенчев, ВТУ “Т. Каблешков”
доц.д-р Емил Димитров, ВТУ “Т.Каблешков”
- 29. Ресурси под смесено и диференцирано натоварване** 171
доц.д-р Георги Геннадиев, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Татяна Авджиева, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Олег Кръстев”, ТУ, София
- 30. Експериментални изследвания на талига товарна с колооси за различни междурелсия,** 177
н.с. I ст. Александър Диканаров, НИИЖТ – ЕООД
- 31. Експериментални изследвания на разстоянието между колелата на колоос за различни междурелсия** 181
н.с. I ст. Александър Диканаров, НИИЖТ – ЕООД
- 32. Рационални схеми за разположение на вертикални демпфери и оптимални стойности на параметрите им за пътнически вагони** 185
гл.ас. д-р Добринка Атмаджова, ВТУ “Т. Каблешков”
- 33. Методи за определяне при деповски /заводски/ и експлоатационни условия на сумарната хлабина по диагоналите между страничните плъзгалки на талиговия подвижен железопътен състав** 191
доц. д-р Цвятко Пенчев, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Добринка Атмаджова, ВТУ “Т. Каблешков”
гл. ас. Людмил Паскалев , ВТУ “Т. Каблешков”

- 34. Откази на колооси на електрическите локомотиви от серия 46** 197
доц. д-р Георги Динев, ТУ София
доц. д-р Георги Геннадиев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 35. Номограмно анализиране на съпротивлението от придвижване на колесна машина** 201
доц. д-р Борислав Бенчев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 36. Параметричен анализ на топлинното състояние на пътнически вагон** 205
доц.д-р Никола Калоянов, ТУ, София
гл.ас.д-р Петко Велев , ВТУ “Т.Каблешков”
- 37. Конструктивни особености на радиална пневматична гума за леки автомобили с подобрени вибрационни свойства** 213
гл.ас. Пенко Петков - ВТУ “Т. Каблешков”,
доц. д-р Лило Кунчев – ТУ, София
- 38. Устройство за подаване на насипни материали от траншеен бункер** 221
гл.ас. Венцислав Василев, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Борис Петков, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Емил Йончев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 39. Анализ на експлоатационните показатели на влаковете електрически локомотиви от парка на Обединено локомотивно депо - София** 225
гл.ас. Панто Пантев, ВТУ “Т. Каблешков”
ст.ас. Георги Димитров, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Чавдар Джамбазки, ВТУ “Т. Каблешков”
- 40. Проблеми при експлоатацията на подвижния състав на метрополитена в град София** 231
гл.ас. Панто Пантев, ВТУ “Т. Каблешков”
ст.ас. Георги Димитров, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Андрей Семизоров – ВТУ “Т. Каблешков”
- 41. Възстановяване на релсов път чрез автоматично наваряване под слой флюс** 235
доц. д-р Георги Бахаров, ф-ма “Дендрит” ООД, ст. н. с.д-р Стефан Савов, ЕТ “Савов”
- 42. Метод за оценяване на минималната дълготрайност на зъбно колело, подложено на променливи натоварвания** 239
гл.ас. Татяна Авджиева , ВТУ “Т. Каблешков”
- 43. Влияние на повърхностните уякчаващи технологии върху дълготрайността на зъбни колела** 245
гл. ас. Татяна Авджиева - ВТУ “Т. Каблешков”
- 44. Моделиране на тела на металорежещи машини** 251
гл.ас. д-р Иван Киров, ВТУ “Т. Каблешков”
- 45. Радиални сили, влияещи на точността при нарязване на вътрешна резба с многозъбов размерообразуващ инструмент** 255
доц. д-р Васил Димитров, ВТУ “Тодор Каблешков”
- 46. Един нов вид плъзгащ лагер, работещ като търкалящ** 261
инж. Пламен Ботев, гл. ас. Стефан Памуков, ВТУ “Т. Каблешков”

47. **Приложение на акустичния метод за диагностика на търкалящи лагери** 265
гл.ас.д-р Иван Коларов , ВТУ “Т. Каблешков”
48. **Курсовото проектиране от машиностроителните дисциплини – тенденции и развитие** 271
гл.ас. д-р Иван Коларов, ВТУ “Т. Каблешков”
49. **Сравнителна оценка на ресурсите на машинните детайли при смесено и разделено дискретно циклично натоварване** 275
доц. д-р Георги Геннадиев , ВТУ “Т. Каблешков”
50. **Сравнителна оценка на ресурсите на машинните детайли при пълни и разделени спектри на натоварването** 281
доц. д-р Георги Геннадиев, ВТУ “Т. Каблешков”
51. **Лабораторно упражнение на тема “Инструментални стомани”, разработено чрез Интернет технологии** 287
гл.ас. Татяна Авджиева, ВТУ “Т. Каблешков”
52. **Анализ на влиянието на разликата в диаметрите на колелата на пътнически вагон върху динамичното му поведение** 291
гл.ас.д-р Анастас Иванов, ВТУ “Т. Каблешков”; гл.ас. д-р Петър Павлов, УАСГ – София, н.с. I ст. Ал. Диканаров, НИТИЖ – София
53. **Равнинни трептения на двумасовата система машина – фундамент** 295
доц. д-р Стефан Павлов, гл.ас. д-р Стефан Гарабитов, ТУ-София
54. **Относно силата на триене в буталния пръстен във функция от оборотите на двигателя** 299
доц. д-р Люба Балканска, гл.ас. Мариан Мутафчиев, ВТУ “Т. Каблешков
55. **Определяне на параметрите на виброзащитна система** 303
доц.д-р Симеон Панев, ХТМУ; ст.ас. Илия Лесев; н.с.I ст. Димитър Киселков, ИМТМ-БАН
56. **Bifurcations and Chaos in tne Modified Rossler System: Qualitative and Numerical Studies** 309
Ph.D Svetoslav Nikolov – IMBM.BAS
57. **Метод за създаване на чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ трептения на материална точка без съпротивления по направление на три взаимно перпендикулярни оси** 315
гл.ас. Тодор Петров , ТУ – София
58. **Управление и синтез на чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ трептения в последователен, пасивен RLC – двуполусник** 319
гл.ас. Тодор Петров, ТУ, София
59. **Статическо решение на ортотропна ивица – плоча** 323
гл.ас. Лилия Петрова, ВТУ “Т. Каблешков”
60. **Преглед и анализ на теориите и аналитичните методи за статическо изследване на ротационни черупкови конструкции** 329
Христо Т. Христов, ВТУ “Т.Каблешков”

- 61. Обзор и оценка на числените методи и компютърните програми за статическо изследване на ротационни черупкови конструкции** 335
Христо Т. Христов, ВТУ “Т.Каблешков”
- 62. Изследване на надеждността при разпределение на вейбул в контекста на жп осигурителни системи** 341
проф. д-н Христо А. Христов, ТУ – София, инж. Асен Лашков - ВТУ “Тодор Каблешков”
- 63. Моделиране и изследване на четирипроводната линия – две релси, контактен проводник и земя при положение на шунт** 347
проф. д-р Неделчо Н. Неделчев – ВТУ “Т. Каблешков”
инж. Николай Николов – Метрополитен АЕД, София
- 64. Метод и устройство за контрол на железния път и определяне на местоположението на влака** 353
доц. д-р Иван Хр. Ненов, ВТУ “Т. Каблешков”
инж. Христо В. Бързев, ВТУ “Т. Каблешков”
ас. Борислав П. Аврамов – ВТУ “Т. Каблешков”
- 65. Комплексна система за управление на движението на влаковете в участъка Пловдив-Свиленград** 359
доц. д-р Иван Хр. Ненов, ВТУ “Т. Каблешков”
гл.ас. Маргарита Георгиева, ВТУ “Т. Каблешков”
ас. Борислав В. Аврамов, ВТУ “Т. Каблешков”
- 66. Comparing different models of software reliability safety** 363
гл.ас. Нели Стойчева – ВТУ “Т. Каблешков”
- 67. Организация на информационния обмен в системите за диспечерски контрол и управление /SCADA/** 369
н.с. П ст. Елка Горанова, ЕТ “Диси”
Орлин Жечев, студент ТУ – София
Стефан Димов – студент СУ – “Св. Климент Охридски” - София
- 68. Относно готовността на вторичните химически източници на ток, работещи като звена на резервирани електрозахранващи системи** 373
доц. Ангел Н. Гушев – ВТУ “Т. Каблешков”
- 69. Lighting electromagnetic field in the interior of a cage structure** 377
Vesna Javor – Universiti of Nis, Yugoslavia
- 70. Indirect boundary integral equation method for leakage in uctance calculation of current transformers** 383
проф. д-р Александър Александров – ТУ – София;
д-р Иван Ватчев – ТУ, София;
доц.д-р Иван Миленов – ВТУ “Тодор Каблешков”
- 71. Класификация на мигновени процеси в дълги линии** 387
доц. д-р Росица Ангелова, ВТУ “Т. Каблешков”
проф. д-р Тодор Гичев - УАСГ, София
- 72. Рекурсивно въвеждане на детерминанти** 391
гл.ас. д-р Борислав Лазаров – ВТУ “Т. Каблешков”
ст. ас. Красимир Кънчев – ВТУ “Т. Каблешков”

- 73. Системи за контрол на работните процеси на железопътни строителни машини** 397
 гл.ас. Емил Йончев – ВТУ “Т. Каблешков”
 гл. ас. Венцислав Василев – ВТУ “Т. Каблешков”
 гл. ас. Борис Петков – ВТУ “Т. Каблешков”
- 74. Невронна мрежа за управление на заряда на акумулатори** 401
 ст.ас. Сотир Сотиров – Университет “А.Златаров”, Бургас
 проф. д-н Георги А. Ненов – ВТУ “Т. Каблешков”
- 75. Метод за изследване параметричните отклонения на електронни устройства** 405
 проф. д-р Георги Ненов, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Борислав Бояджиев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 76. Передача обслуживания в беспроводных сетях АТМ** 409
 доц. д-р Оксана Николаевна Ромашкова, МИИТ, Москва
- 77. Study on Integrated Telecommunication System of Macedonian Railways** 417
 Dr. B Popovski, Mr. A. Risteski, Dr.T. Ulcar – Starova and B. Spasenovski, Skorje, R. Macedonia;
 R. Trajcevski, P. Spasovski, Macedonian Railways, Skorje, R. Macedonia
- 78. Оптимизиране на управлението в областта на информационните и Интернет технологии** 421
 гл.ас. д-р Димитър Димитров – ВТУ “Т. Каблешков”
- 79. Влияние на синхронните мултиплексори върху достъпността на оптичната мрежа** 425
 гл.ас. Розалина Ст. Димова – ТУ, Варна
- 80. Избор на система за автоматизирано проектиране** 429
 гл.ас.д-р Иван Ж. Киров – ВТУ “Т. Каблешков”
- 81. Системно-информационен анализ на процесите на управление в осигурителната техника** 433
 доц. д-р Антонио Андонов – ВТУ “Т. Каблешков”
 н.с. I ст.Зоя Хубенова – ИКИ, БАН
- 82. Един подход за количествена оценка на човешкия фактор в процесите на управление** 437
 н.с. I ст. Зоя Хубенова – ИКИ, БАН
- 83. Информационни аспекти за оценка на ефективността на комуникационните мрежи** 441
 доц. д-р Антонио Андонов, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Васил Къдрев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 84. Аспекти за изграждане и оптимизация по критерии “стойност – ефективност” на специализирана телекомуникационна мрежа** 445
 гл.ас. Васил Къдрев, ВТУ “Т. Каблешков”
 доц.д-р Антонио Андонов, ВТУ “Т. Каблешков”

- 85. Изследване на трафичните характеристики на клетъчна мрежа, при неравномерно разпределение на абонатите** 449
 гл. ас. д-р Васил Къдрев ВТУ “Т. Каблешков”
 гл. ас. д-р Николай Пенев, ВА “Г. С. Раковски”
- 86. Изследване на параметрите на качеството на обслужване на фрагмент от atm мрежа** 453
 Росица Иванова Голева, Технически университет - София
 Васил Марков Къдрев, ВТУ “Т. Каблешков”
- 87. Компютърна технология за определяне на контурите на сканирано изображение на диагностика и анализ на машинни елементи** 459
 доц. д-р Димитър Ралев, ВТУ “Т. Каблешков”
 Стефан Пищиков, ВТУ “Т. Каблешков”
 Никола Ралев, ТУ, София
- 88. Академична и управленческа компонента на качеството на обучението по информатика във висшите училища** 463
 гл.ас. Мария Симова, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Евгения Георгиева, ВТУ “Т. Каблешков”
- 89. Един пример за оценяване знанията и уменията на студентите в обучението по информатика във ВТУ “Т. Каблешков”** 469
 гл.ас. Евгения Георгиева, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Мария Симова – ВТУ “Т. Каблешков”
- 90. Енергетичен сравнителен анализ на контакторно-резисторно и импулсно регулиране на постояннотоков двигател за метрополитен** 475
 доц.д-р Ненчо Ненов, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас.д-р Иван Петров – ВТУ “Т. Каблешков”
- 91. Тягово постояннотоково задвижване на постояннотоков двигател и импулсен регулатор с “IGBT” транзистори** 479
 гл.ас. Иван Петров, ВТУ “Т. Каблешков”
 доц. д-р Ненчо Ненов, ВТУ “Т. Каблешков”
- 92. Повишаване на енергетичните параметри на тяговите електрически возила чрез използване на четириквadratни преобразуватели реализирани на базата на съвременни полупроводникови прибори** 483
 гл.ас. Георги Павлов, ВТУ “Т. Каблешков”
 доц. д-р Иван Миленов, ВТУ “Т. Каблешков”
 Пламен Иванов – началник експлоатация ПАВЕЦ “Чаира”
- 93. Статистически анализ на отказите в контактната мрежа на градският електрически транспорт в София** 489
 гл.ас. Тодор Йонов – ТУ – София
- 94. Статистически анализ на електрическите откази на тролейбуси “Икарус” зачислени към депо “Надежда”** 493
 гл.ас. Тодор Йонов – ТУ – София
- 95. Анализ на електроенергийните разходи за тягови нужди в НК “БДЖ”** 497
 д-р Витко Ценов, НК “БДЖ”
 инж. Томчо Томов, НК “БДЖ”
 инж. Димитър Маринов, НК “БДЖ”

- 96. Нови конструктивни решения при електрификацията на железопътният участък Радомир-Кулата** 501
 ст.н.с. II ст. д-р Здравко Бакалов, НИТИЖТ
 доц.д-р Иван Миленов, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Панто Пантев, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Георги Павлов, ВТУ “Т. Каблешков”
 ст.ас. Георги Димитров, ВТУ “Т. Каблешков”
 гл.ас. Андрей Семизоров, ВТУ “Т. Каблешков”
- 97. Особенности при монтажа на малогабаритни секционни изолятори във верижна полукompенсирана контактна мрежа** 505
 ст.н.с. II ст. д-р Здравко Бакалов, НИТИЖТ
- 98. Multi-objective approach to technological processes optimization** 509
 Senior Lecturer Dimitar Dimitrov, Ph.D. Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria
 Associate Professor Nicolay Tontchev, Ph.D., Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria
- 99. Приложение на метода на крайните елементи за изчисляване на импеданси на тягови мрежи в двупътни участъци** 515
 доц.д-р Петър Матов, ТУ, София
 доц. д-р Костадин Брандиски, ТУ, София
- 100. Обобщени изрази за изчисляването на напрежението в точките на токоснемане при двупътен участък с едностранно захранване** 521
 инж. Цветелина Николчовска Пеева, ТУ, София
- 101. Експериментално определяне коефициента на полезно действие на контактна мрежа за променлив ток в една фидерна зона** 527
 гл.ас. Иван Петров, ВТУ “Т. Каблешков”
 доц. д-р Ненчо Ненов, ВТУ “Т. Каблешков”
- 102. Основни изисквания към проекта на железопътен участък** 531
 проф.д-р Стоян Костадинов, ВТУ “Т.Каблешков”
 д-р Христин Христов, ВТУ “Т.Каблешков”
- 103. Контрол на геометрията на подновен участък от железния път, препроектиран при реперирание за скорост 130 km/h** 535
 гл.ас. Борис Иванов, ВТУ “Т.Каблешков”
 ст.ас. Румен Иванов, ВТУ “Т.Каблешков”
- 104. Особенности на текущото поддържане на железния път в хоризонтални криви** 539
 гл.ас. Борис Иванов, ВТУ “Т.Каблешков”
 ст.ас. Дарина Нитова – ВТУ “Т. Каблешков”
- 105. Повишаване скоростта на движение на влаковете при реконструкция на жп линии** 543
 гл.ас. Майя Иванова, ВТУ “Т.Каблешков”
 гл.ас. Марийка Манева – ВТУ “Т. Каблешков”
- 106. Избор на оразмерителен метод за пътни настилки за осов товар от 11,5 t.** 547
 гл.ас. д-р Валентин Николов, ВТУ “Т. Каблешков”

- 107. Място и роля на рециклирания баласт при подновяване на железния път** 549
 гл.ас. Милчо Лепоев, УАСГ, София
 гл.ас. д-р Стойо Тодоров, УАСГ, София
- 108. Изисквания към разположението на разменните гари при реконструкция и електрификация на жп линии** 553
 гл.ас. д-р Стойо Тодоров, УАСГ, София
- 109. Методика за оптимизиране на количеството на земните маси при сравнение на проектни варианти на жп линии** 557
 гл.ас. д-р Стойо Тодоров, УАСГ, София
- 110. Особени места в коловозните развития** 563
 ст.ас. Дарина Нитова , ВТУ “Т. Каблешков”
- 111. Transport Relations from the Sight of Building – Technological Project Making of Earth Work** 569
 Assoc.Prof. Ph.D Jaroslav Slepecky, Universiti of Zilina, Slovak Republic
 Rng. Ph.D Marian Marcein, Universiti of Zilina, Slovak Republic
- 112. Приложение на модела на Винклер при определяне на деформационното поведение на СТБ плоча лежаща върху надлъжни метални греди** 573
 гл.ас. д-р Лена Михова – УАСГ – София
- 113. Моделиране на съвместната работа на сложна фундаментна конструкция и земна основа** 579
 гл.ас. д-р Лена Михова – УАСГ – София
- 114. Мостовете по река Дунав от Шварцвалд до Черно море в контекста на Дунав мост 2** 585
 доц.д-р Дончо Партов, ВСУ “Л. Каравелов”
 инж. Станислав Доспевски, ВИПОНД-МВР
- 115. Time Behaviour of Wooden Bridges Beams With Reinforcement, With Respect to Creep Effect** 591
 Assoc. Prof. Doncho Partov, Ph.D., L.Karavelov HSCE, Sofia
 Vesselin Kantchev, Ph.D., L.Karavelov HSCE, Sofia
 Assoc. Prof. Bohumil Straka, Ph.D., Brno University of Technology
- 116. Изпълнение на тунели чрез прибутване на готовата облицовка** 595
 гл.ас. д-р Юлиан Тотев – УАСГ, София
- 117. Аварийно укрепване на фундаментите при висящите двувъжени линии** 599
 гл.ас.д-р Юлиан Тотев – УАСГ,София
- 118. Заздравяване на земното платно в междугарието Попово-Караджата** 603
 инж. Софрон Софронов, МТС
- 119. Международни сравнения в транспорта** 609
 доц.д-р Иван Брешков, СМС, УНСС
- 120. Транспортните услуги в условията на критериите за присъединяване на България към Европейския съюз** 615
 доц.д-р Мария Славова – Ночева, ВТУ “Т. Каблешков”

121. **Инвестиционната политика в железопътния транспорт в условията на европейска интеграцията** 621
ас. Даниела Тодорова, ВТУ “Тодор Каблешков”
122. **Монополът, държавното регулиране и железниците** 625
ас. Христина Иванова, ВТУ “Т. Каблешков”
123. **Фериботните връзки между България и Румъния** 631
инж. Софрон Софронов, МТС
124. **Bulgaria and the Transport Regulation in Europe** 637
Dr. Anna Dzhaleva-Chonkova, Higher School of Transport, Sofia
125. **Подготовката на кадри с висше образование за въздушния транспорт във Франция** 641
доц.д-р Борис Пеловски, ВВВУ “Г.Бенковски”, Долна Митрополия
Б. Маринов, ВВВУ “Г.Бенковски”, Долна Митрополия
А. Колчев, ВВВУ “Г.Бенковски”, Долна Митрополия
126. **Железопътният транспорт и околната среда. 1. Заемане на терени и влияние върху почвите** 645
доц.д-р Александър Тошев, ВТУ “Т.Каблешков”
доц.д-р Йордан Петков, ВТУ “Т.Каблешков”
127. **Оценка на замърсяването на атмосферния въздух от автомобилния транспорт в населени места за продължителни периоди от време с отчитане интензивността на движението и метеорологичните условия** 653
доц.д-р Радостин Куцаров, Университет “Проф.д-р Асен Златаров” – Бургас
Димитринка Славова, Университет “Проф.д-р Асен Златаров” – Бургас
128. **Екологичен модел на елементарна транспортна единица** 659
доц.д-р Александър Димитров, ВТУ “Т. Каблешков”
129. **Прогнозиране на последиците от горене тип “Огнено кълбо” при инциденти с жп цистерни с пропан-бутан** 665
гл.ас.д-р Веселин Симеонов, ВИПОНД-МВР
130. **Изчислителни методи за определяне скоростта на нарастване на налягането и максималното налягане при взрив с биогаз** 669
гл.ас.д-р Веселин Симеонов, ВИПОНД – МВР
131. **Сравнителен анализ на последиците за реален жп разпределителен възел при инциденти с жп цистерни** 673
гл.ас.д-р Веселин Симеонов, ВИПОНД – МВР
132. **Антикризисно планиране в ведомстве транспорта Словацкой республики** 677
инж. Ладислав Новак, ктн, Жилинский университет, Словацкая республика
инж. Владимир Новотны, Жилинский университет, Словацкая республика
133. **Кризите и тяхното управление** 681
инж. Софрон Софронов, МТС

- 134. Solving Crisis Situations in Transport** 687
Prof.Jadislav Simak, Ph.D, University of Zilina, Slovak Republic
Ass.Prof. Zdenek Dvorak Ph.D, University of Zilina, Slovak Republic
- 135. Участието на Трудовите войски в изграждането на железопътната мрежа в България** 691
гл.ас.д-р Анна Джалева-Чонкова, ВТУ “Т. Каблешков”
- 136. Система за регистриране, изследване и анализ на техническото състояние на летателни апарати** 695
н.с. I ст. Иван Димитров, Институт за космически изследвания, БАН
- 137. Конкурентоспособност на национална компания “Български държавни железници” в пазарни условия** 699
Веска Трифонова, НИТИЖТ, София
Петко Петков, НИТИЖТ, София
Тинка Рангелова, НИТИЖТ, София
Даря Манева, НИТИЖТ, София



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АНАЛИЗ НА РАВНОПОСТАВЕННОСТТА МЕЖДУ ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ И АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ

Тошо Качаунов *

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" No 158

АНОТАЦИЯ

Разгледан е въпроса за финансовите отношения между двата основни вида сухоземен транспорт-железопътния и автомобилния. Въз основа на събраните данни за 1998 г. са определени, както разходите на държавата за съответния транспорт така и приходите от тях. Установи се, че автомобилния транспорт дава повече средства от колкото получава.

Ключови думи: железопътен транспорт, автомобилен транспорт, конкуренция, равнопоставеност.

В рамките на транспортната система двата основни вида сухоземен транспорт се третира по различен начин.

Съществува мнение за привилегированото положение на автомобилния транспорт спрямо железопътния транспорт. То се основава на факта, че всички разходи свързани със строителството и поддръжката на пътищата са приети от държавата и общината. Същото важи и за осигуряването на пътната безопасност. Горните факти пораждават съмнение за нелоялна конкуренция от страна на автомобилния транспорт.

Въпреки, че тази тема е широко дискутирана не са известни конкретни изводи.

За да се отговори на поставените по-горе въпроси е необходимо да се решат следните проблеми:

-да се определят общите преки и косвени разходи които държавата, респективно обществото прави за дадения транспорт;

-да се намерят приходите на държавата от дейността на всеки от видовете транспорт (данъци, акцизи, такси и др.);

-да се сравнят разходите с приходите;
-след сравняването са възможни следните случаи:

-разходите на държавата за единия вид транспорт са по-големи от постъпленията в бюджета от неговата дейност, а за другия вид транспорт е обратно. В този случай може веднага еднозначно да се направи извода, че първия вид транспорт е субсидиран от държавата респективно от обществото и е в облагодетелствано положение в сравнение с втория;

-разходите на държавата и за двата вида транспорт са по-големи от постъпленията свързани с тяхната дейност. В този случай не могат да се направят директни изводи защото двата разглеждани вида транспорт имат различна по обем и структура транспортна работа (продукция). Сравнение може да се

*доц. д-р инж. Тошо Качаунов, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул "Г. Милев", No 158

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

направи само, ако разликата между разходите и постъпленията се раздели между отделните транспортни дейности (товарна и пътническа). След това получените стойности се разделят на обема на транспортната дейност. По този начин може да се оцени относителното подпомагане от държавата падащо се на един т.км. и да един п.км. Това позволява да се направят категорични заключения не само относно автомобилния и железопътния транспорт, но и за техните товарни и пътнически превози. Отделно за автомобилния транспорт е необходимо да се изследва положението на личните леки автомобили, които макар и да не извършват платени превози са основен участник в разглежданите процеси;

-разходите на държавата и за двата вида транспорт са по-малки от постъпленията от тях. Този случай е аналогичен на горния са тази разлика, че трябва да се определят относителните постъпления от транспорта към бюджета падащи се на един т. км. и един п.км. В най-привилегировано положение ще е тази транспортна дейност, за която тези постъпления са най-малки. Този случай е най-малко вероятен защото всички данни до сега показват, че при железопътния транспорт субсидията от държавата многократно възвишава възможните постъпления от транспортна дейност към бюджета.

АНАЛИЗ НА ПАРИЧНИТЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ НА ДЪРЖАВАТА С АВТОМОБИЛНИЯ И ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Разходите на държавата за транспорт са преки и косвени. Преки са тези които са директно адресирани за транспортна дейност, а косвените включват разходите на обществото за здравеопазване, екология, образование и др. Определянето на косвените разходи и тяхното разпределяне е изключително сложна задача. В някои случаи те се поемат пряко от самия превозвач под формата на застраховки, медицински осигуровки, екологични такси и др. Ето защо тяхното отчитане може да изкриви крайните резултати. Поради посочените причини ще се разглеждат и отчитат само преките разходи на държавата.

Прекият разход на държавата за автомобилен транспорт са:

-разходи за строителство, ремонт и поддържане на автомобилните пътища и улици. Според финансирането те са от бюджета на държавата посредством Главно управление пътища, от общините за уличната мрежа и четвъртокласните пътища;

-разходи свързани с организацията и безопасността на движението по пътищата.

Прекият разход на държавата за железопътен транспорт са:

-капитални вложения;

-различни видове субсидии.

От превозвачите към бюджета се извършват различни постъпления. Част от тях са свързани с трудовите взаимоотношения на работещите в транспорта и не следва да се отчитат. Пряко свързани с транспортната дейност са: пътните данъци, такси, акцизи върху горивата.

ОПРЕДЕЛЯНЕ РАЗМЕРА НА РАЗХОДИТЕ НА ДЪРЖАВАТА И ПОСТЪПЛЕНИЯТА ОТ ДВАТА ВИДА ТРАНСПОРТ

Направените разчети са за 1998 г. Крайните резултати се дават в деноминирани лева поради наличието на инфлация посочените стойности са занижени в сравнение със съответните пера за 2000 г. Това не пречи те да служат за анализ на равнопоставеността, ако са определени и за двата вида транспорт по еднакъв начин и за една и съща година.

За железопътния транспорт всички разходи на държавата са фиксирани и могат да се вземат по отчетни данни. За 1998 г. те са приблизително в размер 70,7 милиона лева както следва:

-капитални вложения 7 милиона лева;

-техническа субсидия 36 милиона лева;

-целеви субсидии 2 милиона лева;

-допълнителни субсидии 25 милиона лева.

В същото време в държавния бюджет са постъпили около 5,5 милиона лева от акцизи върху течните горива.

Като резултат от държавата към железопътния транспорт са постъпили 65,2 милиона лева.

Значително по-сложно е определянето на разходите и постъпленията свързани с автомобилния транспорт. Често се налага те да бъдат определени непряко и приблизително. За целта са разработени

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

косвени методи базирани на интерполация, осреднени данни, привеждане и др.

За да се избегнат съмненията в крайните резултати на анализа при всички случаи данните са отчитани в полза на железопътния транспорт. Например силно са завишени разходите за организация и безопасност на движението, не се отчитат постъпленията от пътни такси в градските пунктове и др. През 1998 г. за автомобилния транспорт са определени следните разходи:

-за строителство и ремонт на основната пътна мрежа посредством Главно управление пътища. Разходите са определени директно въз основа на отчетни данни и са в размер на 37,8 милиона лева;

-за пътната мрежа в рамките на населените места от бюджетите на общините. Тъй като тези разходи не могат да се определят пряко е използвано и извършено през 1997 г. изследвани относно 13 общини в югозападна България. Посредством действащите валутни курсове и интерполация, резултатите са отнесени върху цялата територия на страната и е получена приблизителна оценка от 58,6 милиона лева;

-за организация на пътното движение не могат да се намерят данни. Ето защо макар и силно завишени са приети една трета от бюджетните разходи на МВР т.е. 85,4 милиона лева.

Сумарните преки разходи на държавата свързани с автомобилното движение се оценяват приблизително на 101,8 милиона лева за 1998 г. За същата година от автомобилните превозвачи и от притежателите на лични МПС в държавния бюджет и общините са постъпили:

-от акцизи върху горивата. Определени са приблизително декларираните продажби по видове горива от 450-те бензиностанции на "Петрол" и са интерполирани върху останалите 87. Възможно е поради непълни данни сумата на акцизите да е по-голяма от определената, която е в размер на 148,8 милиона лева;

-от месени данъци такси общите приходи са определени косвено въз основа на действащите нормативни документи и статистически данни за броя на автомобилите по видове: леки, мотоциклети, товарни, автобуси и влекачи. Сумарните постъпления са оценени на 135 милиона лева за 1998 г.;

-от пътни такси в граничните пунктове постъпват значителни суми, които поради

липса на достоверни данни не са отчетени. Общото постъпление е от автомобилния транспорт за разглежданата година се оценяват на повече от 283,8 милиона лева. Това е със 102 милиона лева повече от разходите на държавата и общините.

При железопътния транспорт е точно обратното и субсидиите са значително по-големи от постъпленията в бюджета. Този резултат еднозначно позволява да се направят изводи относно равнопоставеността между железопътния и автомобилния транспорт.

Ако разликата беше с еднакъв знак тя трябва да се раздели на произведената продукция и да се сравнят получените резултати. В проведеното изследване имаше готовност за извършване и на този етап от задачата, но посочените резултати го обезсмислиха.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат от проведените изследвания се налага следният основен извод. Автомобилният транспорт не е в привилегировано положение в сравнение с железопътния. Не може да се говори за нелоялна конкуренция от негова страна. Точно обратното пример за това е поддържането от страна на железопътния транспорт на пътническа тарифа по-ниска от себестойността на превозите. Тези проблеми биха се избегнали или задълбочили при предстоящото разделяне на железопътната инфраструктура от превозвачите.

Поставените в анализа въпроси са от голяма важност за цялостната транспортна политика на държавата. По редица причини получените крайни резултати не могат да се считат за напълно достоверни поради това, че през разглеждания период икономическото положение на страната бе влошено. Въвеждаше се "Валутен борд". Това неминуемо се отрази негативно върху разходите на държавата и общините особено за пътната мрежа. Освен това много от стойностите са определени косвено и приблизително. Важността на поставените въпроси налага получените резултати и изводи да се считат само като основа за дискусия и размисъл. Още повече, че както бе посочено в началото подобни изследвания у нас няма, следователно не може да се извърши анализ на достоверността и сравнение на резултатите.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

За окончателното решаване на поставения проблем е необходимо изследването да се повтори при сегашната стабилна икономическа ситуация за период от поне две години при по-точното определяне на отделните пера от разходите и постъпленията. Само тогава могат да се направят окончателни изводи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1.]”Проучвания на Генералната дирекция на НК “БДЖ”.
- [2.] “Справка от ГУП за 1998 г.”
- [3.] “Закон за облагане доходите на физическите лица”.
- [4.] “Статистически годишник на РБ”



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ВЛИЯНИЕ НА МАКРОИКОНОМИЧЕСКИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЪРХУ ГОДИШНИЯ ОБЕМ НА ПЪТНИКОПОТОЦИТЕ РЕАЛИЗИРАНИ С ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ И ПРОГНИРИРАНЕТО ИМ ДО 2005 ГОД.

**Тодор Размов
Биляна Сайменова**

ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” N 158, гр. София, България

Анотация

Адекватните прогнозни модели са важни за оптималното и рационално разпределяне на техническите ресурси, приемането на правилни инвестиционни решения и маркетингови стратегии. Обема на пътническите превози е функция на общото икономическо състояние и в този контекст е разработен прогнозен модел и е реализирана прогноза за годишния обем на пътническите превози до 2005 год., като в модела се отчита влиянието на основните макроикономически показатели.

Ключови думи: Транспорт, Железопътен транспорт, Транспортни технологии, Управление, Моделиране, Прогнозиране, Регресионен анализ, Корелационен анализ, Маркетинг в транспорта, Мениджмънт в транспорта.

Въведение

Правилното и адекватно прогнозиране е важно от гледна точка на оптималното и рационално разпределяне на техническите средства и ресурси (вагонен и локомотивен парк) използвани в железниците и е свързано с приемането на правилни инвестиционни решения. Адекватните и състоятелни прогнозни модели са в основата на маркетинговия анализ и разработването на маркетингови стратегии, които са тясно свързани с

конкуренцията и кооперирането в транспортния пазар и определят качеството на взиманите решения в тази сфера.

Транспортната дейност е функция на общото икономическо състояние на страната и от тази гледна точка е правилно прогнозните модели свързани с определянето на годишния обем на пътническите превози за определен прогнозен хоризонт да отчитат влиянието на основните макроикономически фактори.

Тодор Размов, главен асистент, магистър, ВТУ “Тодор Каблешков”, гр. София
Биляна Сайменова, НИТИЖТ – секция “Технология на превозите”, гр. София

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Най – подходящи са статистическите методи за прогнозиране. Използването на корелационен и регресионен анализ (еднофакторен и многофакторен) дават възможност за реализация на екстраполационни методи в прогнозирането.

Основен методологически подход

Изграждането на прогнозния модел се състои от два основни модула. Първият модул е свързан с реализацията и създаването на даден регресионен модел, като тук основно се определя последователността и обхвата на практическите действия в тази връзка. Вторият модул е свързан с определяне на последователността на практическите действия по реализацията на самия прогнозен модел и получаването на самите прогнозни стойности за определен прогнозен хоризонт.

За да се реализира практически един регресионен модел е необходимо да се извърши следното:

1. Подбор на основните макроикономически показатели имащи отношение и влияние към транспортния пазар;
2. Определяне на историческия период и формиране на статистическите извадки.
3. Калибриране на данните. Откриване и отстраняване на груби грешки.
4. Определяне на факторните връзки. Прилагане на корелационен анализ – определяне на значимите и незначимите фактори. Определяне на взаимнонезависимите – корелирани фактори.
5. Формиране на набор от функции с характерни особености и свойства, приложими при енофакторния и при многофакторния анализ.
6. Предварителни стъпки и анализ преди избора на апроксимираща математическа функция. Процеса е относително субективен, но има определени подходи, които

ограничават до някаква степен субективността. Това са именно прилагането на следните подходи:

- 6.1 Определяне на вида на зависимостта – енофакторна или многофакторна
 - 6.2 Определяне на вида на модела: линеен или нелинеен. Това се постига посредством изследване на първата производна, която показва тенденциите на промяна на изследваната величина.
 - 6.3 Избор на полиномен модел или на друг нелинеен модел.
 - 6.4 При избор на полиномен модел е необходимо определянето на оптималната степен на полинома, чрез метода на ортогонализация на полиноми.
-
7. Прилагане на метода на най-малките квадрати за получаване на търсените коефициенти на регресионното уравнение.
 8. Статистически анализ на уравнението за значимост и адекватност и определяне на доверителните интервали на коефициентите на уравнението.
-
- 8.1 Определяне на коефициента на множествена корелация или коефициента на детерминация – R .
 - 8.2 Проверка за значимост на R .
 - 8.3 Проверка на значимостта на получените коефициенти в модела. Ако някой от коефициентите е статически незначим, то той се отстранява от модела.
 - 8.4 Проверка за адекватност на модела.
 - 8.5 Анализ на остатъците.
 - 8.6 Определяне на грешката на прогнозната стойност. Обикновено това е стъпка, която се предприема накрая, когато сме сигурни в модела и желаем да го използваме за прогнозиране.
-
9. Икономическа и физическа интерпретация на получените уравнения.

Забележка: Предложената методика (последователност от действия) не

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

претендира за пълна изчерпателност.

Практическата реализация на един прогнозен модел обхваща следните стъпки:

1. Определяне на зависимите и независимите величини в еднофакторната или многофакторна регресионна зависимост. Представяне на връзката между тях под формата на регресионно уравнение (основен модел).
2. Представяне на независимите величини като времеви динамични редове.
3. Представяне на независимите величини като регресионни зависимости зависещи от времето.
4. Определяне на прогнозния хоризонт. Колкото по-далеч във времето е прогнозния хоризонт, толкова повече прогнозата избледнява (не може да претендира за достоверност).
5. Получаване на прогностните стойности на независимите величини за определен прогнозен хоризонт на базата на екстраполация базирана на регресионните уравнения зависещи от времето получени по-горе.
6. Заместване на прогностните стойности на независимите величини получени, чрез екстраполация в основния еднофакторен или многофакторен модел. Получаване на прогностната стойност на изследваната величина.
7. Анализ на получените при прогнозирането резултати.

Макроикономическите фактори влияещи върху броя на превозените пътници

Изследваните макроикономически фактори са:

- Вътрешен брутен продукт в млн. щат. долар – X1;
- Брутен вътрешен продукт на глава от населението в млн. щат. долар –

X2;

- Парична маса (широки пари) в млн. щат. долара – X3;
- Общ доход на домакинствата – X4;
- Разходи на домакинствата за транспорт в % - X5;
- Средна годишна заплата – X6;
- Средна годишна пенсия – X7;
- Население – X8;
- Естествен прираст – X9;
- Безработица – X10;

Анализирана е създадената за целта корелационна таблица – табл.1, съдържаща изчислените корелационни коефициенти между всеки два фактора.

Макроикономическите показатели - парична маса, население и безработица са в най-силна корелационна зависимост с броя на превозените пътници.

Многофакторен регресионен модел за прогнозиране на обема превозите на пътници с железопътен транспорт.

Върху изследваните величини е приложена линейна множествена регресия (многофакторен анализ), като функцията има следния вид:

$$Y = \beta_1 * X_3 + \beta_2 * X_8 + \beta_3 * X_{10} + \beta_4 + \varepsilon$$

където:

Y - зависима променлива (Превозени пътници годишно с железопътен транспорт)

X3 - парична маса;

X8 - население;

X10 - безработица;

ε - грешка, нормално разпределена със средно 0 и неизвестна дисперсия.

В долната таблица са дадени изходните данни на базата, на които е реализиран прогнозния модел.

Год.	Y	X3	X8	X10
	пътници хил.	долари млн.	Население (бр.)	Безработни (бр.)
1990	102399	18327,06	8669300	65079
1991	72787	6691,929	8595500	419123
1992	75909	6794,079	8484900	576893
1993	76085	8466,146	8459800	598563
1994	65730	7705,661	8427400	488442
1995	58940	8689,599	8384700	423773

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

1996	66097	7452,341	8340900	478770
1997	82656	3589,971	8283200	523507
1998	64260	3747,542	8230400	465202
1999	53112	3995,163	8190900	610551
2000	50029	4645,35	7974000	682792

Забележка:

Паричната маса е изчислена в млн. долари по фиксинга на БНБ за съответните периоди (средногодишно).

Основните параметри на модела са следните:

Множественият коефициент на корелация е 0,81

Стандартната грешка: 10284,21

Статистиката F е 4,48

Проверката на значимостта на коефициента на множествена корелация дава основание да се приеме модела като адекватен.

За търсените коефициенти се получават следните стойности:

$$\beta_1 = 0.391$$

$$\beta_2 = 0.035$$

$$\beta_3 = -0.028$$

$$\beta_4 = -214528.094$$

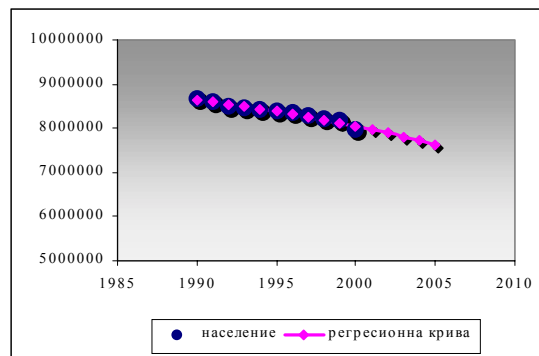
Прогнозиране на макроикономическите показатели като динамични редове

За нуждите на прогнозния модел е необходимо да се анализират времевите динамични редове на независимите променливи X₃, X₈ и X₁₀. Създадени са за целта еднофакторни модели (линейни и нелинейни) за изменение на всеки от тези фактори спрямо времето. Получените резултати са дадени в долната таблица.

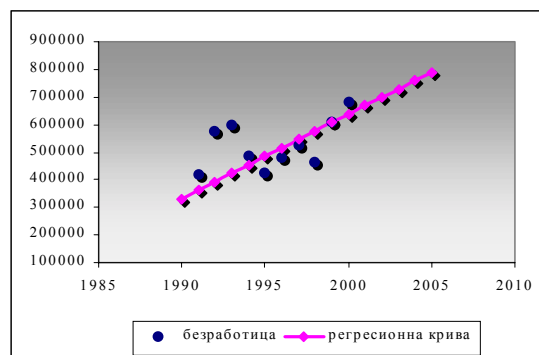
Вид на кривата	X ₃	X ₈	X ₁₀
	полином от II степен	полином от II степен	полином от I степен
коефициенти			
свободен член	15752,79	8663354	301549,1
пред I степен	-2327,77	-35319,1	30540,22
пред II степен	119,4799	-1827,82	

На долните графики - фиг.1, фиг.2 и

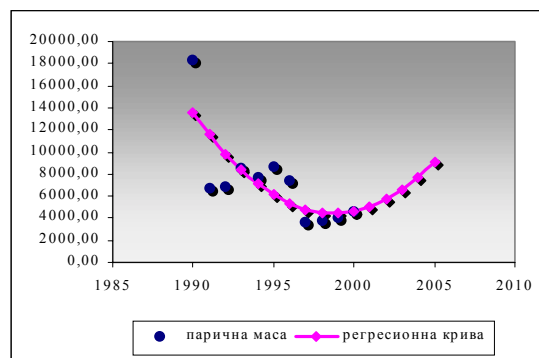
фиг.3 са дадени прогнозите за развитието на макроикономическите показатели парична маса, население и безработица до 2005 год.



фиг.1



фиг.2



фиг.3

Прогноза на обема на пътниците превозвани с железопътен транспорт за периода 2001 – 2005 год.

На базата на разработения многофакторен (multivariate) прогнозен модел се получават следните прогнозни стойности (дадени в таблицата по – долу):

Год.	Y	X ₃	X ₈	X ₁₀
	пътници /хил./	парична маса в млн.дол.	Население /бр./	Безработни /бр./
2001	50032,60	5024,679	7976319	668031,7

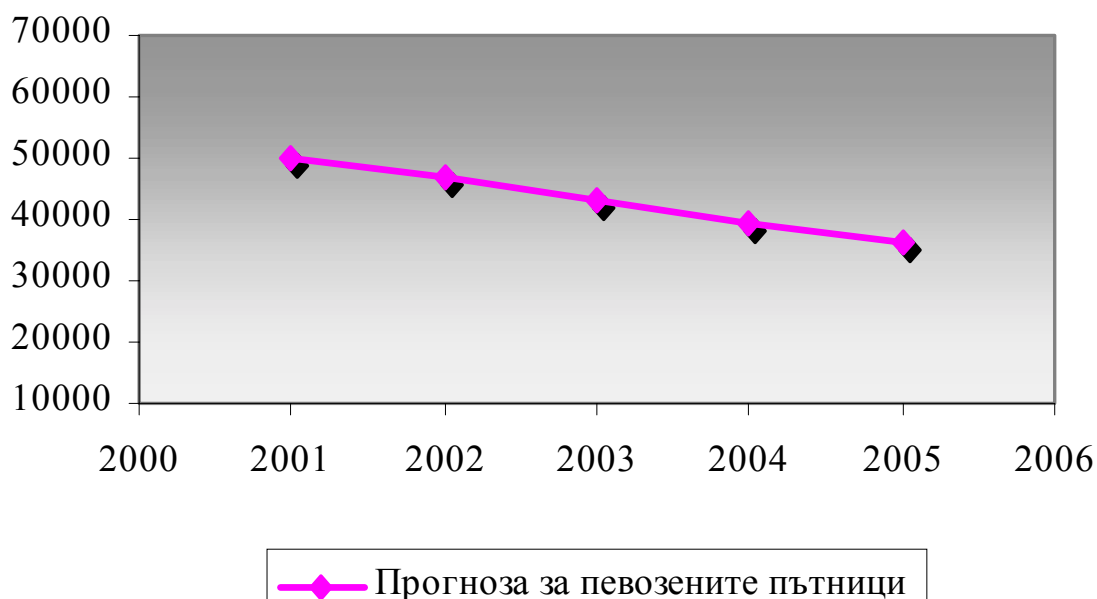
ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

2002	46581,59	5683,908	7895304	698571,9
2003	43095,18	6582,097	7810634	729112,1
2004	39573,37	7719,246	7722308	759652,4
2005	36016,17	9095,354	7630327	790192,6

Табл. 1

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Y
X1	1										
X2	0,992177	1									
X3	0,568781	0,471632	1								
X4	0,860173	0,818046	0,726095	1							
X5	0,800064	0,757451	0,763227	0,958031	1						
X6	0,860692	0,868652	0,455893	0,899352	0,861401	1					
X7	0,842370	0,830344	0,603406	0,924025	0,928177	0,915411	1				
X8	-0,058816	-0,182124	0,708525	0,247225	0,260348	-0,159322	0,029621	1			
X9	0,104017	0,011609	0,735533	0,447127	0,573036	0,139606	0,424111	0,774529	1		
X10	-0,532930	-0,436268	-0,838312	-0,544182	-0,504047	-0,196138	-0,362939	-0,700112	-0,506835	1	
Y	0,204287	0,101360	0,699626	0,345067	0,326765	0,029422	0,166959	0,761721	0,553135	-0,727675	1

Прогноза за обема на пътническите певози с ж.п. транспорт до 2005 год



Забележка: Прогнозата е направена съобразно изложениия по-горе модел.

Заклучение

При разработването на прогнозни модели могат да се прилагат два подхода. Единият подход е правилният научен подход, при който се съобразяваме с реалностите и ако тренда на изследваните

величини е с тенденция към намаление, то това се и отчита при разработването на инвестиционен или маркетингов проект. Обикновено към този подход се придържат фирмите работещи в сферата на частния бизнес.

Възможен е и друг подход, който е квазинаучен. Ако трябва да се реализира някакъв инвестиционен проект и фирмата

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

е държавна и има сфери, в които тя е авторите. естествен монопол, то може да се реализира и следния сценарий:

- Фирмата може да разчита на държавни гаранции върху получените кредити;
- Определя се необходимия кредитен ресурс и направлението, от което той може да бъде получен;
- Прилага се подхода “Goal Seek”, т.е. прогнозните стойности се определят на базата на необходимия кредитен ресурс;
- Кредитния ресурс се усвоява на базата на така изложения подход;

Естествено, че прогнозата не се сбъдва и се активират държавните гаранции.

Този подход е изключително нежелателен, антипродуктивен, грешен, и вреден.

Научният подход постулира, че при създаването на прогнозните модели трябва да се изключват предварителните нагласи за нивата на прогнозните стойности, камо ли да се използва подхода “Goal Seek”.

Получените и представени в статията резултати са базирани на научния подход, като са използвани данни от “Националния статистически институт” и е подходено без отчитане на предварителните експертни нагласи на

Литература:

- [1] Качаунов Т.Тр., “Моделиране и надеждност на превозния процес”, издателство на ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1997 год., София.
- [2] Качаунов Т.Тр., Карагъзов К.Ст., Купенов Д.П., Размов Т.К. “Имитационно моделиране на транспортните процеси”, издателство на ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1998 год., София.
- [3] Каплан А.Б., “Математическое моделирование экономических процессов”, издателство “Транспорт”, 1984, Москва.
- [4] Лившиц В.Н., “Оптимизация, планирования и управления транспортными системами”, издателство “Транспорт”, 1987 год., Москва.
- [5] Захаров А.Г., “Совершенствование планирования и анализа грузовых перевозок на железнодорожном транспорте”, издателство “Транспорт”, 1990 год., Москва.
- [6] Додж М., Стинсън К., Кината К., “Всичко за Microsoft Excel 2000”, издателство “Софтпрес”, 2000 год., София.
- [7] Дьяконов В., “MathCad 2000 – учебный курс”, издателство “Питер”, 2000 год., Санкт-Петербург.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОТЕНЦИАЛА НА СКЛАДОВОТО СТОПАНСТВО В БЛИЗОСТ ДО ПАН-ЕВРОПЕЙСКИ ТРАНСПОРТНИ КОРИДОРИ №4 И №8

Викенти Спасов, Екатерина Кирчева

ВТУ”Т.Каблешков”, ул.”Гео Милев”№158, София,България

АНОТАЦИЯ

В съвременната икономика складовете имат логистични функции и са важна подсистема на интегралната система производство-транспорт-разпределение, поради което нивото на тяхното развитие, техническо съоръжаване и функциониране влияе съществено върху нейната ефективност. Значимостта му нараства във връзка с изграждането на пан-европейските транспортни коридори. В настоящия доклад е направен опит за изследване на съществуващи складови центрове по коридори №4 и №8. Набелязани са препоръки за по нататъшното им развитие.

Ключови думи: логистика, складове, складови машини и съоръжения, товарно-разтоварни процеси.

ВЪВЕДЕНИЕ

Разширяването на политическото, икономическото и културното сътрудничество на РБългария със страните от европейския съюз, централна и източна Европа, Черноморския регион и вписването им в Европейските и Атлантически структури е важен приоритет в политиката на страните. Транспортът притежава ключова роля в осъществяването на този приоритет, в улесняването на международния транзитен трафик и задоволява транспортните нужди (необходимост) на българската икономика и население.

Географското разположение на България определя важноста на транспортния интеграционен участък (сектор) със Европейския съюз, както и неговото общо развитие. България е разположена на кръстопътя на Балканския път свързващ ЕС с Турция, средна и източна Европа, Украйна, Русия и централна Азия и между Гърция и Скандинавия.

От особена важност е осигуряването на транспортните коридори със складови центрове.

Процесите на производство, разпределение и потребление са свързани с превозване, манипулиране и съхраняване на различни по количество и номенклатура материални ценности (товари). За да се създават условия за оптимално взаимодействие на свързаните процеси при движение на товарите, в ТМС се изграждат специални буферни подсистеми (вместимости), наричани складове. Техните конкретни функции зависят от това в коя фаза на производство, транспорта и потреблението те се намират, но всички складове изпълняват функциите: акумулиране (натрупване на товари; регулиране или компенсиране на разликата в ритмите на свързаните процеси; преобразуване на параметрите (скорост, масови и геометрични параметри на ТЕ, големина, честота и време за изпращане на партидите и др.) на товаропотоците.

доц.д-р инж. Викенти Спасов, тел. 02/737514;02/717104(в.243,312),

e-mail: vspassov@vtu.acad.bg

гл.ас. инж. Екатерина Кирчева, тел.02/717104(в.317,312)

Това означава, че в съвременната икономика складовете имат логистични функции и са важна подсистема на интегралната система производство-транспорт-разпределение, поради което нивото на тяхното развитие, техническо съоръжаване и функциониране влияе съществено върху нейната ефективност. Във връзка с това складовете не трябва да се разглеждат само като вместимости (помещения) за съхраняване на товари, а като сложни механизирани и автоматизирани технически системи с конкретни цели, структура, техническо съоръжаване, технология и управление на ТМП, които са свързани и взаимодействат с технологичните процеси на съответното предприятие и на транспорта. Като се вземе предвид неравномерността на товаропотоците, сложността и динамичността на процесите, функционирането на складовете има динамичен и стохастичен характер.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЪВРЕМЕННИТЕ СКЛАДОВИ ЦЕНТРОВЕ В БЛИЗОСТ ДО ПАН-ЕВРОПЕЙСКИЯ ТРАНСПОРТЕН КОРИДОР №4 (ДРЕЗДЕН – ПРАГА - БРАТИСЛАВА – ГИОР – БУДАПЕЩА – АРАД - КРАЙОВА – ВИДИН – ЛОМ – СОФИЯ - СОЛУН/ПЛОВДИВ - ИСТАНБУЛ)

В западната промишлена зона на гр. Видин от 20 години функционира складов център на фирмата Видаснаб –ЕООД. Той се състои от складов корпус (4 броя закрити халета), (открит склад (естакада), самостоятелен закрит склад и административна сграда. Четирите закрити халета, изграждащи складовия корпус са с дължина 120 m, широчина 24 m и светла височина 7,2 m. Общата складова площ е 11520 m². Конструкцията им е железобетонна, сглобяема. Централните две халета са съоръжени с по два броя мостови едноредови кранове с товароподемност 32 kN всеки. В другите две халета има монтирани стелажи, обслужвани с електрокари. Към складовия корпус има изградени подходящи товарно-разтоварни рампи. Откритият склад, който е непосредствено до складовия корпус е съоръжен с два броя двугредови мостови крана с товароподемност 125 kN всеки. Складът е с дължина 120 m, широчина 24 m, височина на повдигане на крановете 9 m. Общата складова площ е 2880 m². Закритият самостоятелен склад е с дължина 97 m, широчина 15 m и светла височина 4,2 m, монолитна конструкция. Преграден е на четири отделни складови помещения (три по 450 m² и едно – 105 m²).

Четирите помещения са дадени под наем. Две от халетата в складовия корпус са също отдадени под наем. Останалите площи са свободни. Административно-битовата сграда е на четири етажа, монолитна конструкция. Разполага със столова и санитарно-битови възли. Разгърнатата строителна площ – 2520 m². Складовият център “Видаснаб” ЕООД се намира на около 1500 m от мястото, определено за изграждане на втория мост над р. Дунав (Видин-Калафат). Предложенията към евентуалните инвеститори са: отдаване под наем; закупуване или създаване на смесено дружество.

В гр. Лом, в източната промишлена зона, се намират две големи фирми, разполагащи със свободен логистичен потенциал. Фирмата “Металснаб-Лом” АД, която е с предмет на дейност търговия и снабдяване с метали, е разположена на територия от 77 000 m². Тя притежава закрит складов корпус, състоящ се от две халета, всяко с дължина 120 m, широчина 36 m и височина 12 m. Халета са съоръжени с по два броя мостови двугредови крана, всеки с товароподемност 50 kN. Складовият център разполага и с 6 броя открити склада, съоръжени с по един брой мостов двугредов кран с товароподемност 125 kN всеки и един брой с товароподемност 50 kN. Откритите халета са с дължина 240 m широчина 24 m и височина на повдигане 9 m всяко едно от тях. Фирмата разполага и с цех за металообработка с размери: дължина 32 m, широчина 21 m, височина 6 m, в който се извършва пресово-заваръчна и механична обработка. Притежава и собствени транспортни средства (ТС): 6 броя влекачи с ремаркета и 2 броя тежкотоварни автомобили, намира се на 200 m от пристанище Лом и притежава два собствени ж.п. колозова. Складът под митнически контрол, собственост на Металснаб-Лом е с капацитет 10 000 t метали. Собствената административно-битова сграда е на три етажа и е с разгърнатата строителна площ около 2000 m². Предложенията към евентуалните инвеститори са: продажба на административната сграда; продажба на свободен (незастроен) терен от 15 000 m² в регулацията на промишлената зона, непосредствено до пристанището; създаване на смесени дружества.

“Балканкар-Дунав Лом” АД е едно от четирите основни предприятия на най-големия производител на електро и мотокари в източна Европа – Балканкар ЕООД. Предприятието се намира на около 100m от пристанищен комплекс ЛОМ, притежава собствен

ж.п.коловоз до там и разполага със свободен логистичен потенциал, а именно: открит склад с дължина 140 m, широчина 24 m съоръжен с три броя портални крана с товароподемност 125 kN и 80 kN и височина на повдигане 9 m; открита складова площ с дължина 110 m, широчина 70 m съоръжена с два броя портални крана с товароподемност 50 kN и височина на повдигане 9 m. Предложения: “Балканкар-Дунав Лом” АД е в процедура на приватизация и може да се закупи цялото предприятие или отделни подобекти; могат да се наемат описаните складови площи; създаване на смесено предприятие.

В София, в северозападната промишлена зона, функционират значителен брой складови центрове, като по-голяма част от тях са частна собственост.

Фирмата “Универсал Комерс” АД притежава складов ресурс, състоящ се от четири блока: №№1,2,3,4. Корпусът е изграден от сглобяема железобетонна конструкция. Във всеки блок са монтирани пожароизвестителна и пожарогасителна инсталации. Блок №1 е дълъг 117 m, широк 36 m и светла височина 7,2 m. В него са монтирани клетъчни стелажи, два мостови едноредови крана с товароподемност 20 kN. Блок №2 е дълъг 108 m, широк 36 m и светла височина 8,1 m. В него са монтирани клетъчни стелажи, обслужвани от два броя щабелни крана с товароподемност 10 kN и два броя мостови едноредови крана с товароподемност 32 kN. Блок №3 е с параметри: дължина 72 m, широчина 45 m и светла височина 8,1 m. Обслужва се от два броя щабелни крана с товароподемност 10 kN и два броя мостови едноредови крана с товароподемност 32 kN. Блок №4 представлява полуавтоматизиран стелажен склад, оборудван с клетъчни стелажи, обслужвани от 26 броя трансманипулатори. Осигурени са 18720 палетни места. Блокът е дълъг 60 m, широк 72 m и светла височина 14,4 m. Монтираните трансманипулатори са с товароподемност 10 kN, височина на повдигане 11,9 m и основна скорост на придвижване – 63 m/min. Складът е съоръжен с пожароизвестителна и пожарогасителна инсталации. По цялата южна страна на корпуса е изградена покрита ж.п. и авто товарно-разтоварна рампа с дължина 150 m. Складовият център “Индустриал Комерс” АД разполага с два ж.п. коловоза и административно-битова сграда на 7 етажа, монолитна конструкция. Фирмата притежава в съседство празен (незастроен) терен с площ около 50 000 m², през който преминават два ж.п. коло-

воза. Предложения към евентуалните инвеститори: наемане на съществуващи складови вместимости; създаване на смесено предприятие; изграждане на самостоятелен център върху празния терен.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЪВРЕМЕННИТЕ СКЛАДОВИ ЦЕНТРОВЕ В БЛИЗОСТ ДО ПАН-ЕВРОПЕЙСКИЯ ТРАНСПОРТЕН КОРИДОР №8 (ДУРЕС-ТИРАНА-КАФТАН/КАФАЗАН-СКОПИЕ-ГЮЕШЕВО-СОФИЯ-ПЛОВДИВ-БУРГАС/ВАРНА)

В северозападната промишлена зона на София функционира складов център за хранителни стоки на общинска фирма “Хранителни стоки” ЕАД. Складовият център се състои от четири складови блока, специализирани по типа на съхраняваните стоки. Общата складова площ на центъра е 18 960 m². Складов блок №1 е предназначен за масови стоки, като е разделен на две зони: I - за стоки с голям брой номенклатури; II - за стоки с малък брой номенклатури от даден вид. В зона I стелажен клетъчен блок осигурява 6420 палетни места и се обслужва от 5 броя трансманипулатори с автоматично управление с височина на повдигане 9,2 m. В зона II стелажният клетъчен блок осигурява 7704 палетни места и се обслужва от 6 броя трансманипулатори с автоматично управление с височина на повдигане 9,2 m. Към двата стелажни блока са предвидени необходимите входящи и изходящи ТРС. Складов блок №2 е предвиден за хранителни стоки, изискващи определен температурен режим. Осигурява се температура 16°C и относителна влажност 65-70% чрез климатична инсталация. Стелажният клетъчен блок осигурява 3464 палетни места и се обслужва от 4 броя трансманипулатори с автоматично управление с височина на повдигане 9,0 m. Предвидени са входяща и две изходящи (на две различни коти) ТРС. Складов блок №3 е предвиден за силно миризливи стоки. Съхраняването е в стелажен клетъчен блок, осигуряващ 2760 бр. Палетни места, обслужван от два броя трансманипулатори с автоматично управление и височина на повдигане 9,2 m. Постъплението и експедицията на товарите към (от) стелажния блок е чрез подвижни платформи. В складов блок №4 се съхраняват тютюневи изделия, в еднокоридорен стелажен клетъчен блок, осигуряващ 1380 бр. палетни места. Обслужван от трансманипулатор с ав-

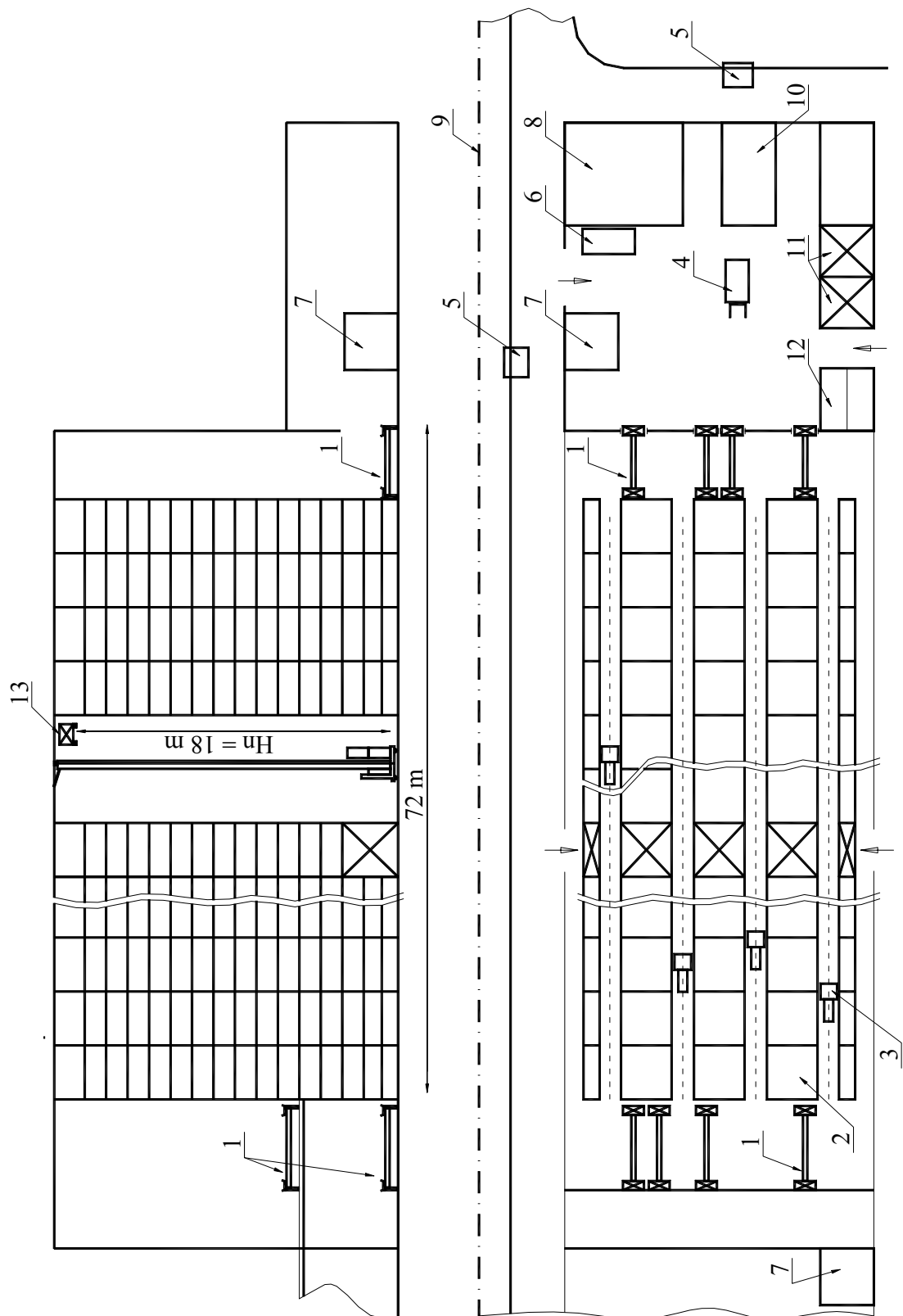
томатично управление и височина на повдигане 9,2 m. В складовия център се използват и необходимите електрокари, електрически и ръчни транспалетни колички.

В гр.Дупница се намира складов център на ХФК за суровини и готова продукция (фиг.1). Съоръжен е с четири стелажни блока 2 с капацитет 6432 бр. палетни места. Междустелажните коридори се обслужват от трансманипулатори 3 тип ТС10Н1А ТРВ165 с товароподемност 10 kN и височина на повдигане 18 m. Като вътрешно-складово съоръжение са възприети три вида палети: плоска метална с борд – 1200x800x264 mm; плоска метална с нисък борд – 1244x834x187 mm; каса палета метална – 1235x835x970 mm. Приемната зона се обслужва от електрокари високоповдигачи 4 с товароподемност 10 kN и височина на повдигане 2,8 m. Постъплението и експедицията на товарите към (от) стелажния блок е чрез подвижни платформи 1 с товароподемност 10 kN. Складът е свързан с ж.п. коловоз и с автоподходите чрез рампи (автомобилна и ж.п.). Рампите са съоръжени с преходно-изравнителни подвижни мостове мостове 5 и 7 с товароподемност 50 kN. Управлението се извършва от две кабинни КУ1 и КУ2. Установяването на масата на товарите се извършва чрез циферблатна бързодействаща везна 6. Останалите позиции са: 7 - кабина за управление, 8 -склад, 9 - ж.п.коловоз, 10 – канцелария, 11 – асансьор, 12 – стълби, 13 – палетна товарна единица (ПаТЕ). Производителността на склада “вход-изход” е 60 ПаТЕ/ч.

В южната промишлена зона на гр. Пловдив е разположен складовия център на фирмата “Техноресурс-Пловдив”АД. В него са изградени четири складови корпуса:№1,2,3,4. Корпус 1 се състои от ниска и висока част. Във високата част са изградени три халета с дължина 66 m, широчина 24 m и височина 14 m. Това са високостелажни складове, метална самоносеща конструкция, стелажите на които осигуряват 11 280 палетни места. Обслужват се от 10 броя автоматизирани трансманипулатори с товароподемност 10 kN и височина на повдигане – 12 m. Ниската част на корпуса се състои от 6 халета, напречно разположени на високите халета и са с параметри: дължина 72 m, широчина 24 m и светла височина 6 m. Изградени са от сглобяема стоманобетонна конструкция и в тях са монтирани клетъчни стелажни, обслужвани от електрокари-високоповдигачи. Складов корпус №2 се състои от четири халета, сглобяема железобетонна конструкция, всяко с дължина 90 m, широчина

24 m и светла височина 7,2 m. В тях са монтирани клетъчни стелажни, обслужвани от електрокари-високоповдигачи. Складов корпус №3 представлява самостоятелно хале, сглобяема стоманобетонна конструкция с дължина 72 m, широчина 24 m и светла височина 6 m. Монтирани са клетъчни стелажни, обслужвани от електрокари-високоповдигачи. Складов корпус №4 се състои от четири халета, сглобяема железобетонна конструкция, всяко с дължина 72 m, широчина 24 m и светла височина 6 m. В тях са монтирани клетъчни стелажни, обслужвани от електрокари - високоповдигачи. Складовият център притежава ж.п. коловоз, преминаващ пред четирите складови блока, като всеки от тях е съоръжен с подходяща, покрита товарно-разтоварна рампа. На територията на складовия център има административно-битова сграда, работилница и свободен (незастроен) терен около 12 000 m². Предложенията към евентуалните инвеститори са: наемане на съществуващи складови вместимости; създаване на смесено предприятие; изграждане на самостоятелен център върху празния терен.

В югозападната промишлена зона на гр.Бургас се намира складов център на фирмата “Бургас Комерс” АД. В него се осъществява търговско-снабдителска дейност с широка гама търговски стоки (козметика, играчки, спортни стоки, мебели и др.) Складовете в центъра са 5 броя, като четири от тях са със сравнително малки размери - 18x18,7 m и светла височина 4,2 m, монолитна конструкция. Тези складове са съоръжени с клетъчни стелажни, обслужвани с електрокари и такива, обслужвани с подвижна стълба с платформа. Петият склад е с размери 48,5x11,9 m, светла височина 4,9 m и е метална конструкция. Монтираните клетъчни стелажни за електрокари осигуряват 232 палетни места. В същата промишлена зона на гр.Бургас се намира и един от модерните складови центрове – този на общинска фирма “Аптечно управление” АД-Бургас. Той представлява девет коридорен стелажен блок самоносеща конструкция, обслужван от два броя трансманипулатори, като за целта е предвиден трансбордър за преместването им от един стелажен коридор в друг. Трансманипулаторите са с ръчно управление, с товароподемност 10 kN и височина на повдигане 12 m. Приемането и експедицията на палетизираните товари е чрез електрокари.



фиг.1

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СКЛАДОВИТЕ ЦЕНТРОВЕ

Развитието на центровете е в няколко направления.

В сферата на търговията и снабдяването се извършва уедряване и териториално обособяване в близост до производствени центрове и многобройни потребители.

В сферата на промишлеността тенденцията е обратна – намаляване на складовите запаси чрез изграждане на ефективна автоматизирана система за управление на материалните ресурси по цялата верига производство-потребление (П-П). Такава е автоматизираната система за управление, контрол и отчетност на материалните ресурси “точно в срок” (just in time). Тя дава възможност да се намали размерът на нормативния производствен запас от няколко дни до няколко часа, което води до намаляване на потребността от складова площ.

Търсят се нови конструктивни и технологични решения за складовите съоръжения (стелажи, палети и др.), подобряващи якостните им характеристики и намаляващи разхода на метериали (предимно метал).

Като основни машини за механизиранието и автоматизирано манипулиране на товарите в складовете ще продължи използването на трансманипулаторите във високите складове, а транспортно-разпределителните системи (TRC) и в бъдеще ще останат основно средство за напречен транспорт на базата на ролкови и верижни акумулиращи транспортъори, подземни секции, разпределителни колички и др. В складовете с по-малък товарооборот и тези, интегрирани с производството, все по-широко разпространение ще намират робокарите. Съществува и тенденция към унификация, типизация, стандартизация и изграждане на системите на модулен принцип.

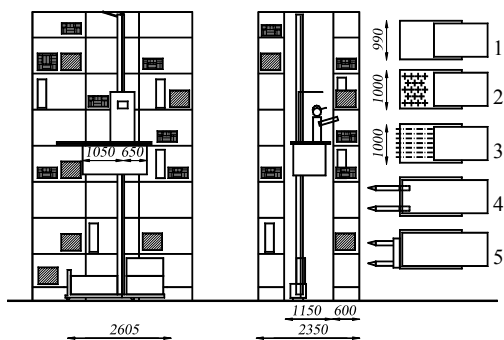
Ще се разшири прилагането на нови автоматизирани системи за складиране като: автоматизирана минисистема за складиране и комисиониране на дребни единични и пакетирани товари; каруселна система за складиране и комисиониране на единични и пакетирани товари; тунелна система с повишена плътност на складиране на палетизирани товари (вкл. и за дългомерни метали) в хоризонтални стелажни канали (тунели); системи “Ролак” и “Робот” за товари върху специални рол-

палети с повишена плътност на складиране в стелажни тунели (канали).

Използването на нови поколения ЕИМ в комбинация с различни периферни устройства за разчитане, предаване, запамяване, кодиране и печатане на информация дава възможност да се използват нови системи, които оптимално да съответстват на изискванията на съвременните транспортно-складови системи.

Изграждане на складови центрове с комисиониране. То включва операции, които се извършват само в складове, защото технологично и организационно не могат да се извършат на друго място с по-малка обща себестойност. То се налага, за да се удовлетворят противоречивите изисквания на производители, потребители и транспорт, а именно: производителите имат технологична и финансова изгода от формиране на УТЕ от еднородни (еднотипни) товари, потребителите – от по-малки количества от разнородни товари (многотипни), а транспортът между тях – изисквания за товари в УТЕ. Чрез комисионирането производственият асортимент от товари се преобразува в потребителски, като се запазва използването в ТМП на УТЕ. Тъй като поръчката на потребителя представлява нова УТЕ с друг състав, комисионирането е една от проявите на промяна на параметрите на товаропотоците. Комисионирането и комплектуването най-трудно се поддават на механизация и автоматизация поради разнообразието на формата, геометричните и масови параметри на ЕТЕ и поради невъзможността практически да бъдат идентифицирани, изземвани и поставяни без участието на човек. Засега само операциите по подготовка, транспортиране и предаване на клиентските и вътрешноскладовите палети (УТЕ) се подават на пълна механизация и понякога на автоматизация. Съществуват различни технологични и организационни решения на системите за комисиониране и комплектуване. Всяка завършена комисионираща операция се състои от четири фази (операции): подготовка, придвижване, изземване и предаване. По начина на осъществяване на отделните фази системите за комисиониране са със статична и динамична подготовка. Към първите се отнасят: системи за комисиониране от рафтови (полични) стелажи; системи за комисиониране от подвижни стелажи; системи за комисиониране с каривисокоповдигачи; системи за серийно комисиониране; системи с автоматично изземване на ТЕ; системи с трансманипулатори.

На фиг.2 е показана схема, на която комисионирането се извършва с трансманипулатор и оператор, разположен в кабината на машината. Складът е съоръжен с високи (до 12 m) рафтови или клетъчни стелажи. Трансманипулаторът е специално изпълнение (производство на “Интрансмаш”). Пред кабината на оператора или странично от двете страни на колоната има работни маси (поз.1) или други работни елементи за облекчаване на процеса на комисиониране от стелажните клетки (ролкови или сачмени маси (поз.2 и 3), надлъжно разположени неподвижни или подвижни карни вилници (поз.4 и 5) или напречно изнасящи се телескопични вилници). Трансманипулаторите са най-често с товароподемност $G_n=320$ kg (заедно с оператора) при широчина на работния коридор 1150 mm и максимална височина около 10 m.



фиг.2

Към системите за комисиониране с динамична подготовка се отнасят: системи за комисиониране от елеваторни стелажи, системи за комисиониране от каруселни стелажи, автоматизирани минисистеми за складиране и комисиониране на дребни товари и автоматизирани системи за складиране и комисиониране на палетизирани товари. Наричат се автоматизирани складови системи за комисиониране (АССК).

Предназначени са за експедиция, обработка и комисиониране на ПаТЕ или касети

(пластмасови и метални) с брутна маса (палета+товари) 50-250 kg.

Трансманипулаторът обслужващ системата е без кабина и се управлява автоматично чрез бордови контролер и пътна автоматика. Работните места за комисиониране се монтират челно или странично на стелажния модул с входящи (изходящи) транспортни системи.

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Направеният анализ показва, че в близост с преминаващите през нашата страна коридори №4 и №8 съществуват складови бази с добро оборудване и свободен потенциал. В някои от складовите центрове се установи, че съществуват подходящи свободни терени върху които могат да се изградят съвременни логистични центрове. Необходимо е: да се модернизира оборудването, което е морално и физически остаряло; да се ускори разработването и внедряването на по-ефективни складови технологии с голяма пропускателна способност и висок коефициент на използване на складовия обем, както и нови стелажи с понижен разход на метал; да се внедри повсеместно в складовото стопанство адресирането на товарните единици чрез шрих-код и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]Pascal Eymeri. La logistique de l'entreprise. Hermes. Paris. 1997
- [2]Спасов В. Високомеханизирани и автоматизирани складове за палетизирани товари в промишлеността и търговията; ”ИКО.С.1987
- [3]Спасов В. Състояние и тенденции на развитие на складовото стопанство в България
- [4]Проектни разработки и проспекти на БУД”ИНТРАНСМАШ”,1980-2000

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Учебен комплекс по експлоатация на железопътния транспорт

На площ от 1600 кв. метра са създадени осем лабораторни зали с различни видове централизации работещи в системата на НК БДЖ. В отделни зали е изграден пътнически и разпределителен район с обособени пътническа, възлова, участъкова и посредни гари. Разработен е модел на разпределителна гара, като системата е оборудвана с централен пост на гърбичния оператор. В комплекса има кабинет по безопасност и надеждност на движението.

School Complex in Railway Transport Operation

It has an area of 1600 square meters and consists of eight laboratory rooms with all kinds of interlocking devices operating in the system of the National Company of the Bulgarian State Railways (BDZ). In separate rooms passenger and marshalling regions with differentiated passenger, junction, section and intermediary stations have been built up. A model of marshalling station has been developed as a system equipped with a job operator's central inspection. Within the complex there is a traffic safety and reliability laboratory.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ТРАНСПОРТНАТА ПОЛИТИКА - УСЛОВИЕ ЗА ЕФЕКТИВНО УЧАСТИЕ И ВЗАЙМОДЕЙСТВИЕ НА ОТДЕЛНИТЕ ВИДОВЕ ТРАНСПОРТ НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР

Кирка Василева

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" No 158

АНОТАЦИЯ

Транспортният пазар в настоящия момент представлява едновременно предизвикателство и възможности за транспортните фирми и за превозвачите. Голямото предлагане на транспортни услуги и изключително ограниченото търсене прави от транспортния пазар една силно конкурентна среда. При тези условия Националната транспортна политика и политиката на отделните видове транспорт и транспортни фирми е определящо условие за ефективното участие на отделните видове транспорт и транспортните фирми на транспортния пазар.

Ключови думи: транспортна политика, транспортен пазар, фирмена политика, равнопоставеност на пазара, външни разходи, договорна цена, финансови взаимоотношения между държавата и железницата, свобода на превозвачите, обществена поръчка .

Националната транспортна политика и политиката на отделните видове транспорт и транспортни фирми е определящо условие за ефективното участие на отделните видове транспорт и транспортните фирми на транспортния пазар. Това с особена сила важи сега, когато транспортния пазар е свободен, но в същото време силно стеснен. Голямото предлагане на транспортни услуги и изключително ограниченото търсене, както на товарни, така и на пътнически транспортни услуги, прави от транспортния пазар една силно конкурентна среда.

Спецификата на транспортния пазар в настоящия момент представлява едновременно предизвикателство и възможности за транспортните фирми и за превозвачите. Предизвикателството се изразява в това как и колко бързо те ще се

адаптират към новата ситуация, а възможностите – това е свободата им в осигуряването на нови транспортни бизнес-услуги, търсени от клиентите.

Участието в транспортния пазар и лоялната конкуренция между превозвачите е част от провежданата транспортна политика и тя трябва задължително и законово да се основава на следните основни принципи:

- Равнопоставеност на превозвачите на транспортния пазар при осигуряване на свободен достъп до всички негови сектори;

- Напълно изяснена и регламентирана политика на Държавата в областта на транспортния отрасъл и неговите подотрасли;

- Свобода на превозвачите да развиват транспортните си мощности и да създават транспортни услуги, които да отговарят на изискванията на пазара и на потребителите;

* ст. н. с. д-р Кирка Василева, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев", No 158

- Разработване и законово регламентирани на ефективни средства за защита на потребителите и на участниците в транспортния процес;

- Разработване и приемане на законодателни актове за финансово-осигурителен режим на основата на ясен и конкретен Договор между Държавата и превозвачите при възлагане на обществени услуги или специални тарифни облекчения за определени категории потребители или видове транспортни услуги;

- Ефикасно организиране и внимателна оценка на необходимостта от опазване на околната среда, като се прави точен разчет за социалната цена на замърсяването на атмосферата и шума, както и на задръстванията и безопасността на движението. "Външните транспортни разходи" трябва да бъдат оценени и взети предвид в развитието на транспортните системи, както в процеса на експлоатацията, така и при изграждането, развитието и поддържането на инфраструктурата и на транспортните средства.

В тези условия, за да не се превърне конкуренцията в нерегламентирана борба между участниците на транспортния пазар, е наложително разработването и въвеждането в сила на съответни нормативни документи, които да регламентират равнопоставеното участие на всички "играчи" на пазара.

Ключовият принцип, който Европейската икономическа комисия счита, че трябва да бъде приет, е че всички видове транспорт, всички фирми и превозвачи трябва да посрещат пълните разходи за ресурсите, които използват, включително припадащият им дял от разходите за инфраструктура и "външните разходи", свързани с опазването на околната среда.

Разбира се, това би могло да стане само след като предварително са изяснени целите на развитие на националната транспортната система и на отделните ѝ подсистеми - железопътен, автомобилен, воден и въздушен транспорт, и с отчитане на възможностите, значението и целесъобразността от комбинираните превози.

Концентрираните в последно време усилия върху реструктурирането и хармонизирането на правната основа на страната с европейското законодателство, включително и на тази в транспортния сектор, няма да бъдат достатъчни и успешни, ако

предварително не са поставени ясни цели и не са определени ефективните границите на развитие и функциониране на отраслите и подотраслите. Тези граници следва да бъдат уточнени на основата на предварителни проучвания и оценки за обществената целесъобразност и значимост без да противоречат на действащите пазарни принципи и без да ограничават свободата на действие на превозвачите.

Но само съществуването на добра нормативна база не е достатъчно условие за ефективни практически резултати. Нагледен пример в това отношение е наличието на Закона за БДЖ и План - договора между Държавата и Железниците. Тези нормативни документи теоретически решават въпроса с равнопоставеността на железопътния и автомобилния транспорт на транспортния пазар. На практика, обаче, всички сме свидетели, колко равнопоставени са тези два вида транспорт, особено по отношение на изграждането, поддържането и ремонта на техните инфраструктури и компенсациите за възложените им обществени услуги.

Доминиращата роля на железниците в наземния транспорт беше нарушена от експанзията на автомобилния транспорт. Това стана не само и не преди всичко поради предимствата на автомобилните превози в някои сектори на транспортния пазар, а в редица случаи поради характерът на провежданата национална транспортна политика или поради липсата на такава ефективна политика в условия на пазарна икономика. Различията във финансирането на изграждането и поддържането на транспортните инфраструктури, осигури облекчения за някои видове транспорт и доведе до сериозни финансови затруднения в железопътния транспорт.

Това именно не бива да се допуска от една правилна и добре обоснована Национална транспортна политика, каквато се надяваме скоро да бъде разработена и оповестена от съответните държавни и законодателни органи.

Част от националната транспортна политика, която осигурява еднакви равнопоставени условия за всички превозвачи на транспортния пазар и създава условия за ефективно функциониране на транспортните системи, са компенсациите за възложените от Държавата обществени поръчки и тарифни облекчения. Ярък пример за не добра

национална транспортна политика в това отношение са взаимоотношенията между Държавата и железницата. На всички са известни големият обем пътнически превози, които железниците извършват с намалени цени и безплатно за различни социални групи – деца, учащи се, възрастни граждани, инвалиди и др. Процентът на тези пътници варира от 35 до 50% за различните направления и влакове. Приходите от пътническите превози са около 3.5 пъти по-малки от разходите за тяхното осъществяване. Само през последната 2000-на година приходите от дейността при пътническите превози са кръгло 146 млн лева, а разходите за същата тази дейност възлизат на 245 млн. лева. При това в сумата на приходите са включени 60 млн. лева компенсации от Държавния бюджет за пътнически превози. Следователно, загубата от почти 100 млн. лева, въпреки 60-те млн.лв. компенсации, прави пътническите превози абсолютно неефективни за железопътния транспорт. Субсидиите за жп транспорт са нещо обикновено във всички европейски страни. 60-те млн.лв. субсидии за железопътните пътнически превози представляват само 10% от общата сума на разходите на БДЖ за товарни и пътнически превози.

В същото време, по данни на Международният съюз на железниците /UIC/, участието на Държавните бюджети в компенсацията на разходите на железниците в Гърция достигат до 88%, в Италия – 83%, в Белгия – 76%, в Австрия – 56%, в Германия – 53%.

Препоръките на Световната банка към железопътната компания, направени след прегледа на финансовите резултати на компанията за първото шестмесечие на 2001 година, са за засилване на пазарната и търговската ориентация на железниците, включително и чрез повишаване на цените на пътническите и товарните превози. В началото на тази година пътническите и товарните тарифи бяха увеличени съответно с 15 и 20%. В НК“БДЖ” не предвиждат ново увеличаване на тарифите до края на годината. Може би промените в търговската политика чрез увеличаването на цените за превоз няма да доведе до позитивни финансово-икономически резултати, каквито надежди вероятно възлагат специалистите от Световната банка. . Дори напротив – това може да стане причина за отлив на пътници и

товари от железопътния транспорт, което още повече ще влоши крайните финансови резултати.

Може би по-верният и правилен път на търговска политика и на обща фирмена политика е да се намерят начини и средства и да бъдат компенсирани напълно всички социални преференции и обществени поръчки, които масово изпълнява жп транспорт.

По този начин следва да се постъпва и за всички останали видове транспорт и за всички превозвачи, на които са възложени обществени поръчки или тарифни намаления. Необходимо е да се изгради нов режим на взаимоотношения, който да съгласува обществените потребности с ефективен мениджмънт от страна на оторизираните органи. Основна характеристика на тази система е да се създаде предварително договорена цена, свързана с точно дефинирана транспортна услуга. Тази договорена цена да бъде базова част на Споразумение /Договор/ между Държавата и съответния превозвач / Фирма/.

Договорената цена не трябва да бъде директно свързана и зависима от разходите на превозвача. Тя трябва да бъде по-скоро определена чрез пазарен подход, като се вземат предвид и други възможности за осигуряване на тази услуга. Държавата трябва да направи тази оценка на възможностите на базата на социален анализ, като отчита съотношението “разходи/ полза”.

От друга страна ще се очаква всеки превозвач да постигне своите специфични цели като: някои дейности ще бъдат с напълно търговски характер и ще се извършват в съответствие с действащите пазарни принципи; други услуги ще се извършват заради обществените власти на базата на ясен Договор за обществени услуги между двете страни. Все още не е ясно как ще се постъпва в случаите, когато обществените власти /Държавата, общините и т.н./ не изпълняват задълженията си по този договор, каквито случаи на практика вече има у нас.

Друг, особено важен момент в националната транспортна политика, е фактическото изравняване на финансовите взаимоотношения на Държавата с всички видове транспорт по отношение изграждането и поддържането на тяхната инфраструктура

Със действащия Закон за БДЖ и сключения План-договор между Държавата и

железницата формално този въпрос е решен. В тези документи е записано, че Държавата поема финансовата отговорност за изграждането и поддържането на железопътната инфраструктура. Наблюденията обаче показват, че това законово решение все още не е изпълнено изцяло на практика. Финансовият резултат на железниците за 2000г. по Капиталното строителство сочи загуба в размер на 86млн.лв. голяма част, от които са изразходвани за основен ремонт и подновяване на железния път и на контактната мрежа.

Не по-малко важна и определяща за мястото на всеки вид транспорт, за всяка транспортна фирма на транспортния пазар е собствената ѝ транспортна политика. Разработването, управлението и провеждането на правилна фирмена политика е гаранция за ефикасното функциониране и развитие на всяка фирма. В това отношение, независимо от новите закони и постановления, предстои сериозна работа и усилия за постигане на конкретни резултати. Като се започне от проучването на транспортните пазари и възможностите за привличане на обеми и пътници за превоз, като се мине през организацията и избора на конкретните транспортни услуги и се стигне до реализацията и крайните финансови резултати – изборът на провежданата транспортна политика е основна в дейността на фирмата.

Всяка транспортна фирма може и трябва да упражнява свободата да си осигурява транспортни услуги в рамките на общата транспортна политика, но в същото време и при всички условия, като спазва предварително установените общи правила. Принципите и изискванията на пазарната икономика следва да вървят ръка за ръка с принципите и изискванията на лоялната конкуренция и партньорство, заложен в провежданата фирмена политиката. В противен случай –трайните положителни резултати от дейността на фирмата не са гарантирани, независимо от това, че те временно могат да бъдат на лице.

Временното чувство за липса на загриженост във държавните органи и ведомства и за безнаказаност на фирмите за нарушаване на правилата на коректното пазарно поведение, час по-скоро ще трябва да отстъпи място на пълната отговорност, административна, финансова, вкл. и съдебна, за неспазване правилата на играта на пазара. Това е задължителна част от общата национална политика, както и от политиката на всяка фирма и от поведението на всеки превозвач.

На отделните видове транспорт, транспортните фирми и превозвачите трябва да бъде гарантиран статута на независими оператори, чието поведение се определя от търговските принципи и са адаптирани към пазарните потребности. В същото време е важно да се осъзнае от тези оператори необходимостта от партньорство при реализирането на превозите. Особено препоръчвани от специалистите в това отношение са комбиниранията национални и международни превози. Тази технологична схема може да бъде оценена, и при доказани предимства да бъде предпочетена.

Ефикасността от действията и усилията за успешно и нормално функциониране на транспортния сектор ще бъдат компрометирани, ако принципите и изискванията на транспортната политика не станат фундамента, върху който ще се изгражда националната, регионална, отраслова и фирмена транспортна политика.

Надеждата е, че ще се осигурят необходимите условия и нормативни документи, така че присъщата на всеки вид транспорт ефективност и конкурентноспособността на всеки превозвач да се развива и подобрява на транспортния пазар, като в същото време се защитава правото и изискването транспортните услуги да се извършват в интерес на обществото.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

Графичен метод за анализ и моделиране на превозните цени в товарния железопътен транспорт

Емил Божидаров Железов

ВТУ "Тодор Каблешков", София, България, E-mail: mono@tradel.net

АНОТАЦИЯ: *Провеждането на гъвкава тарифна политика изисква оперативно да се анализират и моделират тарифните ставки, така че тяхното прилагане да стимулира товарните превози при осигурена рентабилност. Чрез предложения метод се преодоляват практическите затруднения в този процес, свързани с обработката на голяма по обем информация и изчислителна работа*

- **Графичен модел - построяване и функции**

Основните превозни цени, които се определят чрез единичните цени в тарифите, отразяват равнището на фирмените цени на транспортната продукция.

Анализът на равнището и динамиката на тарифните ставки е силно затруднен от големия обем данни (броят на тарифните ставки, включени в тарифите от 1992г. до 2001г. е над 71000), структурните и принципните промени в тарифите. Затруднения за пряко изследване пораждаат промените в групите и класовете на товарите, тегловите категории, километричните пояси, основните принципи за формиране на превозните цени, както и

диференциацията по километрични пояси и теглови категории. Част от тези затруднения могат да се преодолеят чрез предложения графичен метод, тъй като той дава възможност да се изследват общите връзки и съотношения между цените, успоредно с извършването на детайлен и многопосочен анализ в съответствие с тяхната диференциация.

В основата на метода е построяването на линейни диаграми по тарифните таблици, на които се изобразяват графично единичните цени (тарифните ставки), средната себестойност на тонкилометър, дегресията на себестойността, средната приходна ставка и средното превозно разстояние. За координа-

Емил Божидаров Железов, главен асистент,

ВТУ "Тодор Каблешков", София

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

ти се използват равнището на единичните цени и разстоянието, за което те се прилагат.

За да се осигури възможност за прилагане на метода при различни по конструкция, съдържание и принципи на построяване тарифни таблици, се налага предварително привеждане на табличните стойности в съпоставим вид. Това се постига чрез преизчисляването им в лева на тонкилометър, независимо от тарифната валута, броя и ширината на километричните пояси.

Кривата, отговаряща на дегресията в себестойността е построена при фиксирани стойности на обема на продукцията по следната зависимост:

$$C_d = C_z \cdot \frac{l_{sr}}{l_p} + C_p; \quad (4.1)$$

C_d - себестойност с отчитане на дегресията по разстояние на превоза;

C_z - зависими разходи на тонкилометър;

C_p - постоянни разходи на тонкилометър;

L_{sr} - средно превозно разстояние;

L_p - разстояние, отговарящо на средата на съответния километричен пояс.

На диаграмите се очертават шест полета, които характеризират зависимостта между равнището на цените и ефективността на превозите по километрични пояси, класове на товарите и теглови категории:

Поле 1. В него попадат единичните цени за превози на разстояние под средното, чието равнище е по-високо от себестойността. Реализацията на превози по тези цени осигурява печалба и приходи над средните.

Поле 2. Цени, които осигуряват приходи около и над средните и печалба, при превози на разстояния равни или над средното.

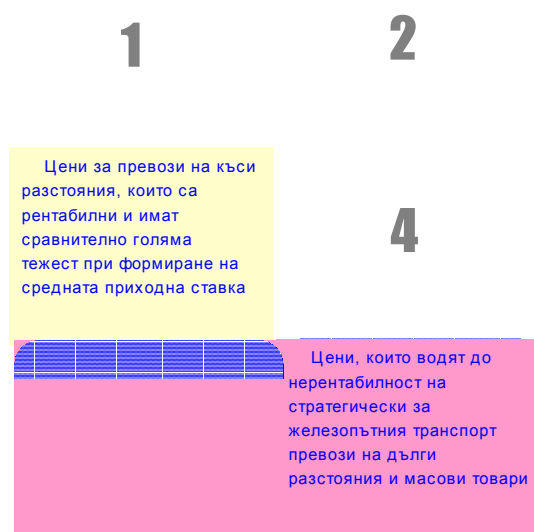
Поле 3. Цени за превози на разстояния по-малки от средното, които при реализация осигуряват печалба.

Поле 4. Цени, които осигуряват печалба при превози на средни и дълги разстояния, но занижават средната приходна ставка.

Поле 5. Цени за превози на къси и средни разстояния, които водят до загуби.

Поле 6. Равнище на цените за превози на дълги разстояния, които водят до нерентабилност. В това поле обикновено попадат цени за превоз на масови товари. При изграждане на тарифите е необходимо да се осигури равнище и дегресия на единичните цени, така че те да не попадат в това поле.

Схематично тези полета са представени на фигура 1.



Фигура 1.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Така построеният графичен модел позволява да се решават следните три групи задачи:

I. Да се извършват анализи и в следните насоки:

- равнище на цените по класове, тарифни разстояния и теглови категории;
- дегресия на тарифните ставки по километрични пояси и теглови групи;
- съотношение между равнището на фактическите цени и приходната ставка;
- съотношение между равнището на цените и себестойността на тонкилометър;
- степен на рентабилност на превозите при съществуващото равнище на тарифните ставки и себестойност на превозите;
- необходимост от структурни и количествени промени в приходите, единичните цени и разходите.

По графиките може да се съди и за ефективността на превозите по километрични пояси, класове на товарите и теглови категории, при съществуващата технология и организация на превозите и пазарна конюнктура. Те отразяват връзките цени - търсене - приходи - разходи - печалба.

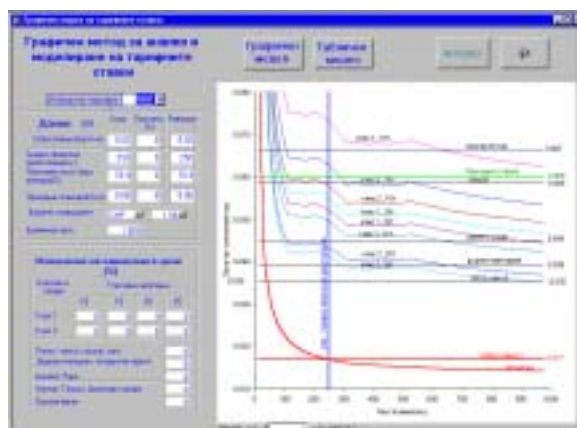
Конкретните измерения са резултат от взаимодействието на пазарните фактори и провежданата ценова политика. При определени по посока и сила на действие фактори могат да се определят и необходимите изменения в структурата и равнището на цените т.е да се използва модела за решаване на следващите две групи задачи на ценообразуването.

II. Да се моделират тарифните ставки чрез определяне на техните граници в зависимост от равнището на себестойността, нейната дегресия и средното превозно разстояние по оперативни или прогнозни данни.

III. Да се определя максималното равнище на себестойността, над което единичните цени водят до загуби.

• Приложение

За практическо прилагане на метода е разработено програмно приложение, в средата на приложния продукт Access, което включва и динамична база данни (Фигура 2).



Фигура 2.

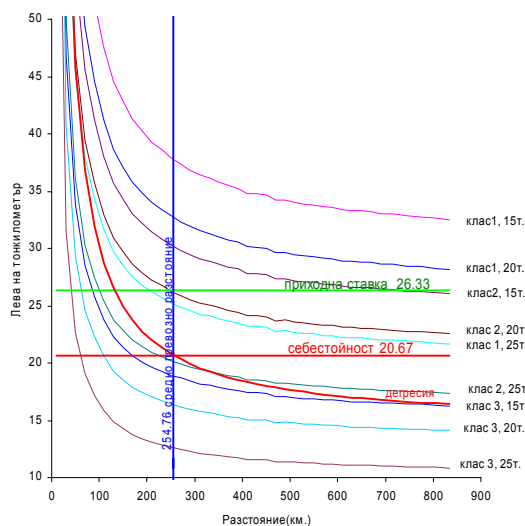
В програмата са използвани тарифните таблици от 1997г., 1998г. и 2001г. (фигури 3, 4 и 5). Те отразяват три различни методики, прилагани за определяне на единичните цени в тарифите на НК "БДЖ", което в графичния модел се отразява чрез вида на кривите.

Данните и функциите в програмата могат да се допълват, като по този начин се разширяват възможностите за нейното практичес-

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

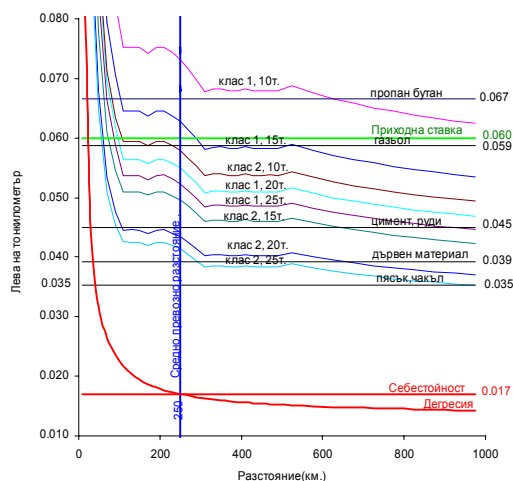
ко приложение. Програмната реализация на модела дава възможност за оперативно моделиране и анализ на единичните цени, при взимане на управленски решения.

При избор на конкретен модел и равнище на цените, изходните и модифицираните данни се представят автоматично в графичен и в табличен вид.



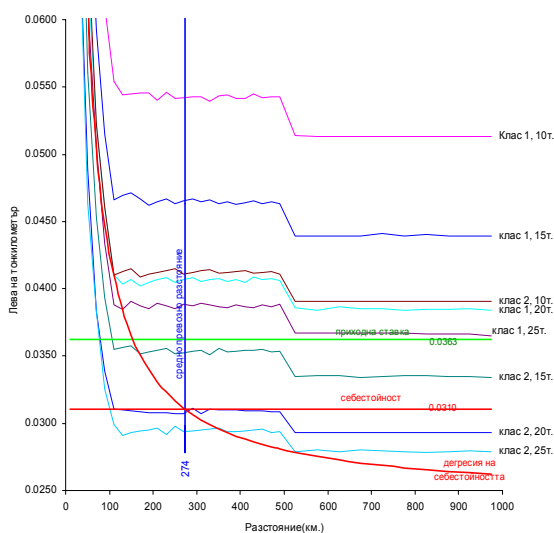
Фигура 3.

Диаграма на тарифните ставки по тарифа ЕТПТ от - 1997г.



Фигура 5.

Диаграма на тарифните ставки по тарифа ЕТПТ от - 2001г.



Фигура 4.

Диаграма на тарифните ставки по тарифа ЕТПТ от - 1998г.

Оперативно могат да се променят:

- Базовият модел (формули и методика за определяне) на тарифните ставки;
- Равнището на базовите тарифни ставки по теглови категории, класове и видове товари;
- Равнището на тарифните ставки с произволен процент;
- Тарифната валута и валутния коефициент;
- Базовото и експерименталното равнище на средната себестойност и дегресията на себестойността в зависимост от разстоянието на превоза;

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

- Средната приходна ставка, заложена в модела;
- Средното превозно разстояние, в съответствие с очакваното за периода;
- Единичната маса, въз основа на която се определят превозните цени.

Интерпретацията на резултатите е многовариантна и е в зависимост от фирмените цели и оперативните данни за разходите, приходите и обема на продукцията.

За илюстрация на възможностите на метода, той е приложен за анализ на единичните цени на НК "БДЖ" от 1992г. до 2001г. С помощта на програмното приложение в Access и възможностите на Excel са направени детайлни изводи, които не са поместени в настоящето изложение, но могат да се обобщят в няколко основни момента, характеризиращи развитието на тарифите и тарифната политика на НК "БДЖ":

- В товарния железопътен транспорт през разглеждания период са прилагани цени, голяма част от които са били под средната себестойност на превозите (включително и при отчитане на дегресията на себестойността с увеличаване разстоянието на превоза);
- Повишаването на цените е било винаги с голям лаг във времето спрямо увеличението на разходите за дейността и недостатъчно по размер;
- Превозите на масови товари, които са стратегически за железопътния транспорт, са извършвани по цени по-ниски или около средната себестойност;

➤ Дегресията в цените по километрични разстояния не винаги е съобразявана със структурата на превозите по видове товари и тяхните средни превозни разстояния;

➤ Дегресията на цените по теглови категории е допринесла в значителна степен за неэффективност на превозите на масови и едропартидни товари, поради несъответствие с изменението на себестойността;

➤ Диференциацията в тарифните ставки по класове и теглови категории е намалявана и е довела до тяхната редукция в по-малък брой, което улеснява работата с тарифите;

➤ Структурата на тарифните ставки е променена значително с прилагането на тарифа ЕТПТ, което е довело до значителни отклонения от себестойността при превози на определени разстояния;

Отчетната средна приходна ставка на тон-километър, по необясними на пръв поглед причини, е била винаги по-висока от средната себестойност. Причините за този парадокс могат да се търсят в големия относителен дял на приходите от допълнителни услуги и цени за престой на вагоните, както и с извършването на транзитни превози и превози във вагони на чужди железопътни администрации. При превози на товари във вагони, които са собственост на чужди железопътни администрации се прилагат единични цени по таблица 1-Б на тарифа ЕТПТ, които са по-високи с 1,8 пъти до 2, 07 пъти от тези за превоз във вагони собственост на БДЖ. Тези превози допринасят за повишаване на

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

средната приходна ставка, но относителният им дял е малък за да повлияе значително.

Голяма е разликата и между единичните цени по таблица 1-А (за превози от внос, за износ и между вътрешни гари) и тези за транзитни превози. Цените за транзитен превоз са от 4 пъти до 4,6 пъти по-високи и компенсират загубите от превози по цени на таблица 1-А.

Направените изводи поставят нов кръг от въпроси, свързани със структурата на превозите по видове съобщение и гранични преходи. Тук възниква още един парадокс. Средната приходна ставка за международни превози е по-ниска от тази за вътрешни превози, а равнището на цените е по-високо.

Обяснение за равнище на средната приходна ставка, по-високо от това на единичните цени, може да се търси и в структурата на превозите по видове товари. За повечето стратегически и структуроопределящи товари приходната ставка е над средната.

По-големият относителен дял на тези товари може да повлияе върху равнището на средната приходна ставка. За детайлизиране на анализа моделът трябва да се прилага и по видове товари и по съобщения.

В заключение може да се подчертае, че основните предимства на метода се определят от възможностите, които той дава за построяване на цялостен, лесно достъпен, разбираем и достатъчно точен графичен образ на анализирани величини и техните съотношения в динамика. Големият обем, визуално илюстрирана информация (синтезирана и аналитична) на изхода на графичния модел, прави метода практически приложим в областта на тарифостроенето. Освен за оперативен анализ на действащите тарифи и резултатите от тяхното прилагане, той може да се използва за моделиране на тарифните ставки по равнище и структура на всички етапи от процеса на ценообразуване в товарния железопътен транспорт.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА НА НК”БДЖ”

Кирил Карагъзов
Марин Маринов

ВТУ”Т.Каблешков”- София, ул.”Гео Милев”158 e-mail:mmarinov@gbg.bg

АНОТАЦИЯ

Изследвано е съществуващото състояние на железопътната мрежа на НК”БДЖ”, като и е направен анализ на техническите параметри на железопътните участъци и линии, качествените и количествените показатели в зависимост от вида и категорията на трафика. За целта железопътната мрежа на НК”БДЖ” е разделена съответно на участъци, поради различната им значимост. Въз основа на обработването и анализирането на данни за обема на превозите са направени някои изводи и набелязани някои проблеми...

Ключови думи: Железопътен транспорт, Железопътна мрежа, Железопътни участъци, Железопътни линии, НК”БДЖ”, Пътнически превози, Товарни превози.

ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието на неотдавна набелязаните европейски транспортни коридори поставя редица изисквания пред железопътната ни инфраструктура и железницата като цяло, което се оказва болезнена тема. Стратегическото положение на страната ни като пресечна точка между Изтока и Запада претърпя различни икономически и социологически интерпретации, но е факт, че 5 от Транс-европейските транспортни коридори при успешна защита на държавните ни интереси и навременно покриване на европейските изисквания, могат да минат през нашата територия.

Тези изисквания към коридорите както и пакета от европейски директиви свързани с реструктурирането на железопътен транспорт налагат извършване на задълбочен анализ за извличане на приоритетните участъци за развитие от железопътната мрежа и обособяване на проблемните участъци в тях.

ПРЕГЛЕД

В настоящият момент железницата загуби своя пазарен дял въпреки монополът ѝ върху превоза на определени видове товари и предимството ѝ по отношение на екология и безопасност. От друга страна железницата се намира в ситуация на съществуваща остра конкуренция с автомобилния транспорт.

Кирил Карагъзов, доц.-д-р инж., ВТУ”Т.Каблешков”- София, ул.”Гео Милев”158
Марин Маринов, докторант маг., ВТУ”Т.Каблешков”- София, ул.”Гео Милев”158

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Недостатъчно адекватно е взаимодействието на НК "БДЖ" с държавата, което да позволи качествено транспортно обслужване и устойчиво развитие на железопътния транспорт. За съжаление НК "БДЖ" не се вписва по печеливш начин в условията на пазара и не реагира търговски на предизвикателствата на конкуренцията.

В по – глобален аспект, Европейската общност отчита ролята и значението на железопътния транспорт в архитектурата на транс-Европейската транспортна мрежа маркира основните Европейски транспортни пътища и железопътни линии но се обособиха The Bottlenecks (заприщване) райони, в които попада и България.

За подобряване на ефективността и за интегрирането в конкурентния транспортен пазар, ЕС пристъпи към създаването на пакет от директиви регламентиращи необходимите условия и стъпки за реформиране и развитие на железопътната система като цяло. Някои по - важните аспекти са:

-изискване за либерализация и разделяне на управлението на инфраструктурата от превозната дейност;

-създаване на конкурентна среда между операторите;

-изискване за приоритетно развитие по транс-европейските транспортни коридори;

-изискване за хармонизация;

-коопериране и уеднаквяване на стандартите по отношение на:

-инфраструктура;

-ПЖПС;

-пресичане – граница”;

-превози "Just in time".

-продуктивни технологии и високо качество на обслужването.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА НА НК"БДЖ"

Общата дължина на мрежата на НК"БДЖ" възлиза на 4031 км, от които 2718 км (съответно - 67,4 %) са главни и 1313 км (съответно - 32,6 %) - второстепенни линии. В зависимост от типа междурелсие, железопътната мрежа се състои от 3787 км (съответно - 94 %) линии с междурелсие от 1435 мм и 244 км (съответно - 6 %) теснолинейка с междурелсие 760 мм. Участъците с двойна

линия съставляват 960 км т.е. 23,8 % от цялата мрежа и всички те са само по главните линии. Същевременно електрифицираните линии са с обща дължина 2478 км, т.е. 61 % от цялата мрежа и 81 % от главните линии т.е. 2201,58 км, а неелектрифицираните, съответно 1553 км, т.е. 39 % от цялата мрежа и 19 % от главните линии т.е. 516,42 км.

Активната част от железопътната мрежа на НК"БДЖ" е 40 % от общата ѝ дължина, което съставлява 60 % от главните железопътни линии, а останалите 60 % са съответно със слаба и ниска интензивност [2].

ПЪТНИЧЕСКИТЕ ПРЕВОЗИ

Основните фактори които определят размера на пътническите превози са общото икономическо състояние на страната, качеството на услугата, ценова политика и др.

Разпределянето на пътническата дейност в % по главни железопътни линии (по данни за 2000г)., представено в Табл.1 и Фиг.1. 2-ра главна железопътна линия реализира най-голям дял-34% следвана от 8-ма главна железопътна линия-16%, 1-ва главна железопътна линия-15% и 3-та главна железопътна линия- 11%.

Таблица.1

№	Главни железопътни линии	Дял
1	Калотина – Свиленград	15%
2	София – Горна Оряховица – Варна	34%
3	Илиянци – Карлово - Карнобат – Синдел – Варна – фериботна	11%
4	Русе-изток - Стара Загора – Подкова	9%
5	София – Владая – Кулата	6%
6	София – Волуяк – Гюешево	1%
7	Мездра – Видин	5%
8	Пловдив – Стара Загора – Карнобат – Бургас	16%
9	Русе – Каспичан	3%

За по задълбоченото изследване и анализиране на всяка една от главните железопътни линии с висок процентен дял, всяка от тях е разделена на подучастъци и съответно е извлечен процентният дял на всеки участък от общият за съответната линия, което е показано в Таблицы 2-5.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

От гледна точка на влиянието на така обособените железопътни участъци за реализирането на процентен дял в пътническите превози, преимуществено значение за железницата имат, както следва:

-От 2-ра главна железопътна линия са участъците Илиянци-Мездра, Мездра-Ясен, Ясен-Левски, Левски-ГО и ГО-Шумен;

-От 8-ма главна железопътна линия са участъците Пловдив-Михайлово, Нова Загора-Зимница и Карнобат-Дружба;

-От 1-ва главна железопътна линия са участъците София-Септември, Септември-Пловдив и Крумово-Димитровград;

-От 3-та главна железопътна линия са участъците Столник-Карлово, Карлово-Тулово, Дъбово-Зимница и Карнобат-Комунари.

Разделяйки железопътната мрежа на НК"БДЖ" по подобен начин, на подучастъци които са отделните съставни части на главните железопътни линии и отнасяйки техният дял към общият от гледна точка на влиянието им за реализирането на общия процентен дял в пътническите превози, се обособяват::

- Участъка Илиянци-Мездра с най-голям дял от превоза на пътници - 10%, (2-ра главна железопътна линия София-ГО-Варна);

-Участъка София-Септември с реализиран дял 7%, (1-ва главна железопътна линия Калотина-Пловдив-Свиленград);

-Следват участъците Мездра-Ясен (2-ра главна железопътна линия София-ГО-Варна) и Пловдив-Михайлово (8-ма главна железопътна линия София-Ст.Загора-Бургас) с реализиран процентен дял по 6%;

- и участъка Нова Загора - Зимница с реализиран процентен дял 5%, (8-ма главна железопътна линия София-Ст.Загора-Бургас).

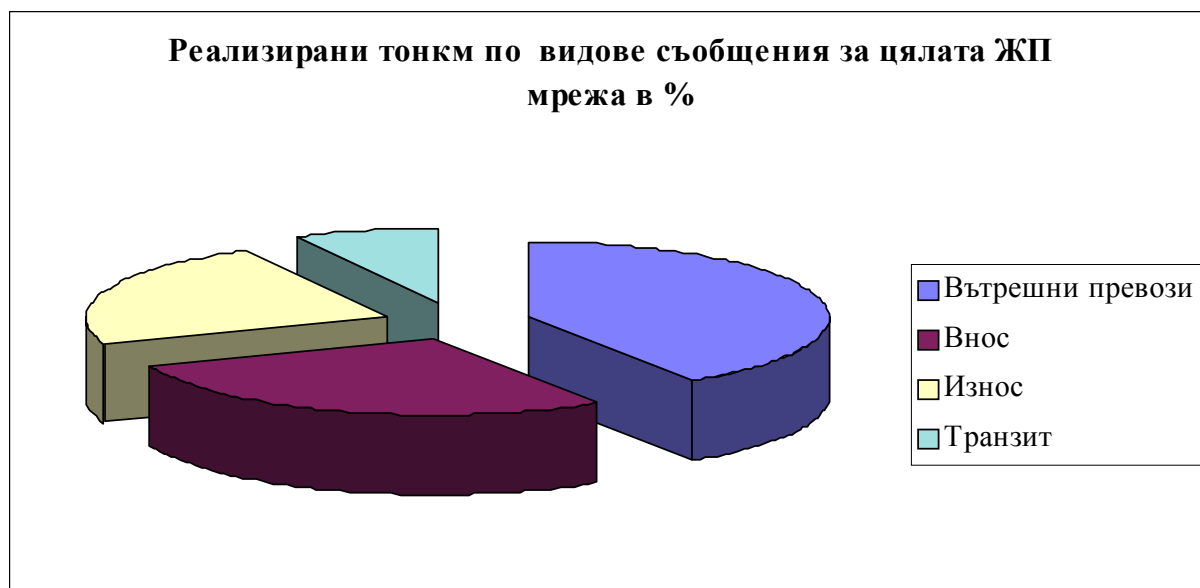
ТОВАРНИТЕ ПРЕВОЗИ

Реализираният годишен обем товарни превози се влияе от макроикономически фактори, като промишлена продукция, селскостопанско производство, външнотърговски стокообмен и др.

В зависимост от вида съобщение в структурно отношение превозените товари (за 2000г.) се разделят по дялове, както следва:

Таблица. 6

Вид съобщение	Вагони		Тонкм.	
	бр.	%		%
Вътрешно	226919	54%	2064814743	41%
Внос	93332	22%	1458105400	29%
Износ	69916	17%	1151036164	23%
Транзит	29739	7%	395108883	8%
Общо	419906	100%	5069065189	100%



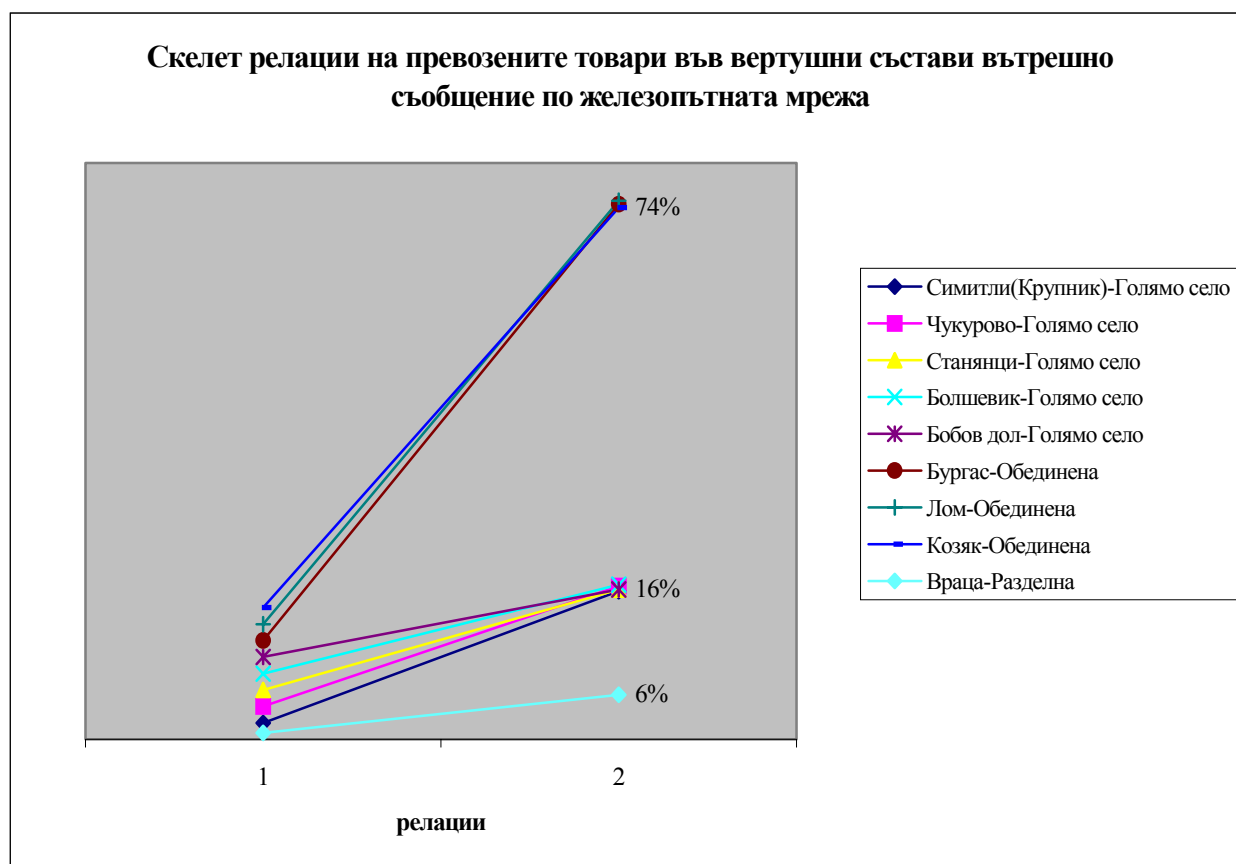
Фиг.2

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

При вътрешно съобщение, реализиращо 41% от тонкилометрите за цялата железопътна мрежа, както е показано в Табл.7, 66% са реализирани от вертушни състави с 46% от общият брой вагони за вида съобщение. Това налага внимание, защото с по-малък брой вагони се реализира по-голям процент от тонкилометрите и обратното за вътрешното съобщение. На Фиг.3 са показани съответните по - важни релации.

Таблица.7

Вид	Вагони	%	Тонкм	%
	бр.			
Вътрешно съобщение	226919	100%	2064814743	100%
Други	122593	54%	709697035	34%
Вертушни състави	104326	46%	1355117708	66%



Фиг.3

Със структурно-определящо значение са релациите погасяващи се в гарите Обединена (74%), Голямо село (16%) и Разделна (6%), съответно по видове товари – въглища, руда и прокат; въглища и изкуствени торове.

Както е показано в Табл.8, от своя страна вноса по вид съобщение се разделя на Гранични гари и Пристанища, като процентният дял на Пристанищата е значително по-голям. За 2000г. в проценти, вноса през пристанищата е 89%, като структуроопределящи са Пристанище Бургас с

54%, следвано от Пристанище Варна с 22% и Пристанище Лом с 20%. При Граничните Гари като структуроопределящи се определят Русе (Гюргево-север) с 68%, следвана от Варна-фериботна (Иличовск) с 21%.

Картината при износа е почти аналогична, както е посочено в Табл.9. От своя страна дяловете между Граничните гари и Пристанищата са съответно, както следва 24% и 76%, като за Гранични гари за структуроопределящи се обособяват Свиленград (Дикея, Капъ Куле) с 32%, Русе

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

(Гюргево-север) с 23%, Кулата (Промахон) с 21% и Димитровград Юж. с 16%. От износа през пристанища от съществено значение са Пристанищата Бургас и Варна, съответно с 76% и с 13%.

За транзита, като структуроопределящ вид съобщение се обособява вида Гранична гара-Гранична гара, както е показано в Табл.10, с най-висок процентен дял - 79%, следван от Пристанище-Гранична гара.

Таблица.8

Вид съобщение	Вагони		%	Тонкм	%
	бр.	ваг./ден			
Внос	69999	192	100%	1093579050	100%
Гранични гари	11680	32	17%	119801804	11%
Пристанища	58319	160	83%	973777246	89%
Гранични гари	11680	32	100%	119801804	100%
РУСЕ (ГЮРГЕВО-СЕВЕР)	7590	21	65%	81187362	68%
СВИЛЕНГРАД (ДИКЕЯ, КАПЪ КУЛЕ)	800	2	6%	4291501	4%
ДРАГОМАН (ДИМИТРОВГРАД-ЮЖ)	950	3	8%	4578862	4%
ВАРНА ФЕРИБОТНА (ИЛИЧОВСК)	1978	5	17%	25634929	21%
КАРДАМ (НЕГРУ ВОДА)	156	0	1%	1377059	1%
КУЛАТА (ПРОМАХОН)	206	1	2%	2732091	2%
Пристанища	58 319	160	100%	973777246	100%
БУРГАС	24 607	67	42%	519778963	53%
ВАРНА	12303	34	21%	214005807	22%
ВИДИН	322	1	1%	3190380	0%
ЛОМ	15 865	43	27%	191989230	20%
РУСЕ-ЗАПАД	435	1	1%	7056971	1%
СВИЦОВ	4 787	13	8%	37755895	4%

Таблица.9

Вид съобщение	Вагони		%	Тонкм	%
	бр.	ваг./ден			
Износ	52 437	144	100%	863 277 123	100%
Гранични гари	15 940	44	30%	209 757 307	24%
Пристанища	36497	100	70%	653519816	76%
Гранични гари	15940	44	100%	209 757 307	100%
РУСЕ (ГЮРГЕВО-СЕВЕР)	3248	9	20%	49 150 139	23%
СВИЛЕНГРАД (ДИКЕЯ, КАПЪ КУЛЕ)	5853	16	37%	66252874	32%
ДРАГОМАН (ДИМИТРОВГРАД-ЮЖ)	2147	6	13%	33 782 078	16%
ВАРНА ФЕРИБОТНА (ИЛИЧОВСК)	1034	3	6%	15 472 425	7%
КАРДАМ (НЕГРУ ВОДА)	47	0	0%	175 976	0%
КУЛАТА (ПРОМАХОН)	3611	10	23%	44 923 815	21%
Пристанища	36497	100	100%	653519816	100%
БУРГАС	25 474	70	70%	499253904	76%
ВАРНА	5876	16	16%	88601189	13%
ВИДИН	429	1	1%	10541872	2%
ЛОМ	834	2	2%	14725013	2%
РУСЕ-ЗАПАД	245	1	1%	3326961	1%
СВИЦОВ	3 639	10	10%	37070877	6%

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Таблица. 10

Вид съобщение	Вагони	%	Тонкм	%
	бр.			
Транзит	29739	100%	395108883	100%
Гранични гари-Гранични гари	23195	78%	313106883	79%
Гранични гари-Пристанища	1809	6%	8755241,33	2%
Пристанища-Гранични гари	2200	7%	39505038,7	10%
Пристанища-Пристанища	2535	9%	33741720	9%

Таблица. 11

Вид превоз	Вагони		Вагонкилометри		Тонове		Тонкилометри	
	бр.	ваг/ден	Вагонкм	вагкм/д.	тона	тон/ден	тонкм	тонкм/д.
Вътрешни превози	226919	622	41959666,6	114958,0	11431389,3	31318,9	2064814743	5657027
Други	122593	336	18004829	49328,3	5690235	15590	709697035	1944375
Вертушни състави	104326	286	23954838	65629,7	5741154	15729,2	1355117708	3712651
Внос	93332	256	28346276	77661,0	4734490,7	12971,2	1458105400	3994809
Гранични гари	15573	43	4196186,6	11496,4	589450,6	1614,9	159735738,7	437632,1
Пристанища	77759	213	24150089,3	66164,6	4145040	11356,3	1298369661	3557177
Износ	69916	192	23039332	63121,5	3434476	9409,5	1151036164	3153524
Гранични гари	21253	58	6149182,6	16847,1	949313,3	2600,9	279676409,3	766236,7
Пристанища	48663	133	16890149,3	46274,4	2485162,6	6808,7	871359754,7	2387287
Транзит	29739	81	12953682,6	35489,5	978865,3	2681,8	395108883	1082490
Гранични гари-Гр. гари	23195	64	11117269,3	30458,3	680786,6	1865,2	313106882,7	857827
Гр. гари-Пристанища	1809	5	212149,3	581,2	83676	229,2	8755241,333	23986,96
Пристанища-Гр.гари	2200	6	756612	2072,9	112325,3	307,7	39505038,67	108232,9
Пристанища-Пристанища	2535	7	867652	2377,1	102077,3	279,7	33741720	92443,06
Общо за жп мрежа	419905	1150	106298957,3	291230,0	20579221,3	56381,4	5069065189	13887850

ИЗВОДИ

Изследването и анализирането на съвкупността от главните железопътни линии на мрежата, като структуроопределящи на база анализ на пътничкопотоците, се обособиха:

- 2-ра главна железопътна линия София - Горна Оряховица – Варна;
- 8-ма главна железопътна линия Пловдив-Стара Загора – Карнобат – Бургас;
- 1-ва главна железопътна линия Калотина – Свиленград.

Като структуроопределящи участъци от главните железопътни линии отнесени към общия реализиран пътничкопоток за цялата железопътна мрежа на НК”БДЖ”, се обособиха:

- Участъка Илиянци–Мездра;
- Участъка София-Септември;
- Участъците Мездра-Ясен и Пловдив-Михайлово.

Изследването и анализирането на съвкупността от видовете съобщения с важно значение за железницата, на база изследване на реализираните товаропотоците, се обособиха превозът на товари с вертушни състави при вътрешно съобщение и то главно релациите:

- Бургас – Обединена;
- Лом – Обединена;
- Станянци - Голямо село;
- Враца-Разделна;
- Чукурово-Голямо село;
- Болшевик-Голямо село.

Като конфигурация на товаропотока (през 2000г.) със структуроопределящо значение за внос и износа са направленията към граничните преходи през Пристанищата Бургас, Варна и Лом, Русе – Гургево, Свиленград – Дикоя. При транзита във вида съобщение Гранична гара-Гранична гара определящо значение имат направленията

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Драгоман-Свиленград, Драгоман-Кулата, Русе-Свиленград, Русе-Кулата.

НЯКОИ ПРОБЛЕМИ

От така направеният анализ с отчитане на вагонкилометровата и тонкилометровата работа (Табл.11) се образува, скелет от линии и участъци, съставляващ активната част на железопътната мрежа. Налагането му върху картата дава ясна представа, че по-голяма част от инфраструктурата на НК"БДЖ" "пустее" т.е има на лице липса на критична маса. Това неминуемо поставя въпроса за цялостно преосмисляне на технологията и организацията на работа в железниците. Стратегическите решения които предстоят да бъдат взети са главно в следните направления:

- пренасочване вниманието към транзита;
- закриване на гарите и линиите с ниска интензивност на движение;
- намаляване на разходите чрез редукция на персонала с насочването му към активните участъци;
- концентриране на нови и продуктивни технологии в активните участъци;

Забележка: Представеният анализ не претендира за изчерпателност. Сложността на дефинираният проблем изисква задълбочено проучване и ще бъде обект на по нататъшни изследвания.

Забележка: Данните използвани в настоящата статия са заимствани от бази данни на НИТИЖТ-"ЕООД", European Investment Bank, World Bank, Organization for railway cooperation OSJD committee, Национален Статистически Институт и др. институции.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[1]ТОЖТ-катедра изпълнител, с ръководител на темата Т.Качаунов, Оптимизиране на развитието на железопътната мрежа до 2000 година и в перспектива - НВТУ "Тодор Каблешков" - София, - 1986 г.

[2]И.Мирчев, Стратегия за управление на железниците, 1999г. София

[3]ЯЧИЙО ЕНДЖИНИЪРИНГ - Техническа служба на японските железници, институт за научни изследвания "ДАЙВА" - Проучване за генерален план за дългосрочно управление на БЪЛГАРСКИТЕ ЖЕЛЕЗНИЦИ - януари 1998 г.

[4]Bachurov Ch., Ivanov E., Tabakov G., Kouneva M., Investment Guide for Southeast Europe, DinaPrint, 2000 year, Sofia

[5]H.Draxler, Development of trans-European transport networks: The way forward, 2001, Strasbourg.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗСЛЕДВАНЕ И ПРОГНОЗИРАНЕ НА ОБЕМА НА ТОВАРНИТЕ ПРЕВОЗИ ПО ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ ДО 2005 ГОД.

Марин Маринов
Биляна Сайменова

ВТУ”Тодор Каблешков”- София, ул.Гео Милев No156; e-mail:mmarinov@gbg.bg
НИТИЖТ- София, секция”Технология на превозите”

АНОТАЦИЯ

Имайки предвид важността от реализиране на товарни превози от железопътният транспорт и основавайки се на съществуващи оценки за влиянието на основните макроикономически показатели върху тях, е разработен прогнозен модел, отчитащ очаквания годишен обем на товаропотока до 2005 год. За целта са изследвани макроикономически фактори, като промишлена продукция, парична маса, външнотърговски стокообмен и др. Моделът е разработен чрез статистическите - екстраполационни методи за прогнозиране, корелационен и регресионен (едно и много факторен) анализ, на програма MathCad Version 2000 for PC.

Ключови думи: Железопътен транспорт, Товарни превози, Макроикономически фактори, Прогнозиране, Моделиране, Статистическо-екстраполационни методи.

ВЪВЕДЕНИЕ

Казват, че движението на стоки, хора и капитали от Азия към Европа и обратно увеличава и ще продължава да увеличава интензивността си. Промисленото производство на Европа се изнася в слабо развитите райони на света за използването на евтината и многобройна работна ръка. Произведената продукция, пък от своя страна налага търсенето на пазар. За бързото и евтино транспортиране на стоки и суровини доведе до развитието на европейските транспортни коридори, което привлече вниманието върху Балканите, в частност върху страната ни, като пресечна точка между Изтока и Запада. В тази връзка през последните 10 години бяха

извършени множество анализи и разработени прогнози за обемите на превозите реализирани от железопътен транспорт и повечето то тях сочеха ръст. Това неимоверно налага няколко въпроса, дали те са изпълними, отговарят ли на реалната обстановка и дали тенденциите наистина сочат ръст. В търсене на тези отговори и основавайки се на 10 годишен базисен (предпрогнозен) период чрез статистическо - екстраполационните методи за прогнозиране е изграден прогнозен модел отчитащ влиянието на някои макроикономически параметри върху годишния обем товарни превози реализирани с железопътен транспорт (Y1) и прогнозирането им, като моделът е представен по-надолу.

Марин Маринов, докторант, магистър, ВТУ”Т. Каблешков”, гр.София,ул.”Гео Милев”158
Биляна Сайменова – НИТИЖТ –секция “Технология на превозите”

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Таблица.1

Год.	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Y1
1990	16755	1932.7	18327.1	2973.4	8591.4	5190.8	20888.2	11431	7705.6	63253
1991	8137	946.7	6691.9	1252.2	3234.6	4168.1	10419.6	12260	6145.9	52308
1992	8605	1014.2	6794.1	999.6	3359.9	3942.1	9546.9	9427	8390.0	32261
1993	10812	1278.0	8466.1	1074.0	3534.0	5488.1	9253.4	7442	8478.0	31417
1994	9688	1149.6	7705.7	1113.1	2900.7	5021.0	8978.8	8646	8170.1	30274
1995	13106	1563.1	8689.6	1658.8	4060.3	6703.2	11271.5	9472	11012.3	32916
1996	9946	1192.4	7452.3	1228.5	3038.9	5119.3	10266.0	5500	9964.1	30118
1997	10202	1231.6	3590.0	2378.4	2674.0	4035.8	9708.7	8831	9871.7	29220
1998	12257	1489.2	3747.5	2586.2	3517.7	6153.0	9620.2	8156	93162.5	24461
1999	12378	1511.2	3995.2	2141.3	3317.4	6919.0	8588.6	7903	9432.3	21090
2000	12794	1604.5	4645.4	1983.0	3441.5	7369.0	9471.5	6800	12038.3	21082

**МАКРОИКОНОМИЧЕСКИ
ПОКАЗАТЕЛИ**

Макроикономическите фактори (Табл.1), включени в корелационната матрица показваща степента на коефициентите на корелация между всеки два фактора, са:

-БВП в млн.\$ (X1)

-БВП на гл. от населението в млн.\$ (X2)

-Парична маса (широки пари) \$ (X3)
 -Брутна добавена стойност по иконом.сектор в млн. \$.: ^аграрен (X4),
 ^индустрия (X5),
 ^услуги (X6);
 -Промислено продукция в млн.\$ (X7);
 -Селскостопанс производство /хил.т/ (X8);
 -Външнотърговски стокообмен /млн.\$/ (X9).

Таблица.2

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Y
X1	1.000									
X2	0.992	1.000								
X3	0.569	0.472	1.000							
X4	0.770	0.778	0.201	1.000						
X5	0.799	0.726	0.901	0.567	1.000					
X6	0.572	0.651	-0.142	0.302	0.056	1.000				
X7	0.715	0.634	0.909	0.550	0.972	-0.093	1.000			
X8	0.078	-0.004	0.448	0.178	0.468	-0.422	0.511	1.000		
X9	0.143	0.176	-0.306	0.407	-0.069	0.234	-0.123	-0.138	1.000	
Y	0.251	0.144	0.813	0.171	0.738	-0.458	0.817	0.790	-0.274	1.000

Както се вижда от Табл.2 в най-силна корелационна зависимост са макроикономическите фактори, Парична маса (широки пари) в \$(X3), Промислено продукция в млн. \$(X5), Брутна добавена стойност по икономически сектори в млн.\$ (X7) - индустрия съответно и Селскостопанско производство в

/хил.т/ (X8) с корелационни коефициенти съответно $\text{corr}(X3,Y) = 0,813$, $\text{corr}(X5,Y) = 0,738$ и $\text{corr}(X7,Y) = 0,816$ и $\text{corr}(X8,Y) = 0.790$. Но между X5 и X7 съществува висока корелационна зависимост от където следва, че в многофакторния регресионен модел ще бъдат включени X3, X7 и X8.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

**РЕГРЕСИОНЕН МНОГОФАКТОРЕН
МОДЕЛ**

дават основание да приемем модела за адекватен.

Изходните базисни данни в количествен израз с които е реализиран моделът, за базисния (предпрогнозен) период от 1990 до 2000 г., съответно за Y, X3, X7 и X8 са дадени в Табл.1.

Функцията на множествената регресия е с $n=4$ величини и е от вида:

$$Y = \alpha + \beta_0 + \beta_1 * X_3 + \beta_2 * X_7 + \beta_3 * X_8 \quad (1)$$

,където

Y - зависима променлива;

X3, X7 и X8 - независими променливи ;

α - грешка, нормално разпределена със средно 0 и неизвестна дисперсия σ^2 .

Получените резултати от многофакторния регресионен анализ са показани в Табл.3-5 и

Таблица 3.

Regression Statistics	
Multiple R	0.94409
R Square	0.891307
Adjusted R Square	0.844724
Standard Error	5100.305
Observations	11

Таблица 4.

Coefficients		
β_0	Intercept	-12405.7
β_1	X3	1.443472
β_2	X7	0.509161
β_3	X8	3.433321

Таблица 5.

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	1.49E+09	4.98E+08	19.13376	0.00094304
Residual	7	1.82E+08	26013110		
Total	10	1.68E+09			

**СТАТИСТИЧЕСКО -
ЕКСТРАПОЛАЦИОНЕН МЕТОД ЗА
ПРОГНОЗИРАНЕ**

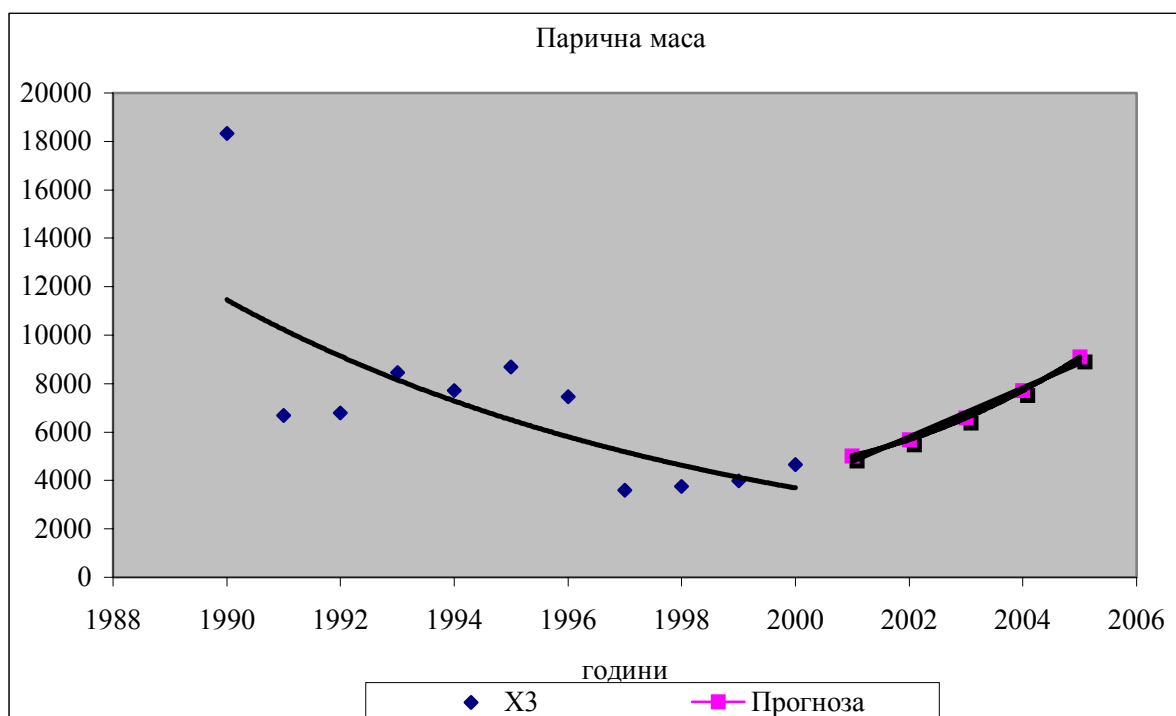
Екстраполацията представлява логическа процедура за пренасяне на изводите, получени от наблюдението на някакъв отрязък, вън от него. Тя може да бъде пространствена или времева, като за прогнозирането има значение времевата. Ако са известни значенията на функцията $f(x)$ в точките $x_0 < x_1 < \dots < x_n \in [x_0, x_n]$, то процедурата за точките, лежащи в този интервал, важи и за точките извън него. Но как може да продължим времевия динамичен ред? Като намерим математическата зависимост (линейна или нелинейна) на величината – y_i , като функция от друга величина – x_i , т.е $y_i = f(x_i)$ където $i=1,2,\dots,n$, то тогава може да се намерят значенията на $y_{n+1}, y_{n+2}, \dots, y_{n+k}$ за съответните значения на $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+k}$, които лежат в бъдещите периоди.

Екстраполационните методи могат да бъдат използвани за краткосрочни и средносрочни прогнози до 10 години, с нарастващ процент на грешката, но по-нататък продължението на динамичния ред може да отговаря на математическите зависимости, но губи логически смисъл.

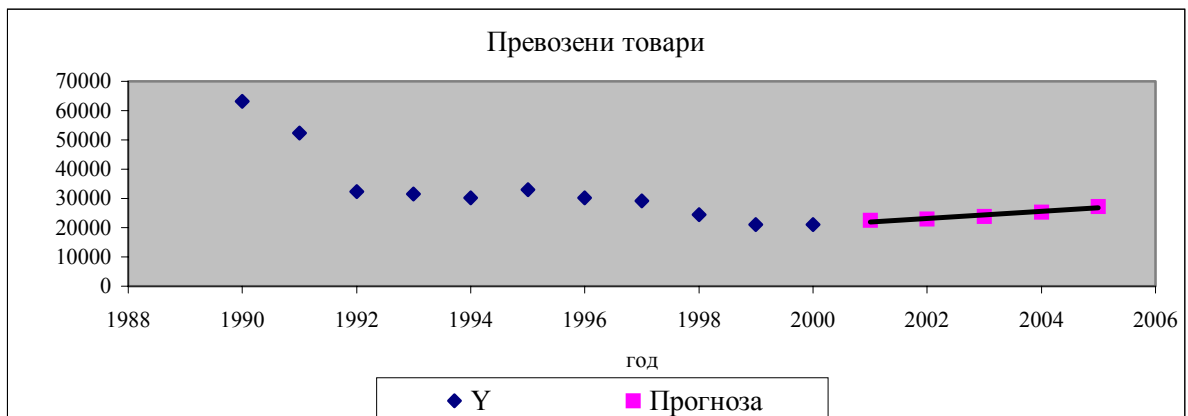
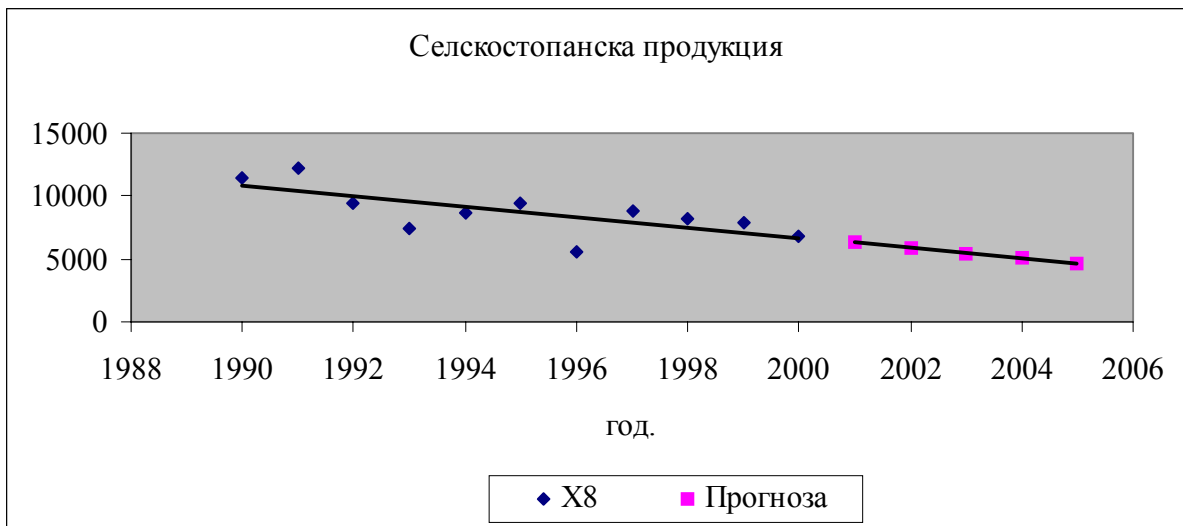
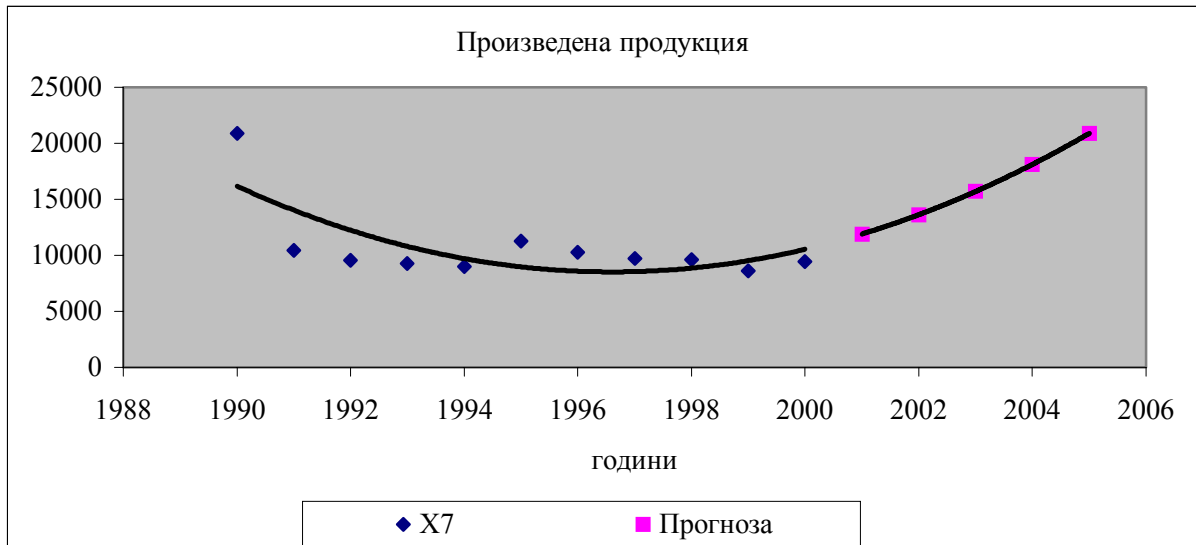
ПРОГНОЗНИ РЕЗУЛТАТИ

Както бе споменато по-горе, прогнозните модели се базират на анализирането на времевите динамични редове, които в случая са X3, X7 и X8 – изменението им спрямо времето. Видът на кривите за X3 и X7 е квадратичен т.е. полином от II степен, а за X8 – I степен. Получените прогнозни резултати за макроикономическите показатели съответно по години са представени във вид на таблица и графики, както следва:

Данни - базисен период				
	X3	X7	X8	Y
1990	18327.1	20888.2	11431	63253
1991	6691.9	10419.6	12260	52308
1992	6794.1	9546.9	9427	32261
1993	8466.1	9253.4	7442	31417
1994	7705.7	8978.8	8646	30274
1995	8689.6	11271.5	9472	32916
1996	7452.3	10266	5500	30118
1997	3590	9708.7	8831	29220
1998	3747.5	9620.2	8156	24461
1999	3995.2	8588.6	7903	21090
2000	4645.4	9471.5	6800	21082
Данни - прогнозен период				
2001	5025	11910	6274	22452.51
2002	5684	13630	5867	22882.15
2003	6582	15700	5460	23834.99
2004	7719	18120	5053	25311.03
2005	9095	20890	4646	27310.26



Фиг. 1



ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Прогнозният обем на товарните превози по железопътен транспорт до 2005 година се получава чрез разработения многофакторен прогнозен модел, като прогнозните резултати са представени в Таблица 6 и Фиг. 4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съществуват множество подходи и методи за разработването на прогнозни модели. В настоящата статия прогнозата е реализирана чрез апроксимиращи функции. Екстраполацията е подходящ метод за прогнозиране на икономическите параметри в макроикономическите системи, особено когато тези макроикономически системи са стабилни, със значителна история и установени тенденции и закономерности. От тук възниква въпроса до колко този метод е приложим у нас...

ЛИТЕРАТУРА

[1] Качаунов Т., Карагъзов К., Купенов Д., Размов Т., Имитационно моделиране на

транспортните процеси, ВВТУ "Т.Каблешков", 1998г., София

[2] Качаунов Т., Моделиране и надеждност на превозния процес, ВВТУ"Т.Каблешков, 1997, София

[3] Размов Т., Сайменова Б., Влияние на макроикономическите показатели върху годишния обем на пътникопотоците реализирани с железопътен транспорт и прогнозирането им до 2005 г., непубликуван

[4] Георгиева С., Прогнози и модели в икономиката, Партиздат, 1974г., София

[5] Вучков И., Стоянов С., Математическо моделиране и оптимизация на технологични обекти, второ издание, Техника, 1986 г., София

[6] Михайлов Б., Николов Н., Прогнозиране и оптимално планиране на транспортно-икономическите връзки, Георги Бакалов, 1974 г., София

[7] Vachurov Ch., Ivanov E., Tabakov G., Kouneva M., Investment Guide for Southeast Europe, DinaPrint, 2000 year, Sofia



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОПТИМИЗИРАНЕ УПРАВЛЕНИЕТО НА МЕЖДУНАРОДНИТЕ ФИНАНСОВИ РАЗЧЕТИ МЕЖДУ ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ АДМИНИСТРАЦИИ ПРИ ТОВАРНИТЕ ПРЕВОЗИ

инж.Ангелина Филипова-Николова
инж.Симеон Ананиев

НК” БДЖ”, София, България
ВТУ “Тодор Каблешков”, София, България, saexpert@hotmail.com

Промените в железопътния транспорт имат общоевропейски характер. Икономическите реалности в последните години наложиха в европейските страни разделяне на управлението на железопътната инфраструктура и експлоатацията. Наблюдават се тенденции на обединяване на различните национални мрежи в единна европейска железопътна мрежа, уеднаквяване на технически и технологични параметри на транспортните системи, информационна съвместимост и финансови операции.

Ключови думи: КП и МР; СИМ; RIV; ППВ; Разчетни операции; FOS; Гранична книга; “СИСТАР; COTIF; AIM; PIM

С цел синхронизиране работата на отделните администрации действащите международни организации, променят прилаганите на многостранните конвенции, правилници, инструкции и разпоредби, регламентиращи правни, търговски, технически и експлоатационни въпроси на железопътния транспорт.

В тази връзка влизането в сила на "Закона за железопътния транспорт", на практика създава среда за реализация на същинските реформи в сектора.

В системата на НК "БДЖ" е създадена структура от звена и взаимовръзки на съответните йерархични нива Дейностите свързани с реализирането, отчитане и разплащане на международните товарни превози както с сновната контролноотчетна дейност се извършва от поделение "Контрола приходи и международни разчети", наричано КП и МР.

◆ **Формиране на паричните потоци в железопътните администрации**

Източник за формиране на паричните потоци, възникващи между железопътните администрации, участващи в превоза на товари, се явяват основно сумите, които клиентите дължат за превоза на товара от началната до крайната гара и за допълнително извършените от железниците услуги, свързани непосредствено с превоза.

Към основните сумите се дорълнителни суми, които жп администрациите дължат една на друга за реализацията на превозите, и компенсиране на изплатени обезщетения.

◆ **Движение на паричните потоци между железопътните администрации**

Формирането на приходите и разходите при реализираните товарни превози, се реализира на територията на железопътните администрации участващи в тях, а събирането на сумите се извършва от отправната, респективно от получаващата администрация.

Това поражда необходимост двете администрации да преразпределят паричните суми между всички железници участващи в превоза. Преразпределянето на всички тези суми може да се разглежда като формиране, структуриране и движение на своеобразни парични, документални и информационни потоци.

Като илюстрация на движението на тези парични потоци в Таблица 1 е посочено формирането им от извършените товарни превози по съобщенията DB – BDZ през 1999г, където участват повече транзитни администрации. Сумите посочени в числител са събрани като предплатени, а тези в знаменател - като дължими. На фиг.1, е показано преразпределянето на тези приходи за съответните администрации.

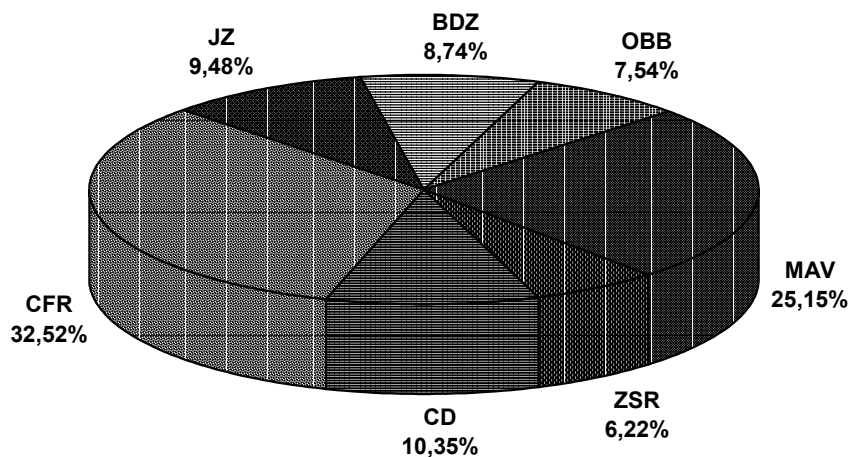
инж.Ангелина Филипова-Николова НК” БДЖ”, София, България
инж.Симеон Ананиев ВТУ “Тодор Каблешков”, София, България

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Таблица 1. Формиране и преразпределяне на приходите от превозени товари DB–BDZ за 1999 г

АДМ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	1999г
OBV	4182	1398	1232	6770	7066		1941	4089	820	0		689	22097
	0	0	0	0	0		0	0	0	2455		0	2455
MAV	13392	2561	1464	0	0	1541	3909	2992	824	0	17007	118	70859
	0	0	0	4339	4949	3	0	0	1016	723	0	0	11037
ZSR	5861		5810			6620	258		0				18559
	0		0			0	0		1681		ЦП		1681
CD	11243		1113			7417	247		0				30041
	0		4			0	0		3647		ЦП		3647
JZ	13814	9106	6679							0			29599
	0	0	0							1267			1267
CFR	17947		1406	4514	0	1161	1003	2674	1355		39098	935	93203
	0		1	0	9002	6	1415	0	2276		0	0	12693
			0			0							
BDZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4498	0	4498
	8863	445	1337	1198	910	1295	1003	1046	1341	261	0	221	17920
ОБ	66439	13065	5355	1128	7066	4107	7358	9755	2999	0	60603	1742	274946
ЩО	8863	445	7	4	1486	6	2418	1046	9961	4716	0	221	50700
			1337	5537	1	1295							
Преп	66439	13065	5355	1562	2101	4107	8773	9755	11620	4455	56105	1742	303228
			7	4	7	6							
В %	88,23	96,7	97,56	92,88	95,85	96,94	89,74	90,32	89,66	94,47	94,47	88,72	93,12

фиг.1 Преразпределение на приходите от товари, съобщение DB - BDZ за 1999 год.



Към този основен паричен поток следва да се добави и допълнително преразпределение на суми между администрациите, участници в реализацията на превода. Това са суми, които всяка администрация е длъжна да изплати на отправната за използване за превода на своя територия нейни вагони, контейнери, товарни приспособления и др. Размерът на сумите е регламентиран в RIV и ППВ.

Допълнително се формират парични потоци, които се получени вследствие изплатени обезщетения от железниците по рекламационен път (за не спазен срок за доставка и липси и повреди по товарите). Сумите се изплащат от железницата, уреждаща рекламационните взаимоотношения с клиента, а в последствие задължава другите участници в превода да й изплатят съответните припадащи й се части.

Модел за оценка на технологични варианти за разчитане

Разчитанията между железниците са достатъчно сложни дейности, обусловени от множество разнообразни фактори. Отделните детайли на цялостния технологичен процес са строго регламентирани по форма и съдържание от международните конвенции и съглашения, по които BDZ е страна и от нормативната уредба действаща вътре, в самата администрация.

Технологичните възможности за реализиране на разчитанията между железопътните администрации са две:

➤ двустранно разчитане, на основата на двустранни договорености, чрез салдова ведомост, чието изготвяне може да се извършва само от едната е администрация;

➤ многостранно разчитане между група администрации, с посредничеството на клирингов център.

Многостранното уравниване се състои в това, че задълженията и вземанията на всяка железница се получава само от едно салдо, което може да бъде дебитно, когато общият дълг превишава общите вземания или кредитно - в обратния случай. Това разчитане е гъвкаво, но налага допълнителни изисквания към администрациите членки на Брюкселския клирингов център (ВСС), който представлява кооперативно дружество с ограничена отговорност.

Усилията за оптимизиране на разчитанията и свързаните с тях дейности, са насочени главно в две основни насоки:

1. Намаление на трудоемкостта на дейностите, свързани с разчитанията;

2. Ускоряване на паричния оборот, т.е. намаляване на времето от момента на реализирането на превозите до момента на получаването на приходите от тях.

Отчитайки факта, че паричния оборот е следствие на паричните потоци между железниците, които се характеризират с голяма разнопосочност, многообразие на формиращите ги източници и неравномерност при формирането им от една страна, и множество дейности от друга (изготвяне и отчет на първична документация, размяна на международни сметки и др.) строго регламентирани като форма и периодичност, може да се смята, че ускоряването му е практически трудно постижима задача, като функция от скоростта на обработка на първичната документация.

Оптимизирането на даден вид дейност може да се извърши чрез намиране на оптимални стойности за управляващите я параметри, с помощта на критериална функция или чрез сравнителен анализ на предварително набелязани технологични варианти с помощта на критерий за оптималност.

Правилността на решенията зависят от това колко точно критериалната функция или критерият за оптималност описват разглеждания процес, т.е. от точността на математическия модел. Като критерий за оптималност би могъл да бъде използван подходящ технико-икономически показател, даващ оценка за качеството или ефективността на извършваните дейности. Използваните показатели се делят основно на две групи:

- количествени (оценяват обема на извършената работа);
- качествени (оценяват ефективността на извършената работа).

Като подходящ количествен показател, за разглежданите процеси може да се представи сумата от извършените разчетни операции за определен период от време. Под разчетни операции следва да се разбират всички онези дейности, имащи пряко отношение към разчитането на BDZ с

останалите администрации, участници в международните превози. Стойността на този показател може да се изразява:

$$(1) \quad N_{po} = \sum_{i=1}^n N_i, \text{ бр. разч.оп.}$$

където:

n - брой на разновидностите на разчетните операции $n=16$;

N_1 - брой на таксуваните международни пратки в отправите гари;

N_2 - брой на издадените записки за предплащане за изпратените пратки;

N_3 - брой приключени международни товарителници;

N_4 - брой приключени и върнати на отправната администрация записки за предплащане;

N_5 - брой тансувани транзитни пратки на граничните гари;

N_6 - брой изготвени сметки за изпратените и пристигнали международни пратки;

N_7 - брой проверени товарителници в сектор Калкулация;

N_8 - брой извършени калкулации в сектор Калкулация;

N_9 - брой издадени контролни поправки;

N_{10} - брой на кодираните за машинна обработка документи;

N_{11} - брой на проверените отчети;

N_{12} - брой на изготвените месечни баланси за другите железопътни администрации;

N_{13} - брой издадени предавателни ведомости;

N_{14} - брой съставени месечни сметки за другите администрации за престояли вагони;

N_{15} - брой изпратени и получени писма по повод на уреждане на рекламационни искове;

N_{16} - брой съставени салдови ведомости.

За определяне на съставните елементи на (1) изразени чрез броя на превозените пратки (вагони) се използват следните изрази:

$$(2) \quad N_1 = N_{II} - N_{II}, \text{ бр. оп.}$$

където: N_{II} - брой изпратени вагони, бр.ваг.

N_{II} - брой изпратени вагони уредени чрез централно плащане;

$$(3) \quad N_2 = K_2(N_{II} - N_{II}), \text{ бр. оп.}$$

където: K_2 - коефициент отчитащ относителния дял на изпратените пратки със записки за предплащане, спрямо общия брой изпратени пратки, $K_2 = 0,003^*$

$$(4) \quad N_3 = N_{II}, \text{ бр.оп.}$$

където: N_{II} - брой пристигнали вагони,

$$(5) \quad N_4 = K_4 \cdot N_{II}, \text{ бр.оп.}$$

* Стойностите на всички използвани коефициенти са изчислени на база на статистически изчисления за периода 01.01.1997 ÷ 31.12.1999 г.

където: K_4 - коефициент отчитащ относителния дял на пристигналите пратки, със записки за предплащане, спрямо общия брой пристигнали пратки, $K_4 = 0,006$;

$$(6) \quad N_5 = N_T, \text{ бр.оп.}$$

където: N_T - брой транзитни вагони, бр.ваг.

$$(7) \quad N_6 = K_6' \cdot K_6'' \cdot N_G, \text{ бр.оп.}$$

където: N_G - брой гари на територията на БДЖ открити за международна дейност, $N_G = 297$ бр.гари;

K_6' - коефициент отчитащ относителния дял на реално работещите в международно съобщение гари спрямо N_G , $K_6' = 0,34$;

K_6'' - коефициент отчитащ относителния брой на от една гара, $K_6'' = 2,18$;

$$(8) \quad N_7 = N_{II} + N_{III}, \text{ бр.оп.}$$

$$(9) \quad N_8 = N_{II}, \text{ бр.оп.}$$

$$(10) \quad N_9 = K_9(N_{II} + N_{III}), \text{ бр.оп.}$$

където: K_9 - коефициент отчитащ относителния дял на издадените контролни поправки спрямо общия брой калкулирани документи, $K_9 = 0,02$;

$$(11) \quad N_{10} = N_{II}, \text{ бр.оп.}$$

$$(12) \quad N_{11} = K_{11}' \cdot K_{11}'' \cdot N_A, \text{ бр.оп.}$$

където: N_A - брой железопътни администрации участващи в СИМ и СМГС $N_A = 56$ бр.адм.

K_{11}' - коефициент отчитащ относителния дял на железниците, с които БДЖ има реални трафици, $K_{11}' = 0,36$;

K_{11}'' - коефициент отчитащ относителния брой на отчетите издавани за една администрация, $K_{11}'' = 1,5$;

$$(13) \quad N_{12} = K_{11}'' \cdot N_A, \text{ бр.оп.}$$

$$(14) \quad N_{13} = K_{13}(N_{II} + N_{III} + N_T), \text{ бр.оп.}$$

където: K_{13} - коефициент отчитащ относителния брой на издаваните ведомости, спрямо броя на преминалите през граничните преходи вагони, $K_{13} = 0,147$;

$$(15) \quad N_{14} = K_{14} \cdot N_A, \text{ бр.оп.}$$

където: K_{14} - коефициент отчитащ относителния дял на железопътните администрации, през които преминават вагони на БДЖ спрямо N_A , $K_{14} = 0,38$;

$$(16) \quad N_{15} = K_{15}(N_{II} + N_{III} + N_T), \text{ бр.оп.}$$

където: K_{15} - съставен коефициент отчитащ относителния дял и относителната трудоемкост на възможните рекламационни процедури. Определя се по израза:

$$(17) \quad K_{15} = 8K_{15}^1 + 6K_{15}^2 + 4K_{15}^3$$

тук K_{15}^1 - относителен дял на рекламациите свързани с липси повреди и неспазени срокове за доставка, спрямо броя на превозените пратки, $K_{15}^1 = 0,0025$

K_{15}^2 - относителен дял на рекламациите свързани с надвзети и недосъбрани превозни такси, спрямо общия брой превозени пратки, $K_{15}^2 = 0,0016$

K_{15}^3 - относителен дял на рекламациите свързани с повредени вагони или контейнери, спрямо общия брой на превозените пратки, $K_{15}^3 = 0,0009$

$$(18) \quad N_{16} = N_{14}, \text{ бр.оп.}$$

Формиран по този начин показателят "брой разчетни операции" ($N_{p.o}$) има един съществен недостатък, тъй като не отчита различията в сложността и трудоемкостта на описаните в него операции. Теоретично този недостатък може да се отстрани, чрез въвеждането на допълнителни корегирани коефициенти, приравняващи всички операции към една избрана за основна, но определянето стойностите на тези коефициенти крие рискове от увеличаване на неточностите, тъй като не може да бъде отчетено влиянието на чисто субективни фактори (квалификация на персонала, разсредоточеност във времето и др).

Тъй като броят на разчетните операции е количествен показател, то той ще се влияе правопрпорционално от количеството извършени превози, т.е. с нарастването на извършените превози, в линейна зависимост, ще нараства и броят на разчетните операции, и обратно. Следователно, той не е подходящ като критерий за сравнителен анализ. За целта е необходим качествен показател, който да не се влияе от обема на превозите и да илюстрира ефективността от извършените дейности. Подходящ е показателя "относителен брой разчетни операции" ($M_{p.o}$), формиран като отношение между броя на разчетните операции и броя на вагоните, спрямо които са били извършени те. Стойността му се определя по израза:

$$(19) \quad M_{p.o} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n N_{Bi}}, \text{ бр.оп.}$$

където: $\sum_{i=1}^n N_{Bi}$ - брой вагони, спрямо които са извършени разчетните операции, бр.ваг.

$$(20) \quad \sum_{i=1}^n N_{Bi} = N_{II} + N_{III} + N_T \text{ бр.ваг.}$$

Броят на разчетните операции зависи и от технология по обработката на международните документи, то следва, че

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

относителния брой на разчетните операции може да играе ролята на критерий при сравнителен анализ на различни технологични решения, като за най-подходящо се приема за M_{po} е минимален.

В така формулирания показател, съществуват и много постоянни и задължителни операции, които не могат да бъдат избегнати, независимо от това каква технология ще бъде прилагана. Присъствието на такива елементи в даден критерий за оптималност, увеличават обема на изчислителната част. В разглеждания показател това са елементите отчитащи броя на разчетните операции, свързани с изготвянето на сведения, отчети и салдови ведомости за други администрации, както и уреждането на рекламационните искове.

Като критериална функция може да се структурира формулата:

$$(21) \quad B = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n N_{bi}}, \text{ бр.оп.}$$

където: N_i – вида на операциите описани по – горе от N_1 до N_{10}

Минималната възможна стойност на посочения критерий е 1, тъй като практически не е възможно да се извърши каквато и да било отчетна дейност, без да бъде извършена поне една разчетна операция на вагон.

За оценка, чрез посочения критерий за оптималност, са разгледани три технологични варианта за извършване на разчетните операции:

1. Изготвянето на първичната документация и всички следващи операции се извършват ръчно, като заплащането между клиенти и железница се извършва в гарите, чрез т.н. плащане "Кеш" или чрез платежно нареждане по банков път;

2. Изготвянето на първичната документация и всички следващи операции, се извършва ръчно, но заплащането между клиенти и железница е централизирано;

3. Изготвянето на първичната документация се извършва автоматизирано с ЕИМ, а следващите операции се извършват ръчно, т.е. предлага се внедряване в гарите, на оборудване с програмни продукти от типа "СИСТАР", за международната търговска дейност.

Елементи от предложените варианти вече съществуват в експлоатационната дейност, но тук те са разгледани в чистия им вид с изследователска цел .

Като изходна информация за оценката на посочените варианти, е използвана статистиката за изпратените, пристигналите и транзитните преминалите международни пратки по мрежата на BDZ, за периода от 1997 до 1999 година включително. Данните за 1999г са посочени в Таблица 2. Получените резултати от изчисленията са посочени в Таблица 3.

Таблица 2 Брой обработени пратки за 1999 г.

Пер	ПРАТКИ ПО СИМ				ПРАТКИ ПО СМГС			ОБЩО (СИМ + СМГС)			
	Пр	Изп	Тран	ОБЩО	Пр.	Изп	ОБЩО	Пр	Изп	Тран	ОБЩО
I	1212	1280	533	3025	486	225	711	1698	1505	533	3736
II	1589	1896	834	4319	405	186	591	1994	2082	834	4910
III	1033	2134	882	4049	481	245	726	1514	2379	882	4775
IV	1577	1904	1983	5464	564	158	722	2141	2062	1983	6186
V	1695	2316	2642	6653	526	140	666	2221	2456	2642	7319
VI	1733	1584	2286	5603	533	197	730	2266	1781	2286	6333
VII	1436	1774	2793	6103	448	155	603	1984	1929	2793	6706
VIII	1437	1428	1848	4713	667	175	842	2104	1603	1848	5555
IX	1340	2735	1736	5811	448	169	617	1788	2904	1736	6428
X	1488	2813	2621	6922	564	252	816	2052	3065	2621	7738
XI	2075	3074	1827	6976	565	155	720	2640	3229	1827	7696
XII	2391	3088	1686	7165	597	144	741	2988	3232	1686	7906
'99	19106	26026	21671	66803	6284	2201	8485	25390	28227	21671	75288

Таблица 3 Стойности на критерия В

Варианти	I	II	III
1997г	B=2,44	B=1,909	B=1,608
1998г	B=2,519	B=2,366	B=1,689
1999г	B=2,407	B=2,361	B=1,686

Анализа на получените резултати показва, че стойността на избрания критерий не се колебае от обема на извършените превози. Малките разлики в стойностите, за разглежданите периоди се дължат на различни относителни дялове на изпратените, пристигналите и транзитните вагони. Съществено влияние в това отношение оказва броят на пристигналите вагони, поради свързаните с тях голям брой разчетни операции.

Като оптимален следва да се приеме варианта, при който за изготвянето на товарителниците, таксуването на вагоните и съставянето на първичната отчетност се използват ЕИМ. Основното му предимство се

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

дължи на факта, че дава възможност за премахване на част от операциите, извършвани на контролно ниво.

Решения за оптимално управление на международните разчети

Възможностите за подобряване на разчетната дейност на НК "БДЖ" са главно внедряването на нови и усъвършенстване съществуващите технологии за изготвяне и обработка на първичната документация и контролните дейности.

1. Развитие внедряването на системата "СИСТАР" за издаване на международни товарителници и изготвяне на първична отчетна документация като база за системата "FOS".

2. Разширяване обхвата на клиентите работещи по условията на централното плащане, тъй като вече има изградени структури за прилагането му.

3. Междинните и генералните баланси по съобщенията да се изготвят автоматизирано, с адаптирани стандартни счетоводни и урваденски програмни продукти, съвместни с изискванията за работата на другите администрации.

4. Внедряването на новата товарна операционна система "FOS", както в гарите, така и в КП и МР, и ГИИЦ. "FOS" включва управление на товарните превози, както във вътрешно, така и в международно съобщение. Представлявайки по своята същност надстроечна система, тя ще включва в себе си и елементи от работещите сега "Гранична книга" и "СИСТАР".

Системата следи натоварването и разтоварването на вагоните, придвижването по железопътната мрежа, свързаните с тях документи и тарифирането на превозите, като същевременно се постига.

- премахване в максимална степен възможността от субективни грешки;
- отпада необходимостта от допълнителна калкулация в КП и МР;
- отпада подготовката на документите за кодиране;
- не се изготвят допълнителни месечните и други отчети и справки.

Литература:

1. Конвенция за международни превози по железница (COTIF) от 01.05.1985.
2. Спогодба за превоз на товари в международно съобщение (AIM).
3. Предписания за стоките в международно съобщение по железница (PIM).
4. Правилник за взаимното използване на товарните вагони в международно съобщение (RIV), редакция 01.01.1999 г.
5. Инструкция за сметководството и отчитането на експлоатационните приходи на железниците, от 01.03.1996 г.
6. Финансови взаимоотношения между железниците, принципи и начини на приложение (Фиш-304; Фиш- 311).
7. Правила за ползване на вагоните в международно съобщение (ППВ).
8. Информационен справочник на ОСЖД, от 1999г.
9. Правила за разчитане (ПР), редакция от 01.10.1997 г.
10. Списание "Железопътен транспорт", бр.7 от 1995 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ФИНАСИРАНЕТО НА ТРАНСПОРТНИ ФИРМИ /С АКЦЕНТ ВЪРХУ ЛИЗИНГОВИ СХЕМИ НА ФИНАНСИРАНЕ/

Орлин Колев
Симеон Ананиев

“Орел-Лизинг” АД, София, България, okolev@abv.bg
ВТУ “Тодор Каблешков”, София, България, saexpert@hotmail.com

Статията разглежда един от най-важните проблеми, стоящи пред транспортните фирми – правилната и ефективна финансова и инвестиционна политика. Изграждането, развитието и конкурентно способността на транспортната фирма изисква извършването на обоснована по вид и размер инвестиционна дейност. Една от най-важните инвестиции е закупуването на Дълготрайни материални активи /ДМА/ – транспортни средства, които да осигуряват основната дейност на фирмата.

Ключови думи: Облигационен заем; Лизинг; Лизингодател; Лизингополучател; Финансов лизинг; Оперативен лизинг.

При регистрацията на една фирма, нейните учредители депозират свободен паричен ресурс на базата, на който да стартира основната дейност на новорегистрираната фирма. Цената на този финансов ресурс е най-ниска в сравнение с други видове ресурси. За жалост, обаче, в повечето случаи този ресурс е в ограничен размер и е свързан с финансовите възможности на неговите учредители. Т.нар. условна цена на ресурса е приравнена на годишната печалба на фирмата след покриването на всички разходи и данъци. Тази печалба може да бъде реинвестирана в дейността на фирмата и да не бъде разпределяна на своите акционери (съдружници) в продължение на няколко години. При генериране на загуба цената на ресурса е с отрицателна стойност, която се равнява на разликата между себестойността и инфлационните обезценки и пропуснати ползи от алтернативни финансови решения.

Съгласно действащото в Република България законодателство, капиталовите дружества имат определен минимум за собствен капитал за да бъдат надлежно регистрирани в правната ни система.

При дружества от типа ЕООД и ООД този капитал е 5 000 лв. При КДА, ЕАД и АД е 50 000 лв. Този паричен ресурс се депозира при учредяване на дружеството и на тази база стартира дейността на новорегистрираната фирма. Освен паричен ресурс учредителите могат да внесат и непарични вноски /апорти/, които за да се отнесат към капитала, трябва да се оценят от вещи лица назначени от компетентен съд. Тъй като транспортната дейност е сравнително капиталоемка, то в повечето случаи първоначалното финансиране, под формата на учредителен капитал, е крайно недостатъчно.

Един алтернативен, за транспортните фирми, вариант е увеличаване на собствения капитал на дружеството чрез издаване на допълнителни дялове или акции (в зависимост от вида на фирмата). В зависимост от правата, които носят тези акции може да се определи цената на ресурса, т.е. ако са издадени обикновени акции покриващи всички права, както и правата на учредителите, цената на ресурса е приравнена на цената на ресурса на учредителите.

При издаването на т.нар. привилегировани акции, нейните носители имат ограничени права, което може да доведе до различни стойности на паричния ресурс. С цел събиране на по-голям паричен ресурс, компанията може да се обърне към по-широк кръг от инвеститори, чрез т.нар. публична подписка. За тази цел, дружеството следва да има одобрен публичен проспект за издаване на ценни книжа от Държавната комисия по ценни книжа /ДКЦК/. В този случай цената на ресурса се увеличава с всички допълнителни разходи и такси по изготвянето и обслужването на публичната емисия от ценни книжа.

Облигационен заем – това е една от формите на финансиране, която тепърва прохода на нашия пазар. Облигационният заем може да бъде частен или публичен. При публичния облигационен заем, също както при емисиите акции, се изисква издаването на проспект, който да е одобрен от ДКЦК. Едно от предимствата на този вид финансиране е сравнително лесната калкулация на приблизителната стойност на ресурса, т.е. в повечето случаи на базата на анализ, компанията сама определя лихвените нива на дадения облигационен заем и за това по принцип този ресурс е по-евтин в сравнение с банковите заеми. Второто предимство е, че този ресурс може да е за по-дълъг срок от стандартните алтернативни банков заеми. Също така процес на промяна може да е и начина и периодичността на лихвените плащания.

Търговските заеми нямат широка практика у нас и в повечето случаи се осъществяват чрез свързани предприятия, сходни до фирмата търсеща финансиране. При дейността на дадена фирма банковите заеми са една от най-често търсените форми на финансиране. Банковите институции предоставят паричен ресурс за два основни вида нужди: за инвестиционно оборудване /инвестиционни кредити/ и за текущи нужди /оборотни кредити/. Лихвените равнища са в границите 14 – 25 % на базата на нетно кредитиране. Срокът на кредитиране също може да варира, но все още сроковете са предимно по-кратки. За оборотен кредит – в рамките на една година; при инвестиционен кредит – до 3 - 4 години в повечето случаи. Разбира се съществуват банки предлагащи по-дълги срокове на кредитиране. Основният проблем при банковото финансиране е

огромния размер на обезпеченията, които изисква финансовата институция за да отпусне кредитната линия. При някои случаи това обезпечение достига до 200 % на базата на реалния кредит. Освен това кредитите се оскъпяват с допълнителни разходи за експертни оценки, такси и комисионни, условия за ангажименти, ипотечи и други форми на гарантиране. Все още процедурата по банково кредитиране е сравнително сложна и тромава, което изисква допълнителни разходи при кандидатстване за банков кредит. Това за сега остава една от най-перспективните форми на кредитиране за всяка една фирма.

Лизингът, като форма на кредитиране е една от най-развитите у нас. Това е следствие от необходимостта за увеличаване на продажбите на конкретни продукти, в среда с ниска покупателна способност. В повечето случаи единственото обезпечение, на една лизингова сделка, е самото имущество по сделката. То е собственост на лизинговата компания и, в зависимост от условията на лизинговия договор, може да бъде прехвърлено на лизингополучателя в края на периода по остатъчна стойност. Лихвените равнища са сходни или по-високи от банковите лихви. Финансовата практика познава два основни типа лизинг, на които се базират останалите видове.

Финансовият лизинг е схема, при която в края на периода Лизингополучателя придобива собствеността на актива. Предимство на този вид лизинг е, че Лизингополучателя завежда Дълготрайния материален актив /ДМА/, още в началото на периода и започва да му начислява амортизационни отчисления. Амортизацията, при транспортните средства, е в размер на 15 % годишно. Те се зачисляват на цена на придобиване /доставна цена/ и на тази стойност се правят всички амортизационни отчисления. Също така лизингополучателя зачислява в баланса разликата между лизинговата цена и платените вноски. Ако лизинговия договор е за срок равен или по-малък от 12 месеца се зачислява като “Други краткосрочни задължения”, ако лизинга е по-голям от 12 месеца се зачислява като “Други дългосрочни задължения”. Съгласно условията на чл.36, т.1 от Закона за Данъка върху добавената стойност, ако лихвата е по-малка от законната, то сделката се счита за финансова услуга и е освободена от ДДС.

Ако лихвата е по-голяма от законовата, то лизингодателя следва да начисли ДДС върху цялата вноски.

Оперативният лизинг съществува, когато лизингополучателя никога не става собственик на имуществото /транспортното средство/, а е само негов ползвател. В този случай Лизингодателя завежда актива и той начислява амортизационни отчисления за него. Направените вноски на лизингополучателя в полза на лизингодателя, са признати за пълен разход на лизингополучателя. По този начин, във всеки един момент лизингополучателя може да подмени лизинговото имущество с по-ново и дадена транспортна фирма може да има постоянен парк от съвременни транспортни средства без да е техен собственик, но да получава всички предимства и облаги от тяхното ползване.

Според представително пазарно проучване направено на територията на Република България, директните продажби в областта на транспорта свързани с лизингови схеми на финансиране, увеличават продажбите с 30-40 % спрямо директните продажби.

В световната лизингова практика съществуват четири основни вида лизингови компании:

1. Лизингови компании свързани с банкови институции, което гарантира по – евтин паричен ресурс - “Юнионлизинг” АД;

2. Лизингови компании свързани със застрахователни институции, което предлага атрактивни застрахователни схеми – “Опел – Лизинг” АД;

3. Лизингови компании свързани с голям производител или вносител /captives/, които разчитат на атрактивна доставна цена от производителя. Почти всички големи вносители на автомобили и транспортни средства имат собствени лизингови структури, предлагащи комплексна услуга. Част от тях са структурно отделени от вносителя – “Промобил Лизинг“ е част от “Промобил” – официален вносител на Renault за България, “Ита лизинг” е част от “Аутоиталия” АД – официален вносител на Fiat. Лизинговата дейност на повечето фирми се извършва директно през официалния вносител: Мото Пфое ЕООД е официален вносител на Ford, Volvo и Jaguar; Юнитрейд-Х – официален вносител на Volkswagen; Булвария – официален вносител на Opel и др.

4. Независими лизингови компании – Бием Лизинг – МАЗ; Транслизинг АД, ТС лизинг АД, Бел лизинг и др.

Освен тази класификация лизинговите компании могат да бъдат разделени и на следните два вида:

1. Трансгранични /Cross border/ лизингови компании - свързани са с чуждестранни компании, които предлагат финансиране на лизингови сделки за транспортни средства. Най-характерната особеност при сделки с този тип компании е, че ДДС следва да се плати в началото на периода, при вноса на транспортното средство. Обикновено договорите при трансграничния лизинг се съобразяват с нормативните актове на страната, в която е седалището на лизингодателя. В повечето случаи вноса и обмитяването на транспортните средства се извършват от лизингополучателите. Подобряването на макроикономическата ситуация в страната ни позволи, появата на много компании от трансграничен тип: Афин България АД, като клон на Афин Лизинг АГ предлага трансграничен лизинг на Iveco; Волво Трък Корпорейшън България предлага товарни автомобили на лизинг с търговската марка Volvo; Pabco Leasing und Handels GmbH предлага финансиране както на нови така и на употребявани товарни автомобили с марките Daf, Volvo, MAN и Mercedes; Скания България предлага транспортни средства на шведския концерн Scania.

2. Местни лизингови компании – предимството при тези компании е финансирането на ДДС. Съгласно действащото законодателство, транспортните средства имат право на данъчен кредит, което означава, че лизингодателя може да разсрочи ДДС на лизингополучателя за целия срок на лизинга. Освен това при местните лизингови компании има изградени условия за поддръжка на лизинговото имущество. Лизингодателите внасят и обмитяват сами транспортните средства и вече, като своя собственост ги предоставят на лизингополучателите. Проблем при местните лизингови компании е, че не разполагат с достатъчен собствен паричен ресурс и ползват чужд /в повечето случаи банкови заеми/, което довежда до допълнително оскъпяване на ресурса.

Независимо от лизинга който предлагат, по-голямата част от лизинговите компании,

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

работят с т.нар. лизингово оскъпяване, представляващо отношението на лизинговата цена спрямо доставната /продажна/ цена. При тях то варира в границите между 4.5 и 15.2 % годишно. Лизинговото оскъпяване е променливо и е функция на няколко параметъра – размер на встъпителната вноска, срок на лизинга, наличие на гратисен период, начин на погасяване на вноските /месечни, тримесечни/, вид на вноските /равни (анюитетни), намаляващи, растящи, неравномерни/. Друг параметър на лизинговите оферти е встъпителната вноска. Размерът ѝ стандартно е в рамките на 20 – 30 % от доставната цена, като при някои видове транспортни средства може да достигне до 50 %, а при други да спадне до 10 % спрямо доставната цена. Повечето лизингови компании имат условия лизинговото имущество да бъде застраховано в полза на лизингодателя в точно определена застрахователна компания, което определя и различни параметри на застрахователните премии. Стандартно сключваните застраховки са за Пълно автокаско, което покрива пълна или частична щета на транспортните средства. Освен тази застраховка лизинговите компании изискват да се сключи и застраховка срещу риска от неплащане на вноски от лизингополучателя, гражданска отговорност и пътен данък, които също допринасят за оскъпяване на имуществото.

Застрахователните премии обикновено са до 10 % от доставната цена на транспортното средство.

Повечето лизингови компании работят с допълнителна административна такса, която покрива разходите на лизингодателя по конкретния договор. Тази такса също варира и е в размер на 1 до 3,5 % от доставната цена. Всички тези елементи образуват т.нар. ефективна лихвена тежест на лизинговия договор и определят комплексното оскъпяване на даденото имущество при финансиране на лизинг. Една голяма част от лизинговите компании работят с т.нар. вътрешна норма на възвращаемост /IRR/, поради факта, че не е едно и също дали клиента първоначално ще плаща по-големи вноски, а впоследствие намаляващи или ще плаща на равни вноски. В първия случай, лизингополучателя по-бързо ще върне отпуснатия кредит в началото на периода. Независимо от годишното оскъпяване за лизинговите компании е важно кои парични средства кога ще бъдат взети и кога ще бъдат върнати.

Литература:

1. Списание Камиони, бр. 5, Септември 2001, стр. 6-18
2. Вестник Капитал, специализирано приложение “Автомобилен салон 2001”, стр.8



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИНВЕСТИЦИОННИ ОЦЕНКИ НА ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ОБСЛУЖВАНЕ НА ПЪТНИЧЕСКОТО ДВИЖЕНИЕ В НК БДЖ

Мирена Тодорова , Теодор Беров *

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" No 158

АНОТАЦИЯ

Настоящият доклад има за цел да запознае аудиторията с възможностите за закупуване на нов подвижен състав за обслужване на крайградските превози и пътническото движение по отклоненията и главните линии на дизелова тяга. Направен е анализ на разходите за осигуряване на пътническото движение и инвестиционна оценка чрез NPV на вариантите за закупуване на подвижния състав /шинобуси/ при нова организация на ГДВ.

Ключови думи: железопътна инфраструктура, железопътен транспорт, субсидиране на пътническите превози, , пътническо движение, инвестиционен проект, метод NPV , подвижен състав

През последните години държавният бюджет не е в състояние да осигурява необходимите средства за субсидиране на пътническите превози, ремонта на железния път и системите за безопасност, както и развитието на инфраструктурата на железниците. Налице е сериозно влошаване състоянието на инфраструктурата и подвижния състав, а качеството на обслужването направи железопътния транспорт по - малко търсен и неконкурентноспособен спрямо автомобилния транспорт.

Всичко това доведе до необходимостта от разработване на Проект за оздравяване на БДЖ, който се финансира от международни финансови институции, като Световната банка, Европейската банка за възстановяване и развитие, програма ФАР и др. Проектът включва: инвестиции в инфраструктурата и подвижния състав, пазарна организационна структура,

технологично проектиране, финансово оздравяване, кадрова стратегия и др.

Програмата за финансово оздравяване е съобразена с външното финансиране в размер общо на 170 млн. щ.д., чрез заеми осигурени от Световната банка, ЕБВР и Агенции за експортни кредити, и безвъзмездна помощ от Програмата ФАР на ЕС. Това финансиране е задължително за реализирането на Оздравителния проект и е предмет на редовно следене от страна на международните финансови институции /МФИ/. Предвидените средства от външно-то финансиране за периода на действие на ПФО са показани в Таблица 1.

Разглеждайки характера на пътническите превози, ролята на пътническия железопътен транспорт като основен за обслужване на населението, при което 40 % от пътническия поток съставлява най-социално слабата част на населението и ограничената покупателна способност като

-
- гл.ас.инж. Мирена Тодорова, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул "Г. Милев", No 158
 - гл.ас.инж. Теодор Беров, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул "Г. Милев", No 158

цяло не позволяват воденето на агресивна тарифна политика и съществено увеличение на цените. Опитът от 1998 год., когато цените бяха увеличени, макар и поетапно с 87%, показва намаление обема на превозите с около 24 % и на практика не можа да се реализира предвидения ръст на приходите. Разчетите показват, че по-голямото увеличение на цените ще доведе до негативни резултати. Оценката е, че ако се успее да се поддържа съотношение на разходи към приходи 2:1, това ще е максималният резултат и разликата следва да бъде компенсирана по съответния ред от Държавния бюджет.

Размера на необходимите средства от Държавния бюджет за компенсиране загубите от поддържане на редовна тарифа за пътнически превози под нивото на разходите за дейността за 2000 г. е показан в Таблица 2.

Размерът на субсидиите през следващите две години се намалява постепенно, но като се има предвид спецификата на железопътния транспорт и инвестиционната програма на НК "БДЖ" за прогнозирания период, компанията не може сама да финансира развитието на пътническите превози. През 1999 год. НК "БДЖ" задели средства в размер на 20622 хил. нови лв. за обслужване на заемите от Международните финансови институции, през 2000 г. - 27 578 хил. нови лв., а през 2001 г. - 31 802 хил. нови лв.

В областта на разходите за пътническата бизнес дейност ще продължи политиката на ограничаване на разходите, като в сравнение с предходната година обема на влаккилометровата работа ще се намали средно със 17%- междуградски влакове (експресни и бързи) с 10%; крайградски пътнически влакове с 25%; обикновени пътнически влакове с 29%; влакове по второстепенни линии с 29%. Всичко това доведе до рязко намаляване на броя на влаковете, за губа на пътници и приходи за железниците. Съвременното развитие на пътническият ж.п. транспорт в чужбина се отличава с въвеждане на нови технически и технологични решения за превоз на пътници, основани на високо ниво на комфорт, висока честота и обвързка на различните категории влакове по различни направления във възелните гари. С оглед изграждането на конкурентноспособен пътнически транспорт у

нас, във връзка с големия брой автобусни фирми, които изземват традиционния клиент, за повишаване на нивото на обслужване на пътниците могат да се вземат следните решения: въвеждане на нов подвижен състав и нови технологични решения за движението на влаковете.

Оперативният паричен поток и при пътническите превози показва невъзможност да се осигури разширено възпроизводство, тоест да се инвестира в нов подвижен състав през периода, с цел повишаване качеството на услугите, въпреки държавната субсидия, която обаче покрива само загубите от ниските тарифи за превоз на пътници. В случаите, когато държавния бюджет не разполага с необходимите ресурси, дефицитът за някои неефективни, но необходими превози се покрива от съответните заинтересовани клиенти, т.е. социалното министерство за социално слабите групи от населението, образователното министерство на учащите се, енергетиката на мините, общините покриват загубите от малодейтелните линии и т.н.

Разгледан е варианта при който в експлоатация се въвеждат релсови автобуси (шинобуси). Предимствата им в сравнение с обикновените влакове са:

- поради по – малката си маса шинобусите въздействат значително по – слабо на железния път, а това води до намаляване на амортизацията му;
- по – малката им маса означава и по – голяма маневреност, намалено време-пътуване поради намаляване времето за потегляне и спиране и възможност напълно да се използва допустимата скорост на железния път;
- имат по – нисък разход на гориво;
- предлагат по – голям комфорт и удобства за пътниците в сравнение с обикновените влакове и автобусите;
- тези возила могат да осигуряват два и дори три пъти по – голяма честота на движението поради ниските експлоатационни разходи за тях и ускореното обслужване на влаковете;
- шинобусите на фирма ADtranz – GTW 2/6 предлагат 108 седалки места втора класа, което ги прави идеални предвид средната населеност на влаковете до този момент, която със сигурност даже ще нарастне предвид всички изброени предимства;

• накрая, но не на последно място по важност, при запазване на същата цена за превоз и с шинобусите, железопътния транспорт ще стане особено атрактивен и ще възникне необходимост от прогнозиране с какъв обем ще се увеличи пътничкопотока и за какъв период от време ще се изплати инвестицията по закупуване на шинобусите

Недостатъците на шинобусите са много голямата им цена – 2 млн. \$ и трудности при намиране на изгоден кредит.

Техническите данни на шинобуса GTW 2/6 на ADtranz са следните :

- тегло на моторсата – 54.5 т.;
- максимално тегло 71т;
- максимален обем пътници – 240 при 4 души на квадратен метър, от които 108 седящи втора класа;
- максимална скорост $V_{max} = 120$ км/ч(при 0),100 км/ч (при 10) и 85 км/ч (при 20)
- мощност 550 KW;
- максимална пускова тяга 61 KN;
- максимално ускорение 0.96 m/s ;
- максимално ускорение до 50 км/ч 0.66 m/s;
- спирачна сила от 120 до 5 км/ч – 35 KN;
- разход на дизелово гориво – зимен сезон 100л /100 км., летен сезон 85 л/100 км;
- разход на нафта – 50 л. на денонощие;
- разход на моторно масло – 65 л. на 1000 моторчаса;
- разход на хидравлично масло – 50 л. на 4000 моторчаса.

За оценка на ефективността на даден инвестиционен проект в условията на сложни икономически условия и обективните трудности на реалната експлоатация трябва да се извърши обстоен и задълбочен анализ за доказване жизнеспособността на проекта. От икономическа гледна точка всяка фирма се стреми чрез инвестиционната си политика да увеличи капитала си (дълготрайни и краткотрайни активи) чрез производството и продажбата на услуги. В случая за железопътния транспорт се продават транспортните услуги и на тяхна основа се формират доходите. За да е ефективен даден инвестиционен проект, е необходимо сумата от чистите парични потоци (печалба или загуба) за периода на икономическия живот на инвестицията, дисконтирани във времето с

приетата норма на възвръщаемост на капитала да е по - голяма от инвестицията..

Съвременната инвестиционна теория използва метода на нетна сегашна стойност (Net Present Value - NPV). Дисконтираните парични потоци представляват наличните пари (cash), от които се очаква определена възвръщаемост при влягането им в даден инвестиционен проект, предвидени към една изходна година. Сумата от компонентите на дисконтираните парични потоци дава общата сегашна стойност на фирмата (Total Present Value). Нетната сегашна стойност NPV е равна на общата сегашна стойност на финансовите приходи минус стойността на финансовите разходи.

За оценката на инвестиционните решения са направени разчети за крайградското движение Плевен- Черквица по 2 главна линия и отклонението Яс -Чкв осъществявано чрез дизелова тяга.

При маркетинговото проучване на автомобилния транспорт и съпоставката му с железопътния са използвани данни, предоставени от трите автобусни превозвача, извършващи превози по маршрута на 23 ж.п. линия, което показва, че въпреки по - ниските цени на железопътния транспорт и почти еднаквото времепътуване, автобусните фирми заемат господстващо положение в превоза на пътници по маршрута Плевен – Черквица. Причините за това са комплексни – липса на удобни връзки с другите влакове в гарите Ясен и Плевен, наличието на вече само два чифта пътнически влака от Плевен до Черквица (докато автобусите се движат средно на всеки час), малко по – лошото качество на извършваната превозна услуга от железницата и отдалечеността на някои от гарите в полигона от центровете на селищата (дори гара Милковица се намира между гр. Гулянци и с. Милковица – на 1 км. от града и на 3 км. от селото).

При досегашната организация на движението в полигона (ГДВ за 1999–2000г.) извършените разходи, отнесени на единица превозена продукция значително надвишават средно мрежовите - при пътническите превози 2 пъти, а при товарните 3 пъти. Общите разходи за пътнически и товарни превози в полигона възлизат на 1231 хил. лв., а приходите от извършената работа са 256 хил. лв. Загубата е 975 хил. лв. годишно. Разходите за един пътнически влак в полигона са 297

лв., а приходите са 49 лв. Процентът на възстановяване на разходите в полигона за 1999г. е 21%.

При намаляване на броя на пътническите влакове през 2000г. в полигона до технологичния минимум - 4 влака, общите разходи за пътническите превози намаляват на 718 хил. лв., а разходите за един пътнически влак се увеличават на 578 лв.

Изхождайки от ниската интензивност на пътническото движение в полигона Плевен – Черквица и това, че средната седмична населеност на най – натоварения влак 23205 в ГДВ за 1999 – 2000 г. е 107 души, а максималната населеност на същия е 181 души (в неделя), се предлага вместо досегашните КПВ с дизелов локомотив начело и три вагона в експлоатация да се закупи един релсови автобус (шинобус).

Въз основа на статистическите данни за броя на превозените пътници в полигона Плевен – Черквица през последната година се предлага организация на пътническото движение с пет чифта шинобуси.

Разходите по пера, приспадащи се на всеки КПВ по линията Плевен -. Черквица за ГДВ 1999 – 2000 г., са :

- за инфраструктура, Еи включващи в себе си разходи за поддържане и ремонт на :железния път Ержп, ел. инсталации Ерел, контактна мрежа Еркм и гарови съоръжения Ергс ;
- за поддържане и ремонт на локомотивен парк Ерлп ;
- за поддържане и ремонт на вагонен парк Ервп ;
- за експлоатационна дейност в гарите и управление Ееду ;
- за гориво и ел. енергия за превози Егел ;
- за превозни бригади Елб ;
- за експлоатация и управление на на локомотивния парк Еелп ;
- Еидс- разходи за инфраструктура с приспадна сумата, която се поема от държавата като субсидия (47.3% се поема от държавата);

Изчисляване на разходите за ГСМ на шинобуса

Въз основа на техническите данни се определи, че:

- годишния разход на дизелово гориво при пет чифта шинобуси по линията Плевен – Черквица и приети шест “зимни” и шест

“летни” месеца в годината е 171475.4 л.(145754.09 кг.)x 0.843 лв/кг , Едг=122870.70 лв.

- годишния разход на нафта е 6000 л. (5040 кг. при 120 отопляеми дни в год.)x 0.49156 лв/кг, Енаф=2477.46 лв;

- годишния разход на моторно масло е 358 л (318.62кг. при 5505 моторчаса за годината и 15.08-часов работен ден за шинобуса)x 1.50656 лв/кг, Емм=480.02 лв;

- годишния разход на хидравлично масло е 68.81 л.(60.55 кг. при 5505 моторчаса)x 1.87458 лв/кг, Ехм=113.51 лв.

Е гел = Е дг = 122870.7 лв.;

Е рлвп = Енаф + Емм + Ехм = 3071 лв.

Цените и отношенията л – кг. за тях са предоставени от локомотивно депо – Горна Оряховица :

Дизелово гориво – 1874.58 лв/тон, 1л = 0.85 кг.;

Нафта – 491.56 лв /тон, 1л = 0.84 кг.;

Моторно масло М16 – 1506.56 лв/тон, 1л = 0.89 кг.;

Хидравлично масло МХ30 – 1874.58 лв/тон, 1л = 0.88 кг.

Сравнение между разхода на дизелово гориво при шинобуса и при дизеловия локомотив 55 серия, е даден в таблица 3.

Вижда се, че при едни и същи условия шинобусът е 6,64 пъти по – икономичен от дизеловия локомотив 55 серия.

При вариант на организация на движението с шинобуси се премахват разходите за експлоатация и управление на локомотивен парк Еелп и се обединяват в едно разходно перо разходите за поддържане и ремонт на локомотивен и вагонен парк - Ерлвп (табл. 4).

От таблицата се вижда, че поради голямата стойност на разходите за инфраструктура дори при новата организация на движението с шинобуси БДЖ ще е на загуба, но съотношението между разходи и приходи се доближава до предписаното от Международния Валутен Фонд съотношение 2/1, което при евентуално увеличение на тарифата от около 30 % се постига.

Основният проблем за въвеждане на този вид подвижен състав е лошото финансово състояние на БДЖ и невъзможността му да закупи въпросните шинобуси. Има няколко възможности за финансирането на този проект :

— да сключи договор с общините за разделяне на капитала, необходим за покупката на подвижния състав;

— да финансира своята част от инвестицията или цялата инвестиция чрез заем от банки;

— да финансира своята част от инвестицията или цялата инвестиция чрез заема от Европейската банка за възстановяване и развитие (ЕБВР) по Оздравителния проект за БДЖ.

ЕБВР дава по – изгоден кредит (45 млн \$) от другите банки, който осигурява вътрешна норма на възвръщаемост 45 % в частта за обновление на локомотивния и вагонен парк. Срока за погасяване на заема от ЕБВР е 15 години от годината на предоставяне на заема (1996 г.) при следните условия - три годишен гратисен период за плащане по главницата и плаващ лихвен процент около 8 – 9 %. Лихвите са дължими върху размера на изтеглената и непогасена главница и тя става изискуема след отпускането на заемите.

Пътническите и товарни влакове в полигона се обслужват съответно с локомотиви 55 и 07 серия от депо Плевен – запад (филиал на локомотивно депо – Горна Оряховица).

Разгледани са следните случаи на инвестиции за икономически живот на проекта 20 години :

- при сключен договор с общините за съвместно закупуване на един шинобус и осигуряване на половината от стойността му чрез заем от банка при 15 % лихва и 10 - годишен срок на погасяване,

$NPV(1в.) = -975986,6$ лв

- при сключен договор с общините за съвместно закупуване на един шинобус и осигуряване на половината от стойността му чрез заем от ЕБВР при 9 % лихва и 15 - годишен срок на погасяване

$NPV(2в.) = -765825,29$ лв;

- осигуряване на цялата стойност чрез заем от банка при 15 % лихва и 10 - годишен срок на погасяване

$NPV(3в.) = -1540478$ лв;

-осигуряване на цялата стойност чрез заем от ЕБВР при 9 % лихва и 15 - годишен срок на погасяване $NPV(4в.) = -1120156$ лв.

Както се вижда, при всички случаи NPV е отрицателно, защото пътническото движение според направените разчети е на загуба. За същият период, ако се

определят загубите на БДЖ при сегашната организация на движението то: $Er(4ч) = 1\,161\,539$ лв; $Er(2ч) = 1\,113\,900$ лв.

За различните случаи на инвестиция икономията от вдвряването на новата организация на пътническото движение е следната :

$I = Er - NPV$;

За случая при 4 чифта влака:

$I(1в) = 185552,4$; $I(2в) = 395713,7$;

$I(3в) = -378939$; $I(4в) = 41383$;

За случая при 2 чифта влака -

$I(1в) = 137913,34$; $I(2в) = 348074,7$;

$I(3в) = -426578$; $I(4в) = -6256$.

От определените стойности на икономията се вижда, че инвестиционният проект е рентабилен в случай на сключване на договор с общините. Действителният живот на шинобусите е 30 години и ако се оцени за такъв вариант, то при всички случаи ще бъде ефективен.

Перспективи за бъдещето на полигона - заинтересованите общини трябва да участват в издръжката на линията чрез осигуряване на част от сумата за закупуване на шинобус и експлоатирането му. Ако този вариант не се приеме, при сегашното състояние на нещата пътищата за спасяване на линията могат да бъдат отдаване на линията под аренда, приватизация и др. За да остане линията да работи, общините Плевен, Долна Митрополия, Гулянци и Никопол трябва да поемат загубите от експлоатацията на полигона (850 хил. лв. годишно) и тя ще функционира със занижени параметри – при два чифта пътнически влака в денонощието.

Аналогично на разгледаният полигон, случаи на инвестиции за закупуване на нов подвижен състав / като се взема в предвид и екологичността на жп превозите/ за обслужване на крайградско и движение по отклонения с голям обем пътническото със сключване на договори с засегнатите страни може да доведе до привличане на нови пътническото, увеличаване на приходите и на някои места достигане на съотношението разходи – приходи 2:1 , а дори и подобряването им.

Литература:

[1] Програма за финансово оздравяване на НК'БДЖ' 1999 г.- 2001 г. София, 1999г.;

[2] Отчетни данни за разходите за пътническото движение за 1999-2000 г. за пътническите влакове Пл-Чкв.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Таблица 1

Финансираща институция	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	Общо
МБВР	3 373	32 937	21 553	13 057	14 284	9 592	94 796
ЕБВР	450	9 316	16 795	17 136	1 027	-	44 724
Кредитаншалт	-	-	-	2 624	-	-	2 624
Ю Би Ес	-	-	-	1 617	-	-	1 617
Париба	-	-	-	1 001	5 693	-	6 694
ФАР	-	399	618	9 607	8 411	-	19 035
о б щ о	3 823	42 652	38 966	45 042	29 415	9 592	169 490

Таблица 2

Разчет на субсидиите по отделни пазарни сегменти	2000 г.
1. Размер на средствата за компенсиране на загубите от превозите по второстепенните слабо натоварени участъци от жп мрежа	21 630
2. Размер на средствата за компенсиране на загубите от осигуряване на трудово-служебните пътувания в районите на големите агломерации	26 543
3. Размер на средствата за компенсиране на загубите за осъществяване на тактов график в определени участъци от железопътната мрежа	4 239
4. Размер на средствата за компенсиране на загубите за обслужване на малките населени места	21 354
5. Размер на средствата за компенсиране на загубите от междуградските превози с бързи влакове	8 034
6. Размер на средствата за компенсиране на загубите от междуградските превози с експресни влакове	200
о б щ о	82 000

Таблица 3

Разход на дизелово гориво, кг	55 серия, 2 чифта КПВ	Шинобус GTW 2/6, 2 чифта КПВ	Шинобус GTW 2/6, 5 чифта КПВ
Годишен разход	387583,79	58327,18	145818,86
Средномесечен разход	32298,65	4860,6	12151,57
Среднодневен разход	1061,87	159,8	399,5

Таблица 4

Вариант	Е и	Е идс	Е рлвп	Е еду	Е гел	Е пб	Сума раз	Приход	Загуби
при 4 ч.	404536	191348	67102	20729	528002	128556	935737	122640	-813097
при 2 ч.	375612,4	177667	16775,5	20729	528002	128556	871729,4	91980	-779749
при 5 ч.	363561,9	171967	3071	20729	122871	128556	447193,7	159140	-288054
								187828	-259366



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЦЕНТР СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Леонид Баранов, Евгений Ерофеев, Валентина Сидоренко¹

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ),
103055, Россия, Москва, ул. Образцова, 15 e-mail: valenfalk@mtu-net.ru

ABSTRACT

The control of subway trains traffic a complex and poorly formalized task, that has to be resolved by train dispatchers within a very tight timeframe. The current levels of the computer means development make it possible this day to successfully resolve the task of making control process of subway trains traffic automated. This report gives proper consideration to the basic principles of building a simulation software and hardware for supporting of decision-maker (dispatcher) at control of subway trains traffic.

Ключевые слова:

ВВЕДЕНИЕ

Управление линией метрополитена является ответственной задачей, качество решения которой зависит от слаженности работы всех служб метрополитена. В нашей стране разработана концепция автоматизированного метрополитена, основой которой является создание интегрированной автоматизированной системы управления метрополитеном (ИАСУМ) [1]. Одним из направлений развития ИАСУМ является создание центра ситуационного управления линией метрополитена. При графиковом движении поездов большинство действий по управлению движением поездов выполняется в автоматическом режиме. В условиях сбоев, которые можно отнести к чрезвычайным ситуациям, вся тяжесть управления переходит на поездного диспетчера. Управление в чрезвычайной ситуации принципиально отличается от управления в нормальном (повседневном) режиме.

Главными отличительными чертами чрезвычайной ситуации, в рассматриваемом случае, сбой является непредсказуемость ситуации и отсутствие своевременной и точной информации. Особенности работы в чрезвычайной ситуации являются дефицит времени, психологическое и моральное напряжение. Одним из способов облегчения решения задач управления линией метрополитена является создание центра ситуационного управления линией метрополитена, включающего системы поддержки принятия решения (СППР).

СТРУКТУРА ЦЕНТРА СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Программные средства центра ситуационного управления линией метрополитена включают в себя:

-автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера-оператора (АРМ ДЦХЗ), с которого вводятся команды управление

¹ Леонид Баранов - профессор, д.т.н, академик Академии Транспорта России, Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), 103055, Россия, Москва, ул. Образцова, 15

Евгений Ерофеев - профессор, д.т.н, член-корреспондент Академии Транспорта России, Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), 103055, Россия, Москва, ул. Образцова, 15

Валентина Сидоренко – доцент, к.т.н, докторант кафедры «Управление и информатика в технических системах» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), 103055, Россия, Москва, ул. Образцова, 15, e-mail: valenfalk@mtu-net.ru

объектами линии, которые затем в промышленном контроллере преобразуются в формат ТУ;

-табло коллективного пользования, служащее для наиболее полного визуального представления информации о состоянии объектов линии;

-АРМ по отображению исполненного графика движения поездов по линии метрополитена, в рамках которого осуществляется анализ информации о местоположении поездов, получаемой по каналам ТС, и затем строится график исполненного движения [2];

-тренажер поездного диспетчера, который может быть использован не только для обучения поездных диспетчеров, но и для опытной эксплуатации и тестирования элементов АСУ движением поездов по линии метрополитена, что очень важно, так как в условиях реальных линий отладка программного обеспечения управляющих систем из-за высокой ответственности команд очень затруднена[3,4];

-автоматизированную систему построения графика движения поездов, которая должна реализовывать человеко-машинную процедуру составления и коррекции планового графика движения поездов в соответствии с исходными требованиями по парности движения, условиями эксплуатации и технического обслуживания подвижного состава, индивидуальными особенностями линии (география линии, места отстоя и ночной расстановки поездов, расположения депо) [5];

-автоматизированную систему ввода команд управления объектами линии, которая позволит передавать команды управления объектами линии в автоматизированном режиме в соответствии с плановым графиком и с разрешения оператора ДЦХЗ;

-систему поддержки принятия решения (СППР) поездного диспетчера[6];

-систему учета приказов и временных ограничений на условия движения поездов, которая позволяет автоматизировать процесс подачи и принятия к исполнению приказов по организации движения и обеспечить полный учет различных временных ограничений при составлении графика движения поездов и организации движения.

СППР управления линией метрополитена должна решать следующие задачи:

-прогнозирование сбойных ситуаций;

-оповещение всех заинтересованных лиц о сложившейся на линии ситуации;

-разработка возможных сценариев функционирования линии в условиях сбоя;

-разработка предложений по ликвидации причины сбоя;

-разработка возможных сценариев вывода линии из сбойной ситуации;

-разработка предложений по управлению конкретными поездами и станциями;

-организация действий по восстановлению графического движения поездов по линии метрополитена;

-ведение архива действий.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Формализация задач диспетчерского управления лежат не строгие математические модели, а формальное описание человеческой логики, которая очень часто основывается не на строгих количественных соотношениях, а на качественных понятиях.

Индивидуальные особенности линии метрополитена (места аварийных оборотов, вместимость станций и так далее) влияют на процесс управления линией во время сбоя, а иногда становятся определяющими факторами этого управления. Такое положение приводит к тому, что математические модели линий (с точки зрения управления во время сбоя) не могут быть доведены до такого высокого уровня формализации, при котором имеет смысл говорить о методах синтеза управления для любой линии. Модель управления линией (во время сбоя) должна, следовательно, носить семантический характер и в основу ее должны быть положены эвристические диспетчерские стратегии управления, учитывающие индивидуальные особенности линий.

Из сказанного следует, что необходимой частью модели управления является модель знаний об объекте управления и модель поведения в проблемной среде. Такие модели управления принято называть логико-лингвистическими моделями [7,8].

Для построения логико-лингвистической модели прежде всего необходимо сформулировать пространство поиска решений, то есть выделить элементы и величины, которыми оперирует диспетчер, исследуя конфликтную ситуацию на линии и принимая решение по управлению. С этой целью введено понятие ситуационной системы сбоя (ССС), представляющей собой пятерку множеств:

$$W = \{S, Q, P, L, \Pi\},$$

где $S = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_z\}$ – множество типов сбоя;

S_i - i -ый тип сбоя; z - число типов сбоя;

Q - множество возможных мест сбоя, то есть – это объединение множества станций и множества перегонов линии:

$$Q = Q_1 \cup Q_2,$$

$Q = \{q_{11}, q_{12}, \dots, q_{1i}, \dots, q_{1n}\}$ - множество станций линии;

q_{1i} - i -ая станция;

n - число станций линии;

$Q_2 = \{q_{21}, q_{22}, \dots, q_{2i}, \dots, q_{2f}\}$ - множество станций перегонов;

q_{2j} - j -ый перегон;

f - число станций перегонов;

$P = \{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_m\}$ - множество возможных размеров движения (под размером движения понимается количество пар поездов в час);

P_i - i -ый размер движения;

m - количество возможных размеров движения;

$L = (l_{j1}, l_{j2}, \dots, l_{ji}, \dots, l_{jk})$ - множество вектор-строк, описывающих расположение поездов на линии;

l_{ji} - количество поездов на i -ом перегоне (или на 2 -ой станции) при некотором j -ом варианте расположения поездов на линии;

$n = \sum_{i=1}^m (l_{11}, l_{12}, \dots, l_{1i}, \dots, l_{1n})$ - общее количество поездов на станциях линии;

m - количество вариантов расположения поездов на перегонах и станциях линии;

$\pi = (\pi_{j1}, \pi_{j2}, \dots, \pi_{jn})$ - множество вектор-строк, описывающих пассажиропотоки на станциях;

π_{ij} - величина пассажиропотока на i -ой станции (π_{ij} при некотором j -ом варианте распределения пассажиропотоков на станциях линии метрополитена);

n - количество станций на линии;

y - количество различных вариантов пассажиропотоков на станциях.

Набор элементов ССС назовем ситуацией C_i :

$$C_i = \{S_j, q_{eo}, P_a, \bar{l}_{dg}, \bar{\pi}_x\}.$$

Таким образом, основной задачей, поставленной в данной работе, является разработка методики, ставящей каждой ситуации в однозначное соответствие определенное управление, то есть поиск зависимости.

Так как при одних и тех же исходных данных (расположение поездов в начале сбоя) выходные данные (расположение поездов в конце сбоя) из-за непредсказуемого поведения объекта управления в

экстремальной ситуации могут быть различными (то есть не выполняется условие детерминированности), то процесс управления во время сбоя нельзя описать алгоритмами, а следует использовать совокупность указаний, которая называется сценарием. Сценарий – это совокупность условий применения (предпосылок), моделей действия и выводов для достижения определенной цели, описывающая типизированную ситуацию.

Для разработки системы управления между отдельными элементами ситуаций были установлены определенные отношения, которые носят специализированный характер, отражающий особенности конкретной линии метрополитена. Кроме того, сами элементы ССС для удобства выбора управления представлены совокупностью своих атрибутов. Такой процесс называется структуризацией.

В результате структуризации на формальном уровне описана структура элементов и совокупностей элементов ССС, детализированы отношения между элементами ССС, и ситуациям поставлено в функциональную зависимость управление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены принципы построения центра ситуационного управления линией метрополитена, его структура и определены направления дальнейших исследований. В ней использованы результаты исследований и разработок, выполненных на кафедре «Управление и информатика в технических системах» Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баранов Л.А., Крук Ю.Е. Концепция автоматизированного метрополитена. // Метро, 1994, №3.- С. 6-8.
- [2] Васьков Д.Б., Сидоренко В. Г. Автоматизированная информационная система построения исполненного графика движения поездов по линии метрополитена. // Материалы XIII Международной конференции «Датчик-2001».-М.:МИИТ, 2001.-С.134-136.
- [3] Баранов Л.А., Сидоренко В.Г. Программно-аппаратные комплексы как средство планирования управления в чрезвычайных ситуациях // Проблемы регионального и муниципального управления: Материалы докладов и сообщений II Международной

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

конференции 18 мая 2000г. Росс. М.: РГГУ, 2000.- С.40-41.

[4]Ерофеев Е. В., Лызлов С. С. Компьютерная модель тренажера поездного диспетчера метрополитена. – Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Моделирование систем и процессов управления на транспорте", М., 1991.

[5]Баранов Л.А., Жербина А.И. Построение на ЭВМ графиков движения поездов метрополитена. // Вестник ВНИИЖТа, №7, 1981.

[6]Сидоренко В.Г. Система поддержки принятия решения при управлении линией метрополитена. //Proceedings of The 7-th International Scientific Conference of Railway Experts, Yugoslavia, Vrnjacka Banja, 2000.-С. 304-308.

[7]Ерофеев Е. В., Козлов В. П. Алгоритм восстановления графика движения после сбоя // Вестник ВНИИЖТ.- 1988.- N. 1.- С. 7-14.

[8]Козлов В. П. Методы управления линией метрополитена на основе формального представления диспетчерских знаний с помощью ассоциативных схем / Моск. ин-т инж. ж.-д. трансп.- М., 1985.- 14с. Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 29.01.85, N 2741.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ В АКТИВНЫХ СЕТЯХ

Оксана Н. Ромашкова

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ),
Москва, ул. Образцова, 15, Россия, e-mail: oksankin@mtu-net.ru

Резюме. Внедрение активной маршрутизации является одним из решений проблемы нехватки пропускной способности в информационных сетях. В работе проводится краткий анализ подходов к активной маршрутизации в проводных и беспроводных сетях.

ВВЕДЕНИЕ

Концепция активных сетей представляет собой один из вариантов так называемых активных технологий, появившихся в середине 80-х гг. Первоначально областью их применения были операционные системы и языки программирования, а основным предназначением — обеспечение мобильности, эффективности или информационной безопасности. Хорошо известной реализацией активной технологии является язык PostScript, гарантирующий переносимость генерируемых файлов (но не их защиту). В области параллельных вычислений этот подход в начале 90-х гг. нашел выражение в форме активных сообщений, для гетерогенных распределенных систем.

Теперь же эта идея привлекает специалистов в области информационных сетей, поскольку существующие сетевые архитектуры (Интернет, телефонные сети, мобильные сети, сети АТМ) недостаточно гибки в приспособлении к новым потребностям пользователей.

Развитие вычислительной техники ведет к отказу от установки универсальных высокопроизводительных ЭВМ у пользователей, так как многие задачи по

обработке информации можно перенести на серверы. Но это вызывает перегрузку серверов, поэтому возникают задачи, которые требуют обращения к активным сетям. В широком смысле сетевая архитектура определяется как совокупность механизмов передачи (транспорта полезной нагрузки), сигнализации, контроля и управления. Типовые архитектуры сети реализуются в виде наборов распределенных алгоритмов, которые предоставляют услуги окончательным пользователям. Из упомянутых фактов вытекают ряд ограничений, возникающих при разработке и развертывании новых сетевых архитектур.

Во-первых, существующие архитектуры развертываются на верхних уровнях многих технологий (наземные, беспроводные, мобильные, спутниковые системы, которые, в свою очередь, рассчитываются на широкий набор речевых, видео и цифровых приложений). Такие архитектуры неизбежно обладают весьма ограниченными возможностями по удовлетворению требований новых сред и применений. Поэтому можно ожидать, что развертывание подобных архитектур не всегда будет проходить успешно.

Оксана Николаевна Ромашкова, кандидат технических наук, доцент, кафедра радиотехники и электросвязи Московского государственного университета путей сообщения, Россия, Москва, ул. Образцова, 15.

Во-вторых, сопряжение между сетью и архитектурами, ответственными за базовые услуги связи (например, процедуры установления соединений в телефонных сетях или сетях АТМ) жестко определены и не могут подвергаться заменам, модификациям или расширениям. Например, в сети Интернет соединение конечных пользователей не обеспечивает требуемых гарантий качества обслуживания или необходимый учет использования сетевых ресурсов (и соответственно тарификацию).

В-третьих, создание и развертывание сетевых архитектур выполняется вручную и представляет собой продолжительный по времени и дорогостоящий процесс. На его самых ответственных этапах для планирования, эмуляции и моделирования сети используются средства, не связанные с работой в реальном масштабе времени. Такие средства всегда узки по своим возможностям, примитивны в использовании и не могут преодолевать недостатки архитектуры. Обычно разработка сети ведется для конкретных условий или конкретного случая (ad hoc) и основана на создании и проверке опытных образцов небольшого масштаба, которые затем развертываются в более крупные сети. Вместе с тем по логике вещей представляется, что архитектура должна разрабатываться на прочной научной основе с четко обоснованными моделями для всех уровней системы.

Наконец, в-четвертых, требуются многочисленные процессы параметризации пространств характеристик проектируемой сети, и перед окончательной реализацией развертываемой архитектуры должны проводиться её систематизированные исследования. На практике такие возможности обычно отсутствуют, и каждый цикл развертывания просто представляет собой итеративный процесс «разработка, развертывание, анализ».

Поскольку современные информационные сети должны обладать достаточной гибкостью, чтобы поддерживать разнообразные новые протоколы и сетевые услуги без переделок аппаратных средств, для обработки пакетов и выбора маршрутов их передачи могут быть использованы маршрутизаторы с процессорами общего назначения. С помощью таких процессоров программное обеспечение может динамически распределяться и

перераспределяться по сети. Существующие протоколы маршрутизации решают три основные задачи: 1) выбор характеристики (метрики), по которой принимается решение о маршруте; 2) распределение управляющей информации по сети; и 3) реализация алгоритма, выбирающего путь передачи для каждого пакета. В каждом конкретном традиционном протоколе эти три функции фиксированы и не подлежат изменениям. Идея же активных сетей состоит в возможности создания и применения новых алгоритмов маршрутизации в ходе работы, например, в зависимости от поступающей нагрузки. Активная маршрутизация объединяет понятия дейтаграмм и виртуальных каналов за счет того, что команды протоколов могут передаваться в пакетах вместе с данными. Соответствующие протоколы должны удовлетворять требованиям к обработке передаваемых данных, но они не обязательно должны быть стандартными. При активной маршрутизации команду на выбор пути несет сам пакет. Целью активной маршрутизации может быть быстрое изменение требований к качеству обслуживания, мобильности или каким-либо другим характеристикам, позволяющим повысить гибкость предоставления информационных услуг или решения производственно-технических задач предприятия.

Сеть Интернет быстро развивается от сети каналов и узлов связи, обрабатывающих пакеты по принципу наибольшего благоприятствования, к инфраструктуре, поддерживающей сложные специальные услуги. Такие услуги часто объединяют несколько конечных пунктов и связаны с передачей нескольких потоков, предъявляющих различные требования к качеству обслуживания и необходимым ресурсам. Традиционно назначение ресурсов в сети Интернет осуществляется с помощью протоколов сигнализации, причем отдельно для каждого потока. Одна из важных задач проектирования активной сети состоит в выборе числа узлов, в которых должны обрабатываться активные пакеты. Причина возникновения такой задачи состоит в том, что существенное улучшение характеристик приложений может дать лишь небольшой объем вычислений, предусмотренных в ключевых точках сети. Поэтому представляется важной задача выбора

пунктов, в которых должны обрабатываться активные пакеты, и оптимизация этого выбора. Это связано с тем, что обработка активных пакетов должна производиться со скоростями, близкими к скорости передачи информации по каналу связи, а это требует очень большой вычислительной мощности.

Одним из простых примеров применения услуги активной сети может служить организация связи по схеме «многоточие-точка». Такая схема является обратной по отношению к схеме многоадресной передачи («точка-многоточие»), когда в каждом пункте разветвления производится копирование пакета. Необходимость в такой обратной схеме может вызываться потребностями сбора подтверждающих сообщений об установлении связи к каждому пункту назначения. В обычной сети каждый получатель сообщения должен для подтверждения установить отдельную связь по схеме «точка-точка», что при большом числе получателей серьезно перегрузит сеть. В рассматриваемом же примере не требуется установления новых соединений, а в каждом пункте разветвления нужно только осуществить объединение информации пакетов, поступающих от разных адресатов.

Базовая структура сети включает несколько активных узлов и один информационный сервер; на каждом из узлов и на сервере функционирует виртуальная Java-машина (JVM). Для обмена капсулами активные узлы встраивают их в UDP-пакеты. Роль информационного сервера заключается в хранении актуальных сведений о конфигурации сети. Именно от него в момент активизации сети узлы получают данные о соседних узлах.

Решающую роль в функционировании активной сети играют следующие компоненты управления:

- менеджеры узлов (Node Managers) контролируют исполнение кода в активном узле и запускают другие компоненты управления;
- менеджер ресурсов (Resource Manages) обеспечивает доступ к ресурсам узла; для упрощения контроля за ресурсами обработка встроенного кода осуществляется поточным методом;
- программа контроля ресурсов (Resource Monitor) следит за использованием ресурсов отдельными потоками, а планировщик (Scheduler) формирует очередь заданий на выполнение и ограничивает число

одновременно обрабатываемых потоков;

- менеджер маршрутизации (Routing Manager) генерирует пакеты-капсулы со встроенным кодом, определяющим модификацию, добавление или удаление отдельных записей таблиц маршрутизации на соседних узлах. Он же отвечает за стандартную маршрутизацию пакетов, если встроенный код не требует иного.

Функции перечисленных компонентов изменяются в зависимости от того, какой метод передачи кода используется в сети - интегрированный или дискретный. В первом случае код содержится в том же пакете, что и данные, и это ограничивает его длину, а также усложняет способ встраивания и извлечения. В дискретном варианте данные передаются в виде обычных дейтаграмм, а для транспортировки кода служат специальные управляющие пакеты, содержащие описания методов. Нетрудно заметить, что предельным случаем дискретного подхода является активная сеть с выбором одного способа обработки из нескольких.

АКТИВНАЯ МАРШРУТИЗАЦИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ С МНОЖЕСТВОМ ПЕРЕПРИЕМОМ

Сети с множеством переприемов – это беспроводные мобильные сети, в которых связь осуществляется только через радиointерфейс без участия какой либо стационарной сетевой инфраструктуры. Прямое соединение возможно только между соседними узлами сети. Для удаленных узлов необходимо установление связи с множеством переприемов.

Связи между подвижными устройствами в беспроводных сетях с множеством переприемов постоянно изменяются, что требует постоянной адаптации и перестроения системы маршрутизации. Комиссия по конкретным мобильным сетям MANet (Mobile Ad Hoc Networking) Группы инженерной поддержки сети Интернет IETF (Internet Engineering Task Force) разработала и рассматривает отдельные предложения о специальных протоколах маршрутизации [1]. Можно использовать метод активных сетей, при котором может выбираться множество протоколов маршрутизации, выполняемых параллельно. Такой подход не связан с проблемой размещения программного обеспечения. Кроме того, адаптивное

размещение протоколов маршрутизации позволяет выбирать наилучший протокол в зависимости от текущей топологии сети, типа нагрузки, и т. д. Активные сети поддерживают ориентацию протоколов маршрутизации на пользователя: вместо того, чтобы полагаться на общие услуги маршрутизации, приложения могут прибегать к собственным протоколам маршрутизации, фактически создавая частную виртуальную сеть (маршрутизации).

Задача пакетов активной маршрутизации для сетей с множеством переприемов состоит в установлении виртуальных "путей", совершенно подобных соединению. Эти пути не являются соединениями в классическом смысле, которые вели бы себя как конкретные виртуальные каналы между двумя приложениями. Вместо этого, пути в сети с множеством переприемов больше напоминают скоростные дороги, где автомобили могут исчезать и появляться, пока путь ведет к нужному месту назначения. Главный вопрос, ответ на который определяется фактической топологией сети, состоит в том, как эти пути должны наилучшим образом располагаться.

Например, путь может быть организован по звездообразной топологии. Из центра пути выходят в виде лучей ко всем возможным пунктам назначения. Имеются также пути из каждого узла к центру. Для маршрутизации пакеты данных посылаются в центр, где они будут перенаправлены по желательному пути. В качестве альтернативы можно представить полностью децентрализованную структуру, где каждый узел - это центр отдельной звездообразной сети, откуда пути доставки тянутся к каждому узлу сети.

Представляется, что из аналогии со скоростной дорогой следует, что инфраструктура путей передачи постоянно доступна, то есть активные пакеты постоянно поддерживают полную связность маршрутов. Однако, существуют также реактивные подходы к маршрутизации, при которых путь создается только тогда, когда имеется фактический запрос на доставку данных. Рассмотрим активный протокол, называемый *активным сотовым протоколом IP* (АСIP). Сначала кратко определим сотовый протокол IP. Сотовый протокол IP (СIP) не является ни активным протоколом, ни протоколом маршрутизации для сетей с множеством переприемов; но он имеет некоторые новые элементы, которые делают

его привлекательным и простым для перевода в активную версию. Протокол СIP - это протокол доступа, который позволяет беспроводным устройствам IP осуществлять быстрые передачи обслуживания от одной базовой станции к другой [2]. Базовые станции статически размещаются как логическое минимальное связующее дерево (МСД): подвижный терминал должен периодически посылать информацию о своем местоположении на базовую станцию, с которой он хочет соединиться. Эта информация распространяется вверх по дереву, пока не достигнет корневого узла МСД. Во время этого обратного распространения зависящая от устройств информация маршрутизации для доставки помещается в каждую маршрутную таблицу. Передача обслуживания просто достигается разрешением подвижному терминалу послать информацию о своем местоположении другой базовой станции. В АСIP управление происходит подобным образом. МСД обеспечивает заданные по умолчанию основные маршрутные направления, а подвижные узлы ответственны за хранение действующих путей пересылки. Заметим, что базовых станций в сети с множеством переприемов нет. Подвижные терминалы не привязаны к узлам - листьям дерева; вместо этого они являются частью МСД и могут находиться в любом положении в этом дереве. Расположение МСД зависит от достижимости среди узлов произвольной сети: это должно динамически пересчитываться все время. АСIP - это активизированная версия СIP; главная разница состоит в том, что общее состояние маршрутизации управляется активными пакетами. Активные пакеты используются для создания МСД, и различный набор активных пакетов отвечает за создание путей передачи из корня МСД к каждому возможному пункту назначения (рис. 5.3 b и c). Одно добавление к СIP - это услуга обнаружения соседа, которая добавляет еще один тип активных пакетов в протокол. Фактически, АСIP - это объединение трех различных подпротоколов, которые мы опишем по очереди.

Обнаружение соседа. Любой протокол маршрутизации в конечном счете зависит от информации о связности. Активные пакеты обнаружения собирают эту информацию и сохраняют ее в соседних узлах. Фактически пакеты обнаружения соседа являются более

сложными, потому что они также объявляют имена интерфейсов и информацию о состоянии канала.

Каждый узел в произвольной сети периодически циркулярно передает активный пакет-маяк, задача которого состоит в объявлении наличия узла. Это выполняется путем размещения информации в устойчивой части запоминающего устройства всех соседних узлов. Наиболее важная информация – названия передающего узла и исходящего интерфейса. При поступлении, пакет – маяк также добавляет временную метку (выраженную в местном времени), что дает возможность судить о свежести хранящихся данных.

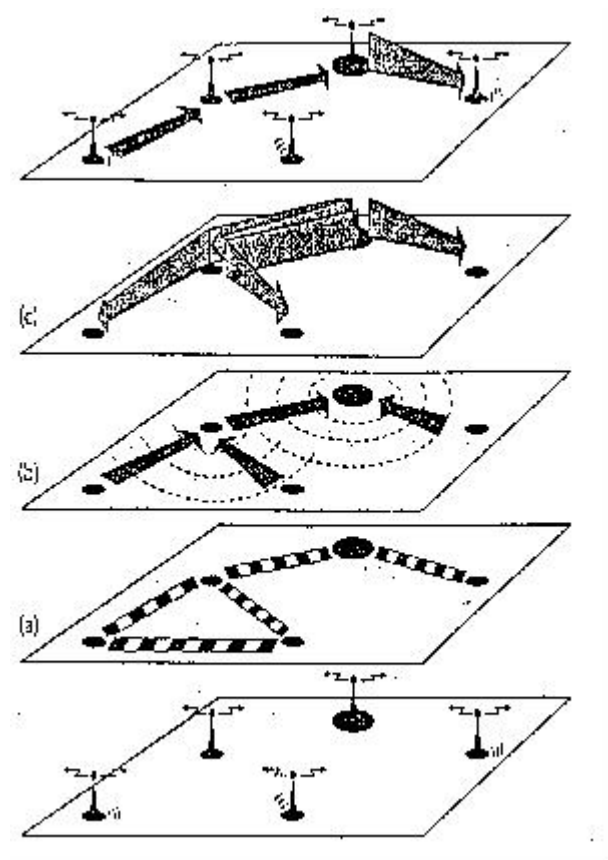


Рис. 1. Формирование путей от одного подвижного устройства до другого (см. верхнюю плоскость) является побочным действием трех различных и согласованных активных протоколов, которые основаны друг на друге: а) обнаружение соседей; б) минимальное связующее дерево; в) пути доставки.

Помимо основных данных, относящихся к отправителю, каждый активный пакет-маяк копирует накопленную информацию о связности, которая была доставлена другими пакетами-маяками. В результате узел имеет

информацию о всей своей окрестности на расстоянии двух переприемов. Наиболее важным является знание о том, какой интерфейс и адрес должен использоваться в удаленном узле для создания простого циркулирующего активного пакета. Все данные, скопированные для удаленного места, включают информацию временной метки; чтобы избежать проблем с синхронизацией, значения времени преобразуются в относительный формат (то есть, возраст), а в удаленном узле преобразуется обратно в абсолютное значение времени согласно местному датчику времени.

Минимальное связующее дерево. МСД АСIP построено по волновому алгоритму. Узел, обозначенный как корень, периодически циркулярно передает активный пакет МСД, который оставляет в каждом узле след и вновь передается циркулярно. Однако перед такой передачей он проверяет существующие следы, показывающие, что в этом узле уже был другой активный пакет МСД, и в этом случае пакет заканчивает свое движение. По мере распространения и продвижения волны в каждом узле устанавливаются два обратных указателя ПФАП (простого формата активного пакета) в форме записей в FIB. Первый обратный указатель показывает среду продвижения вверх по дереву, создавая путь *управления* МСД к корневому узлу. Активные пакеты предоставления пути передачи, описанные ниже, используют этот путь, чтобы найти свой путь к следующему узлу по направлению к корню МСД. Второй обратный указатель показывает на тот же самый узел на пути вверх по дереву, но использует специальную запись "ответвление – и - продвижение" (BAF). Это создает путь *данных* МСД к корневому узлу, который будет использоваться для пассивных пакетов данных. Рассмотрим теперь, как фактически выполняется маршрутизация. Корень МСД статически сконфигурирован и, в нашем случае, является также шлюзом в фиксированную сеть.

Можно записать активные пакеты МСД, которые во время операции принимают решение о том, какой узел является оптимальным для такой роли. Решения могут быть приняты, например, по минимальной высоте дерева, или выделению специальных узлов как в нашем случае, где мы принимаем, что во всяком случае лишь некоторая

нагрузка пройдет через шлюз. Кроме того, разумно добавить в подпротокол МСД робастные свойства так, чтобы формировались два МСД в случае разделения сети, и два МСД плавно объединялись в случае восстановления. Такие изменения для изменения или перезапуска двух других семейств активных

пакетов. Возможность такого объединения протоколов неоднократно использовалась, например, когда заменяли реализацию МСД после обнаружения подпротокола МСД могут быть введены без повреждения.

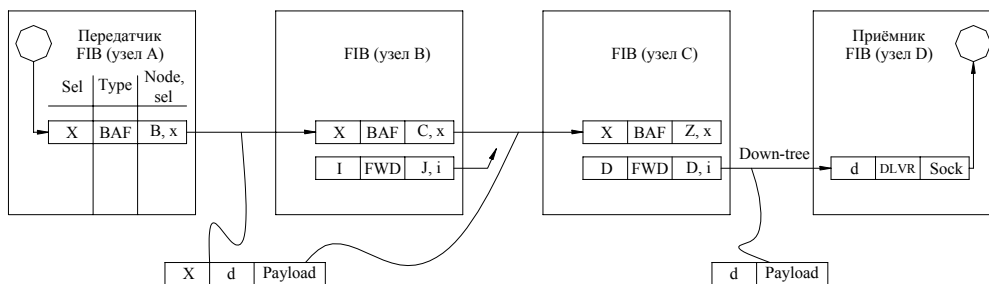


Рис. 2. Маршрутизация посредством записей разветвления – и - продвижения (BAF) и продвижения (FWD) в FIB ПФАП: узел С является первым узлом, где пересекается путь назначения; следовательно, пакеты будут перемещаться вниз по дереву из этого узла. (Payload – оплачиваемая нагрузка)

Большая часть работы пакетов МСД не требует информации о связности, так как волна автоматически накапливает эту информацию в фазе распространения. Однако, пакеты МСД могут использовать информацию, собранную пакетами обнаружения соседа в особых обстоятельствах. Конкретнее, когда существующие обратные указатели должны быть изменены, мы проверяем информацию о связности. Установка новых указателей МСД принимается только тогда, когда сила сигнала потенциального нового канала существенно больше, чем качество сигнала существующего канала. Это позволяет избежать изменений схемы МСД из-за случайно потерянного пакета МСД, а также обеспечивает плавную функцию передачи.

Путь доставки. Конечные узлы должны установить путь доставки данных к ним от корневого узла. Для этого они периодически посылают активные пакеты пути доставки (ППД) по указателям управления МСД так, чтобы они достигли активной среды

исполнения вышестоящего по дереву узла. В каждом узле они устанавливают записи пересылки, указывающие, откуда вышел

пакет ППД. См. плоскость с рис. 1 для результирующих путей.

Маршрутизация пассивных пакетов. Маршрутизация пассивных пакетов данных в АСIP - процедура с двумя этапами. Сначала отправитель должен подготовить пакет данных с двумя обратными заголовками ПФАП для возврата (рис. 2).

Наиболее удаленный заголовок выбирает путь данных МСД. Второй заголовок ПФАП содержит конкретный адрес пункта назначения. Поскольку ПФАП определяет только селекторы, но не адреса, мы используем селектор пути доставки, который приведет к желаемому адресату, как адрес.

Пакет ПФАП с двумя заголовками вводится в путь данных МСД. В каждом узле специальная запись BAF в маршрутной таблице исследует второй заголовок. Если FIB содержит запись, которая соответствует второму заголовку пакета, первый заголовок,

функция которого состоит в выборе записи VAF, сбрасывается, а подстроенный пакет согласно найденной записи в таблице продвигается дальше. Это означает, что пакет данных с двумя заголовками будет перемещаться вверх по дереву до тех пор, пока впервые его путь не совпадет с путем адресата для доставки вниз по дереву (см. также пример на верхней плоскости рис. 1).

Последовательность действий над активным пакетом объясняет следующий список:

- На стороне отправителя отмечается местное время. Активный пакет составлен так, что содержит местное время, обратный адрес и возвращение записи.

- Пакет сжимается и передается.

- Пакет принимается в удаленном пункте и декомпрессируется.

- Оболочка UNIX начинает выполнять запись попытки. Эта запись составляет обратный пакет, который сжимается и посылается обратно.

- Вернувшись на место возникновения, обратный пакет фиксирует местное время и вычисляет разность, сохраняя результат в файле.

При использовании портативных компьютеров Pentium II 366 МГц, оборудованных платами WaveLAN на 2 Мбит/с, было получено время кругового прохода от 40 до 60 мс. Это достаточно быстро для того, чтобы проследить изменения топологии и сделать активную маршрутизацию в произвольной среде.

Поскольку активные пакеты перемещаются в пространстве пользователя, передача ПФАП на уровне ядра не страдает от состязаний во время обработки активного пакета. Временной отклик 20-80 мс дает удовлетворительные результаты [3]. Его дальнейшее сокращение ничего бы не изменило, потому что интервалы передачи в течение перестроений произвольной сети, в основном, определены частотой МСД и пакетами на пути доставки (занимающие в пределах 1-3 с). При создании петель обхода могут легко возникнуть проблемы замирания, приводящие к потерям пакета, хотя никакого изменения маршрутной структуры не происходит. Переход к аудио пакетам меньшего размера может помочь сократить уровень потерь пакетов из-за замираний.

Активные пакеты, используемые для АСIP довольно малы: обнаружение соседа МСД и пакеты на пути доставки - все в диапазоне 50-100 строк каждый. Сюда включены команды, чтобы периодически отправлять эти пакеты. При проводной передаче, такой сценарий сжатия потребовал бы несколько сотен байт. Если операционная система узла перегружается, может возникнуть сложная проблема, связанная со *старыми* активными пакетами. Довольно трудно сделать активные пакеты, «знающие» свой собственный возраст и скорость их продвижения, так как эти действия также занимают время у ЦПУ, и нельзя гарантировать, чтобы они были выполнены за некоторое фиксированное время. Старые активные пакеты вносят изменения в маршрутизацию, основываясь на старых состояниях сети. Это делает разработку и реализацию самостабилизирующихся алгоритмов маршрутизации трудной задачей. В этом случае необходима поддержка в явном виде со стороны активной среды исполнения:

- Для сбрасывания пакетов, которые становятся слишком старыми.

- Для обеспечения доли гарантируемого времени ЦПУ.

Расширить действующую систему нетрудно за счет параллельного выполнения активных протоколов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] IETF MANet Working group: <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>

[2] Куприянов М.С., Матюшкин Б.Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. - СПб.: Политехника, 1999.

[3] Nakano K., Sengoku M., Shinoda S. Fundamental characteristics of multi-hop wireless communication networks. 11th - ITC, 1998. - P.293-301.



**Практическо обучение и психо-физически
изследвания на машиниста на
електрическия локомотив**

В лабораторията е монтиран симулатор на електрически локомотив, на който се извършват психо-физически изследвания на бъдещите локомотивни машинисти. Предстои окомплектоването на симулатора. Пулта ще се монтира в кабина, ще бъде изградена визуална система. Последна ще бъде въведена в експлоатация динамична система.

След цялостното изграждане на симулатора, той ще се използва не само за обучение на студенти, но и за оценка на професионалната годност на локомотивните машинисти и за придобиване на умения за действия при аварийни ситуации на пътя. В лабораторията могат да се извършват изследвания на сензомоторните реакции, оперативната памет, разпределението и устойчивостта на вниманието, влиянието на трептенията и шума. Разполага с тестовете за определяне на темперамента и интелекта.

**Practical Teaching and Psychic and Physical Tests
on Electric Engine Driver**

An electric locomotive simulator has been installed to perform tests on the future engine drivers. The whole equipment will be completed soon. The desk will be put into a cabin, a visual system will be built up. The dynamic system will be the last to be set in motion. After the simulator is completely installed, it will be used not only for teaching students but also to estimate the professional fitness of engine drivers and to acquire skills for acting under road accidents conditions.

Here can be carried out examinations on the sense driving reactions, operational memory, the distribution and stability of attention, the influence of vibrations and noise. There are available tests for determining the temperament and intellectual abilities.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИНФОРМАЦИОННО ОБСЛУЖВАНЕ НА КЛИЕНТИТЕ В ЖЕЛЗОПЪТНИЯ СЕКТОР ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРНЕТ

Георги Уждрин¹

Ахмед Салиев²

ВТУ “Тодор Каблешков” - София

София 1574, ул. “Гео Милев” 158, Република България, E-mail: ujdrin@inagency.com,
saliev99@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

Един от най-често практикуваните начини от световно известните фирми за привличане на клиенти е създаването на WEB страници. Настоящата страница на НК “БДЖ” е статична и не дава необходимата информация, която търси клиентът. За целта НК “БДЖ” може да преработи своята Web страница в Интернет, която ще бъде не само една добра реклама за компанията, но и възможност за привличане на множество клиенти от страната и чужбина.

Ключови думи: информационно обслужване, Интернет, Web сайт

Информационното обслужване представлява съвкупност от процеси по събиране, преобразуване, съхранение, търсене и разпространение на информация, необходима както за клиентите, така и за ръководните органи във всяка структура. Една такава структура е и Национална компания “Български държавни железници”. В условията на пазарна ориентирана към клиентите система са необходими по-ефективни технологии на управлението за формиране на пазарната стратегия, за вземане на управленски решения е невъзможно без наличието на актуална, качествена и достатъчна по обем информация.

По изграждането на информационни и управляващи системи в железопътния транспорт се работи отдавна-далеч преди 1990 г. Различните проекти в тази област до сега са преработвани многократно, но е дошло време да се преогледат основно още веднъж. Главните причини за това са следните:

- Смяна на икономическата система в страната. Преход от централно-планирана към пазарна икономика;
- Силна конкуренция от страна на другите видове транспорт от страната и чужбина;
- Съществен спад в работата и приходите на БДЖ;

¹ Георги Уждрин, доц. д-р, ВТУ “Тодор Каблешков”-София

² Ахмед Салиев, инж., ВТУ “Тодор Каблешков”-София

- Стремеж на България за присъединяване към Европейския съюз и НАТО. Курс към интеграция с транспорта и законодателството на развитите страни от Европа;
- Нов закон за железопътния транспорт;
- Бурно навлизане на Интернет;
- Сериозни затруднения по изпълнението на договора с консорциума "TLC" и др.

Железопътната информация в България се състои от разписание, цени и друга информация. Планираното разписание се публикува веднъж годишно. Междувременно се извършват краткосрочни промени на разписанието, които са свързани с: ремонт на железният път; аварии; с временно разписание; допълнителни или отменени влакове; промени във влаковия състав или промени на маршрута или разписанието.

Сега пътническата информация се дава в гарите, жп бюрата и пътническите агенции (РИЛА). Персоналът на гишетата в гарите на БДЖ отговаря за вътрешните пътувания, а в някои гранични гари и за международните пътувания. МПБ "РИЛА" е специализирана пътническа агенция в системата на БДЖ и отговаря за международните пътувания. Тази организация също така дава информация и продава билети във вътрешно съобщение в офисите си в София.

Изобщо информацията давана от персонала се основава на печатна информация и телекси. Специално за международния трафик персоналът използва разписанията на чуждестранните превозвачи, лични комуникации с пътниците и индивидуалния опит на персонала. Всеки офис или член на колектива има индивидуален набор на информация и ниво на опит. В поголемите бюра има специална длъжност "Информатор", но не и в по-малките офиси.

Само в офисите на бюро РИЛА в София и на Централна гара София се използва програма за намиране на маршрута във вътрешно съобщение, която се нарича Динамичен железопътен пътеводител. На Централна гара София се използва програма за текущо въвеждане на промените в ГДВ от телеграмите в структурирана форма, използвана от билетните касиери.

На компютъризираните места за пътническите продажби, информацията за цени, разписания се съхранява на отделно стоящи

персонални компютри. Актуализацията се разпространява на дискети. На останалите места тази информация е на хартия.

И всичко това не би ли могло да бъде под един общ потребителски интерфейс, например в Интернет, където всеки и от всякъде би могъл да се запознае и интересуващата го информация.

Информационното обслужване е важен аспект от реструктурирането на Национална компания "Български Държавни Железници" в условията на пазарна икономика. Разработването на проблемите на информацията и информационното обслужване на клиентите е от особена важност за ускоряване развитието и усъвършенстване на икономиката и в частност на железопътния транспорт.

Новите методи за обработка и пренасяне на информацията, новите електронни средства за информационен анализ изискват съвременни информационни технологии. Това налага задачата за технологично обновяване в НК "БДЖ".

Железопътното предприятие влиза в контакт със своите клиенти директно или индиректно. Продуктите и услугите могат да бъдат направени достъпни за клиента чрез гише, по пощата и по Интернет, но също така и по индиректните канали като пътнически бюра и предприятия-партньори.

Все повече и повече Интернет навлиза в нашето ежедневие не като атракция, а като необходимост. Повечето фирми веднага забелязаха потенциала, който им предлага Интернет по отношение обслужване на клиентите, комуникациите, рекламите, промоциите на нови продукти. Интернет пести време.

Постепенно Интернет ще промени много неща в *маркетинга* на железопътните предприятия. Днес при продажбите той вече представлява допълнителен канал, въпреки че все още се използва относително рядко за тази цел. Успоредно с него на разположение на клиентите са и останалите вече съществуващи канали, като гишета, продажби по бюра, агенции и др. Интернет ще играе много важна роля при *предлагането и продажбата* на продукти и услуги, но едва ли ще измести останалите средства.

Освен функциите си като канал за продажби, Интернет предлага възможности и по отношение на маркетинговите услуги.

Днес повечето от западноевропейските железници вече предлагат някои видове услуги по Интернет, например разписания за дви-

жение на влаковете, информация за цените и други.

Но означава ли това, че всички продажби трябва да се извършват по Интернет? Еднозначно не! Железницата трябва да въведе стратегия за продажба на услугите си по много канали и едва тогава да убеждава клиентите си да използват възможностите и предизвикателството на световното киберпространство.

В това отношение могат да бъдат дадени за пример самолетни компании, които вече са започнали да работят по този начин. Както във въздушния, така и в железопътния транспорт борбата за клиентите се води от предприятията, които не само предлагат качествени продукти и услуги, но организират и управляват професионално отношенията си с клиентите.

Днес много транспортни фирми вече предлагат своите услуги в Интернет. И защо не? Освен функциите си по отношение на маркетинг, Интернет предлага възможности за заплащане по електронен път. И това е една добра алтернатива, както за железопътната организация, така и за клиента.

Това, което поощрява все по-широкото ползване на Интернет за такъв род услуги, е фактът, че по този начин може да бъде продадена много по-качествена услуга на по-ниска цена.

Преодолее ли един път клиентът психологическата бариера за резервиране и плащане по Интернет и убеди ли се в предимствата на този начин, следващият път отново ще ползва този канал, дори няма да има нужда да бъде подканван отново.

Един от най-често практикуваните начини от световно известните фирми за привличане на клиенти е създаването на WEB страници. От тях клиентите могат да научат не само за предлаганите от фирмата стоки и услуги, но могат да получат пълна информация за съответните цени.

Настоящата страница на НК "БДЖ" е статична и не дава необходимата информация, която търси клиентът. Така например, всеки специалист работещ в областта на железопътния транспорт му е известен адресът на сайта на БДЖ:

<http://www.bg400.bg/bdz>

Какво представлява той:

- Изграден е от начална страница (Home) и пет подстраници: About Us, Services, Projects, Galleries и Site Info. Началната страница илюстрира красив пейзаж с движещ се влак, но

тя се зарежда много бавно поради огромният файл, а вероятно и поради техническите възможности на сървъра, където е инсталиран сайта;

- Сайтът е само на английски език, което затруднява българските посетители. Едва ли има сайт на чуждестранна железница, който да не е на родния език и на друг език (например английски, френски и др.);
- На повечето страници се появява текст, който информира посетителя, че страницата е в процес на изграждане и все още не е готова (и то повече от година). Това не е ли прекалено дълго време, при това в средата на Интернет, където информацията остарява ежедневно?
- В сайта няма разписание за пътническите влакове във вътрешно съобщение, за което много посетители биха се обърнали именно към страницата на БДЖ. Има разписание на международните пътнически влакове през България, но то е статично, и няма възможност за търсене чрез задаване на начална и крайна гара. Такава информация предоставя друг сайт: <http://209.239.79.76/bdz>. При него клиентът има възможност за задаване на интересуваният го маршрут, където получава извадка за дадената релация, но този сайт не винаги се зарежда;
- Съществуващият сайт на БДЖ не предлага информация за тарифите, както и друга полезна информация;
- Адресът на сайта е труден за запомняне и едва ли клиентът на БДЖ ще предположи, че информацията е на адрес <http://www.bg400.bg/bdz>. Много по-приемлив и удобен ще бъде адреса: <http://www.bdz.bg>, който отговаря на авторитета на компанията. Да се има в предвид обаче, че адресът <http://www.bdz.com> е вече зает от германска компания;
- Липсва посочването на последната актуализация, откъдето посетителят да разбере дали информацията е актуална за момента;
- Хубаво е, че сайтът е в процес на изграждане и всички препоръки и мнения би трябвало да се вземат на сериозно от авторите на сайта. Това би допринесло за по-добрата рекла-

ма и задоволяване потребностите на клиентите в световното киберпространство.

За целта НК "БДЖ" би трябвало да си пре-работи страницата в Интернет, която ще по-возмоги по-голяма комуникативност на посети-теля на български език и възможност за ре-зервиране на пътнически билети в реално време. Това ще бъде не само една добра рек-лама за компанията, но и възможност за прив-личането на множество клиенти от страната и чужбина. Предимството ще бъде в това, че без да напуска своя офис или дом, клиентът ще може да получи както информацията, която го интересува, така ще може да сключи и дого-вор за превоз.

Web сайта на БДЖ би могъл да се подобри в следните основни направления:

- Би било добре сайта да може се зарежда на потребителския компютър в два формата – "HTML" и "Текстов". В първия случай се зареждат "всички екстри", но бавно. Във вто-рия случай бързо се зарежда само текстовата информация, но най-често посетителят търси именно нея. Впрочем клиентът може и сам да реши този проблем, като настрои своя браузър по подходящ начин.
- Предимство ще е, ако се предлага възможност целия сайт или отделни негови части да се разглеждат на два езика - български и английски, в за-висимост от предпочитанията на по-сетителите. Вероятно повечето по-сетители ще са от България и те ще искат да работят на родния си език. Тъкмо обратно ще изглеждат нещата при чуждестранните посетители.
- Сайта трябва да се обогати и да представя всеобхватно многостран-ната дейност на БДЖ в т.ч:
 - ◆ Цялата организационна структу-ра на БДЖ - от централните ръ-ководни органи през поделенията и предприятията до гарите и спирките на територията на цяла-та страна (наименования на отде-лите и службите, адреси за кон-такти и т.н.);
 - ◆ Цялата материална база на же-лезниците, която би представля-вала някакъв интерес за клиентите;
 - ◆ Цялото разнообразие от функции и дейности на всички структурни звена.
- Сайтът трябва да представя следна-та допълнителна информация и функции:
 - ◆ Нормативна уредба на БДЖ-международни документи, наци-онални закони, стандарти, на-редби, инструкции, бюлетини, заповеди.
 - ◆ Тарифи, условия за превоз, сро-кове за доставка.
 - ◆ График за движение на влакове-те.
 - ◆ Машина за търсене на информа-ция за пътуване във вътрешно и международно съобщение, с же-лезница или комбиниран транс-порт със следните възможности:
 - ✓ Да извършва структурно тър-сене, както и търсене по клю-чови думи, фрази и теми, в разписания, тарифи и други източници от базата данни;
 - ✓ Да показва разписанието:
 - на заминаващите влакове от гара "X";
 - на пристигащите влакове в гара "X";
 - на влаковете, които се движат в отсечката "X-Y";
 - най-евтиния път от "X" до "Y";
 - най-бързия път (с най-кратко пътуване) от "X" до "Y";
 - най-удобния път (с най-малко прекачвания и конт-роли) от "X" до "Y";
 - данните за влак "X" (раз-писание, класа и брой на местата във вагоните, на-личие на вагон-ресторант, предлагани удобства във влака и т.н.);
- Партньори на БДЖ:
 - ◆ Международни транспортни ор-ганизации;
 - ◆ Железниците на другите страни;
 - ◆ Министерство на транспорта и съобщенията;
 - ◆ Основни клиенти на железници-те;
 - ◆ Следиторски фирми;

- ◆ Банки, митници и др.;
 - ◆ Другите видове транспорт в страната;
 - ◆ НИТИЖТ;
 - ◆ ВГУ “Тодор Каблешков”;
 - ◆ Школи, училища и др. от системата на железниците.
 - Актуални новини от БДЖ:
 - ◆ Обяви за предлагани работни места;
 - ◆ Обяви за търгове;
 - ◆ Обяви за покупки и продажби на машини, резервни части, материали, горива, инструменти и т.н.;
 - Предимства на железопътния пред другите видове транспорт.
 - Реклама – банери, клипове и др.
 - Бъдещето на БДЖ - прогнози, планове, проекти.
 - Отчети за работата на БДЖ през последните 5 години.
 - Научно-техническа информация, която съдържа данни за научно-изследователска и развойна дейност.
 - История на железниците в България. Тук могат да се покажат най-значимите, най-интересните и атрактивни събития, ръководители и други лица, техника, документи, снимки, гласове и т.н. от историята на нашите железници.
 - Препратки към:
 - ◆ Разписанията на другите видове транспорт;
 - ◆ Списание “Железопътен транспорт” и други наши и чужди издания, свързани с железопътния транспорт. За целта НК “БДЖ” би трябвало да сключи с тях договорни споразумения, което би довело до взаимна реклама и сътрудничество, както и с останалите организации, ведомства и фирми;
 - ◆ Системите за резервация на места във влаковете и хотелите. Връзката между двете системи се практикува от много транспортни фирми по света. Това представлява значително удобство, особено за клиентите пътуващи в международно съобщение.
 - ◆ Железопътен телефонен указател на телефонните централи и важни телефонни номера;
 - ◆ Отговор на често задавани въпроси или книга на посетителя, което дава възможност клиентът да попита, коментира и предлага своите въпроси, идеи и виждания, касаещи железопътния транспорт;
 - Сайтът на БДЖ трябва да може да се ползва и от пътници във влаковете с мобилни телефони, за което сайта трябва да отговаря на съответните изисквания.
- Всичко това би било добре, тъй като пътникът сега и в бъдеще ще поставя нови изисквания към организирането, извършването и протичането на пътуванията.
- Пътникът ще има нужда от мобилност, ще има претенции при обслужването, ще иска да бъде информиран, ще иска да бъде обслужван гъвкаво по отношение на личния си бюджет и личното си свободно време, ще бъде претенциозен.
- Целта е да се анализират промените на пазара и да се намерят отговори и възможности за удовлетворяването на повишените изисквания на клиентите към железницата, така че тя да бъде конкурентноспособна и да запази мястото си като най-значителното средство за осигуряване мобилността на гражданите.
- По принцип клиентът изисква вече услуги като:
- от врата до врата;
 - с минимално изразходване на сили, време и средства за организирането на превоза;
 - в определено от него време и в приемлив срок;
 - със задоволително качество.
- За да бъдат удовлетворени големите нужди от мобилност на клиента, транспортните оператори трябва да се отдадат изцяло на услугите по обслужването на пътниците, на организацията и осъществяването на транспортни услуги (от врата до врата) и на оферти за гъвкаво и интелигентно сътрудничество и обвързване с другите видове транспорт.
- Би било добре информационното обслужване да осигурява и осъществява логически, организационни, оперативни и технически интерфейси за комуникация и обмен на информацията между различните системи. Развитието на информационните технологии има стратегическо значение за управлението на железниците. В БДЖ отдавна съществуват три взаимно-свързани системи:

- информационна система за управление на товарните превози;
- информационна система за управление на пътническите превози;
- информационна система за управление на финансите;

Информационната система за товарните превози включва следене на местонахождението на вагоните, контейнерите, влаковете и стоките, гарите и терминалите, счетоводна информация, статистика и техническо състояние на подвижния състав. Необходимо е системата да предоставя информация за влаковете, вагоните, както и актуалните тарифни ставки.

Информационната система за пътническите превози осигурява информация за клиентите и за управлението на пътническия сектор. В момента съществува компютърна система за продажба на билети, но е необходимо да се разработи система за резервация на билети on-line. Информационната система за пътническите превози трябва да предоставя информация за пътниците и влаковете, счетоводна информация за маркетинга на пътническите превози и др.

Информационната система за финансово управление е в тясна връзка с другите две системи. Тази система би трябвало да осигурява по-голяма ефективност и достоверност на счетоводството, както и управлението на приходите, разходите и паричните потоци.

Затова БДЖ ще трябва да концентрира усилията си за създаване и прилагане на технологии за бързо и гъвкаво удовлетворяване желанията на клиентите.

Задачите, които се поставят не са леки, но те са продиктувани от стремежа да се създадат повече удобства на пътника, за да може той да пътува по-спокоен, по-сигурен и с удоволствие. Тези предоставяни удоволствия биха подтикнали повече хора да обърнат поглед към железопътния транспорт и да ползват неговите услуги. Това неминуемо ще осигури на БДЖ повече пътници, което означава повече приходи за нея.

Тези приходи безусловно ще подобрят финансовото състояние на фирмата, а от там и на работниците, които се трудят в нея и в чиито поглед тя е начин на препитание.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СИМУЛАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ С ВИЗУАЛНИ СРЕДСТВА

Мартин Иванов¹
Димитър Димитров²

АНОТАЦИЯ

Разработен е софтуерен имитационен модел на процесите на преработка на транспортните потоци в технологична железопътна система. Използувана е визуална среда от компоненти на продукта BaseSim на SolutionBase Ltd. Средата предлага удобен графичен интерфейс, работа с готови компоненти, гъвкава функционалност и структура на модела и др. Възможно е приложението на модела както за учебни цели, така и за целите на научните изследвания.

Ключови думи: имитационно моделиране, визуално програмиране.

Имитационното моделиране е добре познато и често използвано средство за изследване на процесите в транспортните технологични системи. Имитационните модели се съставят както с използването на универсални езици за програмиране (C, Pascal, FORTRAN и др.), така и със специализирани програмни средства: Simula, GPSS, GASP, SLAM и др. Без да се цели обстоен сравнителен анализ на тези програмни средства следва да се отбележи, че всички те предлагат достатъчно добри възможности за моделиране на процесите в дискретни динамични вероятностни системи (с които най-често се описва функционирането на транспортните системи). Различията им имат преди всичко формален характер и се забелязват най-вече в синтаксиса на изразните средства и в предпочитанията от страна на използващите ги програмисти в съответствие с личния им професионален опит. За някои от тези езици (GPSS например) са известни и реализации в

съвременна среда на графичен потребителски интерфейс.

Съвременните тенденции в разработването на програмни продукти се основават на нови принципи и подходи: обектно-ориентирано програмиране, управление чрез събития, взаимодействие между потребителя и приложението чрез графичен интерфейс. Това съществено променя и условията и методите за разработване на софтуерни средства, специализирани за имитационно моделиране на процеси и системи. Графичните компоненти от обекти със специализирани функции дават възможност на разработчика да изобрази нагледно структурата на модела и да упражнява визуален контрол върху функционирането му. Съществените предимства на визуалния подход в имитационното моделиране са свързани най-вече с краткото време за разработване и с

1. Мартин П. Иванов, главен асистент, доктор-инженер, Технически университет – София.

2. Димитър Димитров, главен асистент, доктор-инженер, ВТУ “Тодор Каблешков” - София

надеждността на софтуерния модел, с възможността за лесна промяна и адаптиране на структурата му към действителните цели на моделирането и с доброто възприемане и онагледяване на процесите на моделирането.

Типичен пример за софтуерно средство за визуално моделиране на дискретни динамични вероятностни системи е продуктът baseSim на solutionsBase Ltd., представляващ модул от add-in компоненти за Borland Delphi (v.v.4 и 5). Визуалните компоненти, съдържащи се в продукта допълват и разширяват функционалността на работната среда на Delphi като дават възможност за съставянето на прости и сложни симулационни модели на отделни процеси и системи, а също и за разработването на напълно завършени и самостоятелни комерсиални симулационни приложения за използване в стопанската дейност на фирми и отрасли. Основните характеристики на продукта, отличаващи достоинства му като инструмент за имитационно моделиране наред с отбелязаните по-горе са: пълно интегриране със средата на Delphi, изход във вид на компилирани модули с високо бързодействие, възможност за съставяне на йерархични модели, разнообразни дискретни и непрекъснати вероятностни разпределения, прецизно управление на моделираните потоци от събития. Продуктът baseSim позволява още проверка на интегративността на модела, автоматично набиране на желаните статистики, дефиниране на специфични потребителски действия по програмен път и много други възможности за бързо разработване

Достойнствата на продукта baseSim бяха експериментирани и използвани при разработването на примерен модел на функционирането на технологична железопътна транспортна система (разпределителна гара) за нуждите на учебния процес. Моделът е съставен при следните изходни предположения:

- схемата на разпределителната гара е от последователен тип;
- на лице са няколко подхода към гарата;
- броят на бригадите, обработващи съставите в приемния, отправния и разпределителния парк е променлив и ограничен до три;
- броят на гърбичните локомотиви е ограничен до два;
- изпращането на влаковете става съгласно зададен график за движение;
- известни и зададени са вероятностните характеристики на постъпване на влаковете

в гарата, на състава им и на продължителностите на операциите в технологичната система.

Логическата структура на имитационния модел е изградена в съответствие с технологията за преработка на вагонопотоците в гарата и включва следните компоненти на средата за моделиране:

- мениджър на събитията (Event Manager), определящ реда на изпълнението им;
- генератори (източници) на единици от материалния поток (Movable Units), за моделиране на постъпването на влаковете на подходите на гарата;
- блокове за управление на потоците от събития (Flow Control) – моделиращи насочването на потоците от състави и вагони към различните технически елементи (коловози, паркове) на гарата;
- блокове (контроли) за моделиране на наличните капацитети за набиране, обработка и очакване на единиците на материалния поток (вместимости на коловози и паркове);
- блокове за моделиране на обработката на единиците на материалния поток;
- блокове за моделиране на статистическите разпределения (Distributions) – за дискретни и непрекъснати вероятностни величини – състав на влаковете, продължителности на операциите по обработка и т.н.;
- блокове за дефиниране и генериране на действия от потребителя (разработчика) – за представяне на събитията по изпращане на влаковете от гарата съгласно ГДВ;
- блокове за регистриране на събитията в модела – таблици, показващи моментите на преминаване на единиците на материалния поток през фазите на обработка в табличен вид

(SimQueue, SimTable);

- блокове за набиране на статистическа информация за заетостта и състоянията на обработващите блокове;
- елементи, моделиращи технологичните връзки и пътища на материалните потоци в системата.

Генерирането на входящите потоци от влакове става независимо за всеки от подходите. Възможно е използването на

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

различни статистически разпределения с различни параметри (експоненциално, нормално, равномерно и пр.), както и на константни стойности при моделирането на интервала на постъпване на влаковете. За моделиране на постъпващите влакове и на техния състав се използва специфичен компонент на моделиращата система – контейнер (Container), който “капсулира” няколко елементарни единици (Movable Units) от материалния поток. Този поток е променлив по структура при различните фази на обработка в модела. За фазите “приемане на влакове”, “обработка в приемния парк” и “разкомпозиране” той е съставен от единици – контейнери, съответстващи на преработката на влаковете. За процесите на набиране на вагони и композиране а състави материалният поток е съставен от отделните единици, съдържащи се в контейнерите, а след композирането – потокът е отново от контейнери, съдържащи елементарни единици, отговарящи на състава на влаковете.

Генерирането на продължителностите на операциите по преработката на съставите и вагоните в системата също допуска разнообразие във използваните непрекъснати вероятностни разпределения на тези величини (равномерно, експоненциално, нормално и пр.).

Друга особеност на модела е използването на възможността за йерархичното му изграждане от симулационни моделни единици (симулационни форми – Simulations Forms), позволяващи обединяване на няколко фази на обработка на материалния поток в отделна моделна единица със съответна степен на детайлизация на описанието на процесите. Така например главната симулационна форма на модела (фиг.1) представя общата структура на процесите в разпределителната гара. В отделни моделни единици са представени процесите в приемния и отправния парк (фиг.2 и фиг.3). Те са включени чрез съответни симулационни форми в общата симулационна форма на модела.

В модела са използвани специфични средства за дефиниране на потребителски действия, когато това не е възможно да стане чрез основните компоненти на работната среда. Това се прави в случаите на следене на завършването на процеса на набиране на съставите в разпределителния парк и при дефиниране на графика на заминаващите от гарата влакове. Чрез съответни компоненти пределените от разработчика действия и събития се описват посредством програмен

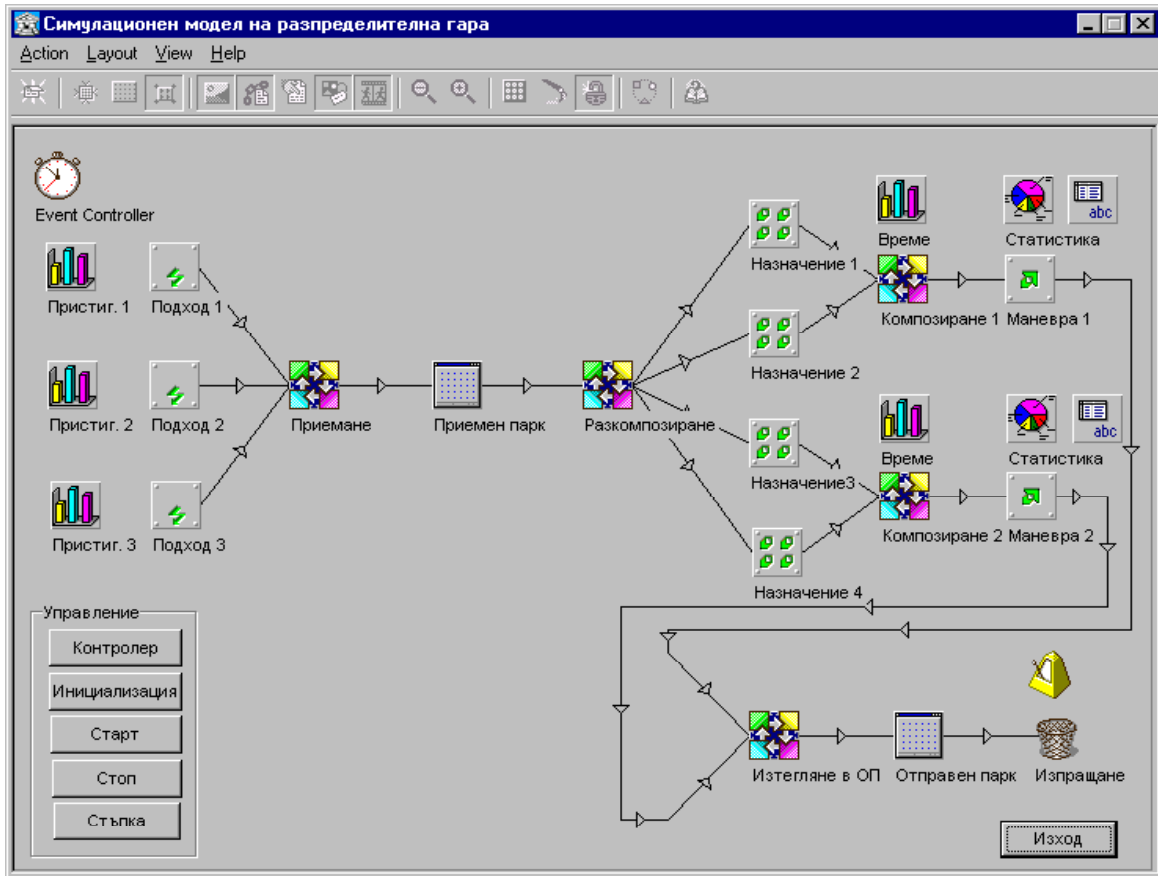
код, включват се в списъка на събития (Event List) и се изпълняват по реда си.

Набирането на статистическа информация за процеса на обработка на съставите в модела става със стандартните средства на средата. Набира се информация за:

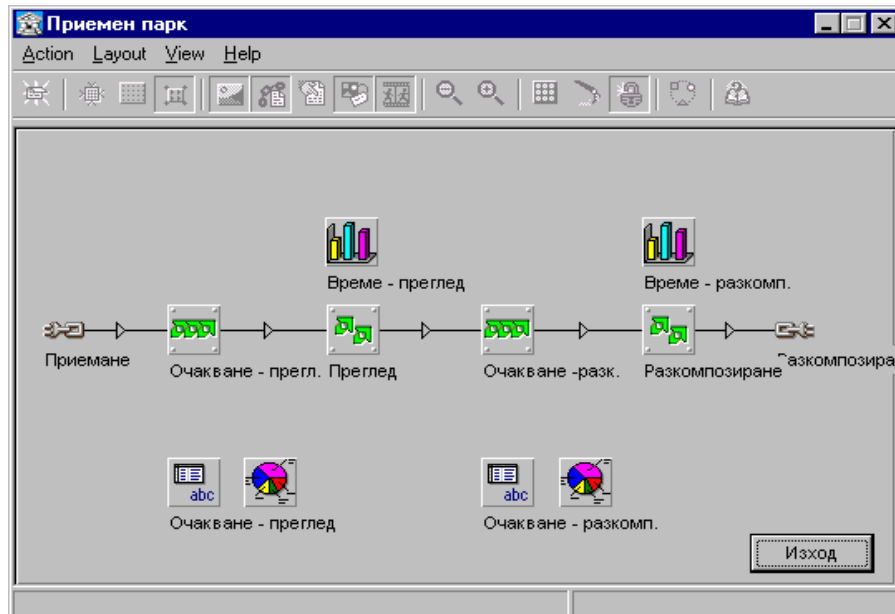
- броя на приетите влакове в гарата и задържаните влакове на подходите;
- престоя на влаковете в парковете на гарата и заетостта на парковите коловози;
- натоварването на преработващите средства (маневрени локомотиви и бригади).

Данните от стандартните статистически блокове (фиг.4) включват: общо време, през което устройството е достъпно или недостъпно, време, през което устройството е заето и свободно, време, през което устройството е блокирано или не. Статистическата информация от таблиците проследява преминаването на единиците материален поток през устройствата. Възможно е разширяването на обхвата на набираната статистическа информация чрез добавяне на съответните стандартни компоненти на средата, което е сравнително проста операция.

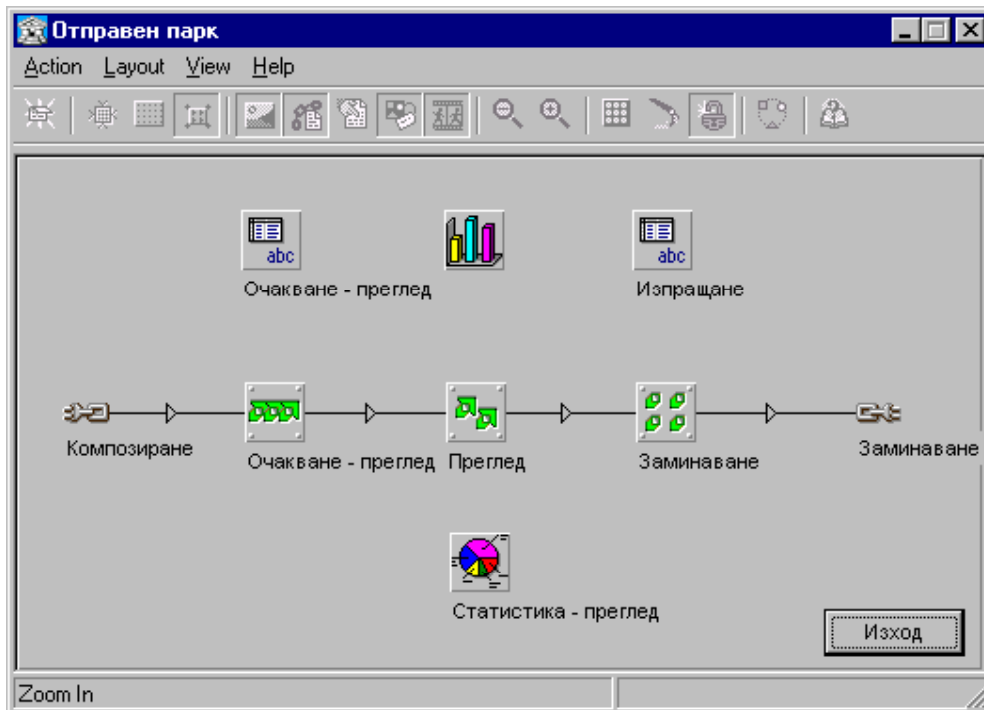
Софтуерният модел притежава потребителски интерфейс, даващ възможност да се задават някои изходни негови параметри: брой на подходите, брой на коловозите в парковете, параметри на потоците от състави, параметри и разпределение на технологичните времена за преработка. Визуалността на компонентите на модела позволява моделираният процес да се наблюдава непосредствено при работа, като е възможно и постъпково изпълнение на събитията и детайлното им проследяване във времето.



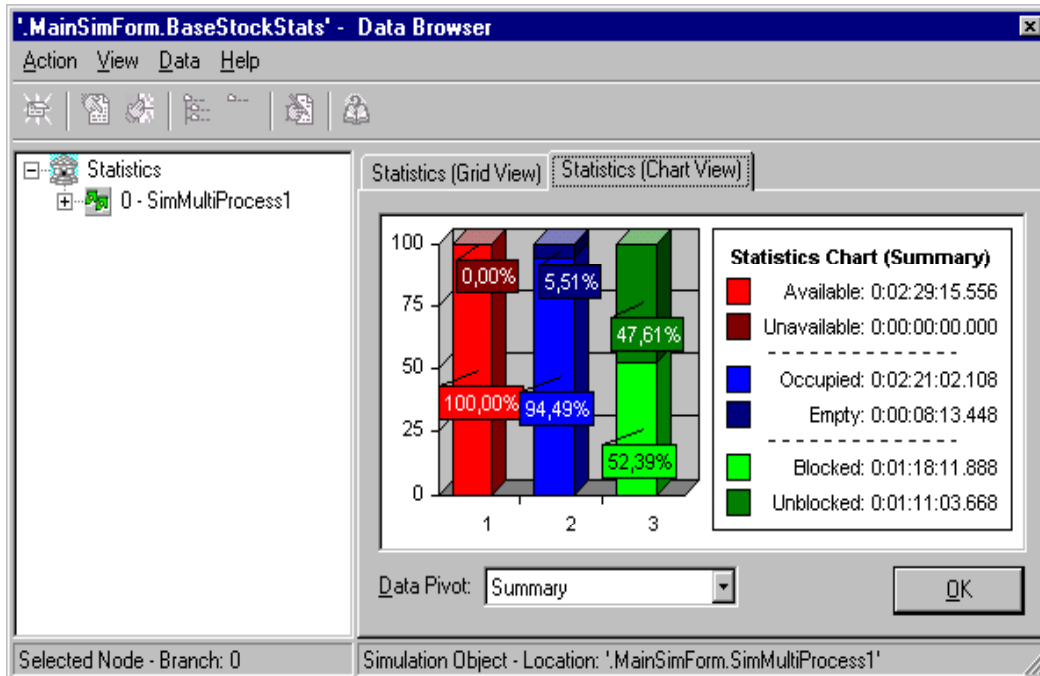
Фиг.1 Главна симуляционна форма на модела



Фиг.2 Симуляционна форма “Приеман парк”



Фиг.3 Симулационна форма “Отправен парк”



Фиг.4 Форма за набиране на статистика на процеса

Моделът е разработен с цел експериментиране с конкретното визуално средство за имитационно моделиране и е предназначен основно за ползуване в учебната работа за запознаването на обучаваните с основните процеси при преработка на вагонопотоците. Разширяването на модела с използване на компоненти на baseSim е възможно така, че да се достигне желана степен на съответствие с реалния технологичен процес. Визуалният подход при моделирането на транспортни процеси и системи на база на софтуерни продукти от типа на baseSim е приложим в научните изследвания в областта на железопътните превози, а също и при разработването на специализиран софтуер, приложим в практиката на управление и технология на работата на големите железопътни системи с оглед взимането на обосновани и проверени решения.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Киндлер Е., Языки моделирования, Энергоатомиздат, 1985 г., Москва.
- [2] Вавилов А.А., Имитационное моделирование производственных систем, "Машиностроение", 1983 г., Москва, Берлин.
- [3] Pidd, M.: 'Computer Simulation in Management Science', John Wiley & Sons, Inc., 1992
- [4] Robinson, S.: 'Successful Simulation: A Practical Approach to Simulation Projects', McGraw-Hill International (UK) Ltd, 1994



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

УСЪВЪРШЕНСТВУВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА РЕШАВАНЕ НА ОПТИМИЗАЦИОННИ ЗАДАЧИ ОТ ТРАНСПОРТЕН ТИП

Мартин Иванов¹
Тодор Размов²
Димитър Купенов³

АНОТАЦИЯ

Разработена е система за решаване на класически дискретни оптимизационни задачи, характерни за моделирането и управлението на транспортни технологични процеси: транспортна задача, потоци върху графи, най-къси разстояния, комбинаторни задачи от типа на Ойлерови или Хамилтонови цикли в графи и др. Системата е реализирана в среда на Windows 98 като визуално SDI приложение на Borland Delphi 5. Програмната система е предназначена предимно за учебния процес.
Ключови думи: теория на графите, дискретно оптимизиране

Добре известно е, че усъвършенстването на транспортните технологични процеси е свързано с прилагането на методи за определяне на оптималните стойности на съществените ип количествени параметри. Съвременният апарат на приложната математика предлага значително разнообразие от ефективни средства за адекватно количествено описание на тези процеси, както и за решаване на възникналите оптимизационни задачи, намиращи повече или по-малко приложение в практиката на планиране и управление на експлоатационната дейност в транспорта. От съществено значение за подготовката на специалистите в областта технологията, организацията и управлението на транспортната дейност е доброто познаване

и владеене на тези количествени методи за оценка и избор на управленски и технологични решения.

Известна и използвана в обучението на бъдещите специалисти във ВТУ “Тодор Каблешков”, а също и в Техническият университет в София е софтуерната реализация на методи за дискретна и комбинаторна оптимизация, представена в [2] и [3]. Същата представлява съвкупност от независими приложни програми, написани на Turbo Pascal, с графичен потребителски интерфейс и работещи под управление на DOS.

Тази реализация бе успешно и полезно използвана в учебната работа години наред, но в процеса на експлоатация тя показва някои

-
1. Мартин П. Иванов, главен асистент, доктор-инженер, Технически университет – София.
 2. Тодор К. Размов, главен асистент, ВТУ “Т. Каблешков” – София.
 3. Димитър П. Купенов, НК “Български държавни железници” – София.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

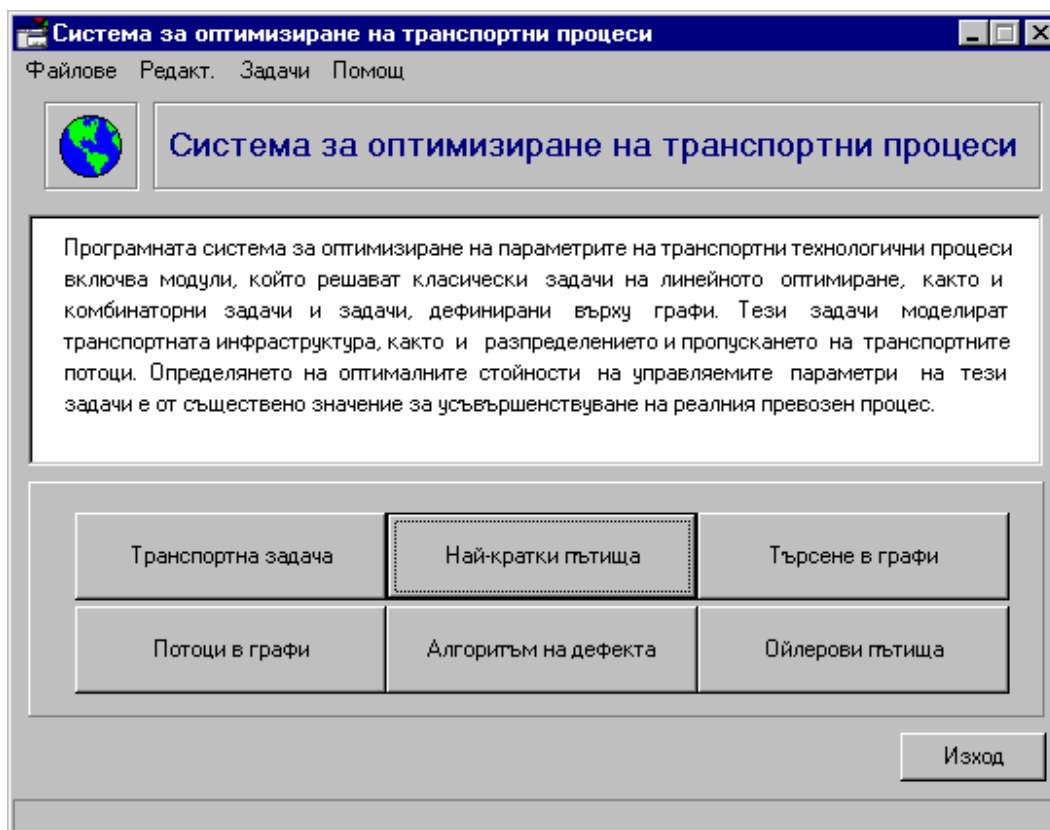
чнесъвършенства, свързани с удобството и функционалността на интерфейса, а също и по отношение на устойчивата и надеждна работа на програмите.

Основните насоки на усъвършенстването на този продукт са свързани с:

- интегриране на модулите в обща SDI среда под управлението на Windows 95/98;

В резултат на извършената работа бе създаден изцяло обновен програмен продукт, интегриращ в себе си модули за решаване на най-популярните дискретни оптимизационни и комбинаторни задачи, използвани в експлоатационните разчети, а именно:

- транспортна задача на линейното програмиране;



Фиг.1 Главна въвеждаща форма

- разработване на принципно нов потребителски интерфейс, съобразен с компонентите и елементите на графичната среда и удобен за работа на слабо подготвен потребител;
- подобрения в използваните алгоритми и в кода на програмните модули;
- отстраняване на забелязани бъгове и нестабилност в работата на програмите от предишната версия;
- създаване на възможност за работа в мрежова среда.
- намиране на най-кратките пътища в граф;
- търсене и обхождане в граф (дърво на достижимост);
- задача за максималния поток и за потока с минимална стойност в граф;
- реализация на алгоритъма на дефекта (Out-of-Kilter);
- съставяне на Хамилтонови цикли и Ойлерови контури.

Програмният продукт е разработен със средствата на Borland Delphi 5 под формата на

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

SDI приложение за Windows 98. Програмният код е организиран в няколко програмни единици (units), съдържащи кода и описанията на интерфейните компоненти, както и кода на основните обработващи процедури, а също и помощни процедури, свързани с поддържането на коректен формат на данните, обработка на събития и грешки и др.

Потребителският интерфейс е организиран в йерархична система от диалогови форми. Основна форма, свързана с избора на класа на решаваната задача е главната въвеждаща форма (Main Introduction Form - фиг.1).

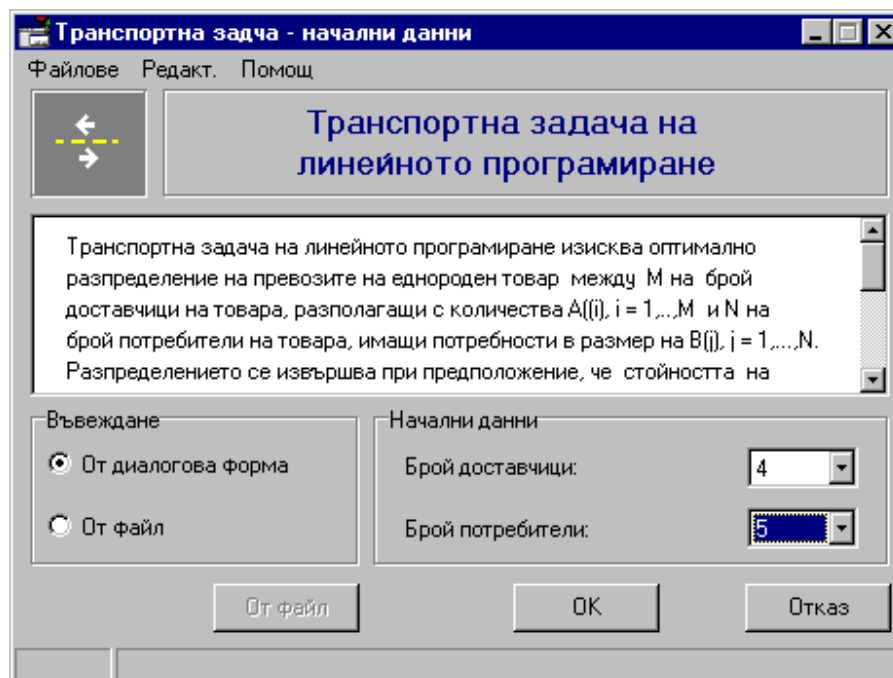
За задачите от всеки клас са разработени по три допълнителни форми, изпълняващи съответно следните основни функции:

- въвеждаща форма (Task Introduction Form) за съответния клас задачи;
- форма за въвеждане на входните данни и параметри на всяка от задачите (Input Form);
- форма за извеждане на изходните резултати от изчисленията (Output Form).

Примерен вид на тези форми за класа на транспортната задача е показан на фиг. 2, фиг. 3 и фиг.4.

Всяка от формите е разработена с оглед максимално удобство и простота при ползването, като се има предвид основната ориентация на програмния продукт към учебния процес. Въвеждащите форми (фиг.2) съдържат ScroolBox-ове с кратко текстово описание на същността на решаваната задача и на необходимите входни данни и параметри. С подходящи контроли е възможно да бъде насочено въвеждането на данните както от стандартния вход (клавиатура), така и от предварително подготвен текстов файл. Конкретизирането на другите основни параметри на задачата (напр. - размерността и) също се извършва по начин, създаващ максимално удобство за потребителя и съществено ограничаващ риска от допускане на грешки. Въвеждащите форми на задачите разполагат със система от менюта, предлагаща облекчения при редактирането на данните и при активирането на задачите, а също и някои помощни функции (help).

Формите за въвеждане на входните данни (фиг.3) съответстват по вид и по структура на специфичната входна информация за решаване на всяка от задачите. Данните за топологията на графа от матричен тип



Фиг.2 Въвеждаща форма за транспортна задача

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

(матрица на разстоянията, матрица на инцидентността, матрица на съседството и т.н.) се въвеждат в подходящи таблични контроли (StringGrids), като е възможно коригирането и редактирането им в процеса на въвеждане. Размерността на табличните контроли и изобразяването им се управлява автоматично и динамично в зависимост от информацията за размерността на задачата, посочена във въвеждащата форма. Допълнително коректността на входните данни в табличната форма се подсигурава от използването на съответно дефинирани шаблони и маски за въвеждане на допустимите числови стойности. Формите за въвеждане на данните поддържат като функционалност меню, запис на въведените данни във файл и печат на данните.

критерий. За комбинаторните задачи е представена съвкупност от допустими решения. За всички итеративни алгоритми се посочва броят на итерациите при които е получено решението. Като функционалност на формите е възможността за записване на резултата във файл и отпечатването му.

Системата предлага ефективен контрол на информацията както в процеса на въвеждане на входните данни така и в процеса на изпълнение (runtime errors). Входните данни се проверяват на пълнота, формална и логическа допустимост. Въз основа на входната информация се проверява съществуването и свързаността на графа, както и условията за съществуване на търсеното решение. В процеса на изпълнение

Транспортна задача - основни данни

Файлове Редакт. Помощ

Транспортна задача на линейното програмиране

Входни данни

Разстояния	1	2	3	4	5
1	3	4	5	6	7
2	8	6	4	9	2
3	3	6	10	12	8
4	4	6	9	7	12

Доставчици	Количества
1	24
2	12
3	14
4	16

Потребители	1	2	3	4	5
Потребител	1	2	3	4	5
Количества	21	18	11	7	9

Доставчици Потребители

66 66

Баланс 0

Изчисление

Запис

Печат

Отказ

Фиг.3 Форма за входни данни за транспортна задача

Резултатът от изпълнението на всяка от задачите се представя в съответната изходна форма. За оптимизационните задачи е представено оптималното решение със съответната стойност на оптимизационния

се проверяват специфични условия за работата на алгоритмите, а също и друга част от условията за съществуване на решение. Индикацията за възникнали и установени грешки става чрез съответни диагностични

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

съобщения, насочващи потребителя към коригирането им.

В обновената версия на програмния код на оптимизационния модул TPLib са внесени изменения, изразяващи се във включването на усъвършенствувани алгоритми с по-добра ефективност. Така например са използвани публикуваните в [1] осъвременени варианти на стратегии за търсене и обхождане на графи, алгоритъм за намиране на потока с минимална стойност (поток с минимални транспортни разходи) и алгоритъм за съставяне на оптимален Хамилтонов контур. Направени са и подобрения по отношение на надеждността и устойчивата работа на използваните преди програмни модули, като са отстранени някои забелязани грешки и несъвършенства в програмния код. В редица случаи е сменен подхода за представяне на данните като са

заменени масивите с фиксирани граници с динамични информационни структури.

Програмният продукт се инсталира елементарно и работи на локален компютър. Възможно е използването му в мрежова среда като при развитието на продукта в това отношение и обвързването му с други компоненти и функции на една обучаваща система ще бъде извършено на база на технологията “клиент – сървър”.

Разработненият на този етап програмен продукт е компонент от бъдеща система за обучение на подготвящите се в областта на използване на математически методи при организацията и управлението на транспортните процеси. Предстоящите етапи на развитието и разширението на функциите на такава система включват добавяне на модули за вероятностни и статистически

Транспортна задача - резултат

Файлове Редакт. Помощ

Транспортна задача - резултати

Резултати

Количества	1	2	3	4	5
1	0	16	8	0	0
2	0	0	3	0	9
3	14	0	0	0	0
4	7	2	0	7	0

Доставчици	Количества
1	24
2	12
3	14
4	16

Потребители	1	2	3	4	5
Количества	21	18	11	7	9

Целева функция: 265

Фиктивен потребител: Количество: Итерации: 9

Запис Печат ОК Отказ

Фиг.4 Форма за изходни резултати – транспортна задача

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

изследвания на транспортните процеси, за други класове оптимизационни задачи и др.

Съществена е необходимостта от разширение на функциите на системата с възможности за проверка и оценка на знанията на обучаващите се, а също така и обвързването и с база от данни за реалната инфраструктура и за конкретните условия на изпълнение на транспортната технология.

Разработеният програмен продукт дава възможност съществено да се подобри подготовката на специалистите по технология и управление на транспорта като ги запознава със същността, особеностите и сферата на приложение на най-известните оптимизационни задачи и методи, приложими в транспортната дейност. След известно адаптиране на потребителския интерфейс и съответна подготовка на инженерния технологичен персонал продуктът би могъл да се ползува успешно и за практически цели при планиране на дейността и при вземане на решения. Програмната система може да се ползува и при обучението в други области и

дисциплини, където е необходимо доброто познаване на количествените методи за дискретно и комбинаторно оптимизиране.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Иванчев Д., Мрежова оптимизация, Херон Прес ООД, 2001 г., София.
- [2] Карагъзов К., Д.Купенов, Ръководство за лабораторни упражнения по теория на транспортните потоци, Учебно пособие за ВВТУ "Т.Каблешков", 1994 г., София.
- [3] Качаунов Т., Д.Купенов, К.Карагъзов, Т.Размов, Пакет приложни програми по учебните дисциплини "Моделиране и надеждност на превозния процес" и "Теория на транспортните потоци", Шеста научно-практическа конференция на ВВТУ "Т.Каблешков", 1993 г., София.
- [4] Пападимитриу Х., К.Стайглиц, Комбинаторная оптимизация, Алгоритмы и сложность, "Мир", 1985 г., Москва.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

COMPUTER MODELLING AND SIMULATION OF WORKING CONDITIONS OF TRANSPORT MACHINES BY MEANS OF TIME SERIES

Bohuš Leitner^{*}, Jaromír Máca,

Faculty of Special Engineering, University of Žilina, 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovakia
leitner@fsi.utc.sk, maca@fsi.utc.sk

ABSTRACT

Paper is dealing with a new method of modelling and simulation of stationary and non-stationary processes. The method is based on description of processes by AutoRegressive Moving Average (ARMA) Models and their adaptive modifications. This paper presents possible application of ARMA models for modelling and simulation the real working process of typical working conditions of a truck.

Key words : Time Serie, Modelling, Simulation, Real Stationary and Non-stationary Processes, Autoregressive Moving Average Models, Working Conditions, Transport machines

SECTION TITLE

Transport education and scientific service of new transport structures

INTRODUCTION

It is necessary for complex determination of typical working conditions of any mechanical structure to get a survey about large amount of functioning factors – characteristics of working and to determine appropriate relationships among them. Therefore one need an adequate description of working conditions and basic themes of tested structure working based on simplified models.

One of available arts of computer modelling and simulation of working stochastic processes is well known theory of time series and its apparatus of autoregressive modelling.

1. AUTOREGRESSIVE MODELS

First logical technique for identification is to derive the mathematical model from system

behaviour and directly from nature of its physical characteristics or as the dependence on input factors influencing this behaviour.

Mathematical representations of such relations are often stated in form of differential equations systems. Solutions of such systems whether numerical or exact is very time-consuming therefore not usable for the real time control.

An another problem with this possible way of identification is: some of the influencing factors are not well known and some can not be quantified. Another possible technique for system identification is to derive the mathematical model from internal interdependencies of given process only.

Clear AutoRegressive (AR) model is suitable mathematical model for discrete non-stationary signal (Fig.1) that is considered to be visible representation of system dynamics [5].

Dependence of $X(t)$ values on previous (in time) values $X(t-1)$ is pictured in Fig. 2.

Bohuš LEITNER, MS., Jaromír MÁCA, Prof., PhD.

Department of Renewal and Stoppage of Railways, Faculty of Special Engineering, University of Žilina.

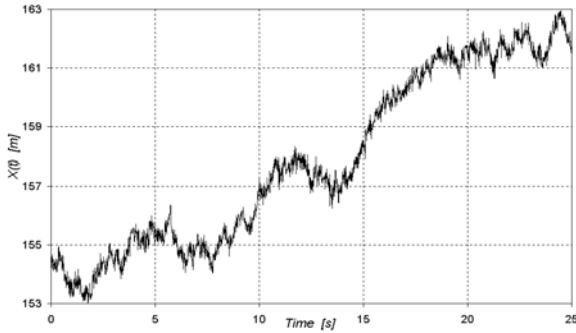


Fig.1: Example of real non-stationary process

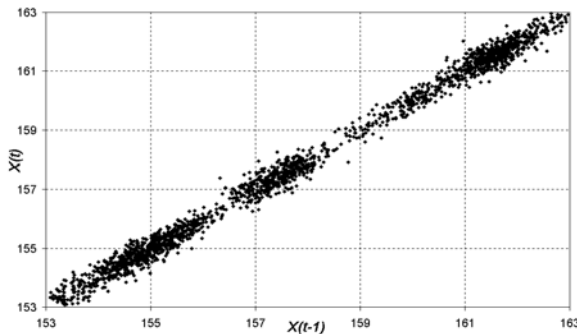


Fig.2: Interdependence $X(t)=f\{X(t-1)\}$

Linear regression can be clearly seen. This relation can be described by simple 1st-order AutoRegresive model (1) in form [6]:

$$X(t) = a_1 \cdot X(t-1) + \varepsilon_t \quad (1)$$

where t is the time, $X(t)$ is discrete signal value in time t , $X(t-1)$ is discrete signal value in time $(t-1)$, a_1 is coefficient of AutoRegresive model and ε_t is error resulting from model imperfections.

This simplest model can be extended to universal n -th order AutoRegresive model AR (n)

$$X(t) = a_1 \cdot X(t-1) + a_2 \cdot X(t-2) + \dots + a_n \cdot X(t-n) + \varepsilon_t \quad (2)$$

where n is the model order, $X(t)$, $X(t-1)$, $X(t-2)$..., $X(t-n)$ are discrete signal values in time t , $t-1$, $t-2$... $t-n$, a_1 , a_2 , ..., a_n are coefficients of AutoRegresive model and ε_t is error resulting from model imperfections [1,6,7,8,10].

If $X(t)$ depends not only on preceding values $X(t-1)$, $X(t-2)$... $X(t-n)$ but also on the values of preceding errors ε_{t-1} , ε_{t-2} ... simple AutoRegresive models are extended to AutoRegresive moving average models (ARMA). The ARMA models can cover more complex character of process interdependencies and their coefficients relate closely to physical principles of observed process.

Universal ARMA model of n -th order in AutoRegresive part and $(n-1)$ -th order in moving average part is given by equation (3).

$$X(t) = a_1 \cdot X(t-1) + a_2 \cdot X(t-2) + \dots + a_n \cdot X(t-n) + b_1 \cdot \varepsilon_{t-1} + b_2 \cdot \varepsilon_{t-2} + \dots + b_{n-1} \cdot \varepsilon_{t-n+1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

where $X(t)$, $X(t-1)$, $X(t-2)$... $X(t-n)$ are the discrete signal value in time t , $t-1$, $t-2$... $t-n$, values ε_t , ε_{t-1} , ε_{t-2} ... ε_{t-n+1} is error in the time t , $t-1$, $t-2$... $t-n+1$, values a_1 , a_2 ... a_n are coefficients of AutoRegresive part of model, b_1 , b_2 ... b_n are coefficients of moving average part of model.

Main problem in identification, modelling and simulation by AutoRegresive models is finding coefficients of AR and MA parts and determination of adequate order of the model. Coefficients of AR model can be simply found using least square method (LSM). For universal ARMA models non-linear LSM must be used. Both methods use matrix calculations for finding needed coefficients, which are very time-consuming and therefore not usable for on-line process, control or identification and they also can not be used for modelling of non-stationary time-varying process [6,7].

2. ALGORITHM OF ADAPTIVE AR MODELS

Because of the above stated reasons, procedure based on theory of adaptive and self-learning systems is used for describing system behaviour in real time. Algorithm for adaptive modelling [6] is based on a gradient method (steepest descent method) and can also be used for non-stationary processes. Model is able to adapt itself to the changes in process character.

It is supposed that n -th order AutoRegresive model (2) is at any given time defined by the vector of its coefficients:

$$a(k) = [a_1(k), a_2(k) \dots a_n(k)]^T \quad (4)$$

Using the steepest descent method, point of least squares $\sum \varepsilon_i^2$ is searched for. Search begins with an initial guess as to where the minimum point of $\sum \varepsilon_i^2$ may be. Minimal sum of squares S is in the point where

$$\frac{\partial S}{\partial a_k} = \frac{\partial}{\partial a_k} \left(\sum \varepsilon_i^2 \right) = 0 \quad (5)$$

The updated values of AR model coefficients are obtained from [6,8]

$$\mathbf{a}(k+1) = \mathbf{a}(k) + \eta \cdot \frac{\partial S}{\partial \mathbf{a}} \quad (6)$$

where

$$\frac{\partial S}{\partial \mathbf{a}} = -2[\varepsilon_{ft} \cdot \mathbf{X}^T(k-1)] \quad (7)$$

is the gradient direction and positive value of η in equation (6) scales the amount of readjustment of the model coefficients in one time step. Then, the iterative corrections of coefficients are

$$\mathbf{a}(k+1) = \mathbf{a}(k) + \mu \cdot [\varepsilon_t \cdot \mathbf{X}^T(k-1)]. \quad (8)$$

3. ADAPTIVE ARMA MODELS

In [6] adaptive AR models were extended to include also MA part to *adaptive AutoRegressive models with moving average*. To achieve this, vector of moving average coefficients must be considered

$$\mathbf{b}(k) = [b_1(k), b_2(k) \dots b_n(k)]^T \quad (9)$$

Same procedure as for vector of AR coefficients was used to derive formula (10) for iterative corrections' calculations of MA part coefficients

$$\mathbf{b}(k+1) = \mathbf{b}(k) + \mu \cdot [\varepsilon_t \cdot \varepsilon^T(k-1)] \quad (10)$$

where ε_t is error from the last iterative step and $\varepsilon(k-1)$ is vector of preceding errors

$$\varepsilon(k-1) = [\varepsilon_{k-1}, \varepsilon_{k-2}, \dots, \varepsilon_{k-n+1}]^T \quad (11)$$

Another problem arises when deciding value of convergence constant. It influences converging speed of algorithm and also its sensitivity to random or systematic changes in process environment character.

Procedure for calculating μ constant, based on experimental work [8,10] was presented for use in area of adaptive control:

$$\mu_k = \varphi + \beta \cdot C_k \quad (12)$$

$$C_k = \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) C_{k-1} + \frac{1}{\alpha} \cdot \varepsilon_t^2$$

where α is constant describing system memory, it influences model sensitivity to random process changes, β is constant characterising system dynamics and φ is constant for correction of numeric calculation errors.

Actual values of these constants can be chosen so the model sensitivity to stochastic events and response speed to process character changes are as required.

4. COMPUTER MODELLING AND SIMULATION OF STOCHASTIC PROCESSES

Shown theoretical algorithms was used by developing of program ARMA-FIND, this was developed on authors department [5]. This software is a 32-bit application made in developing surroundings of DELPHI and working in the operating system Windows 95 or NT. It contains users menu, which apart from basic functions with file, configurations, work with windows and help functions contains two submenus – submenu of “*Simulation*” and submenu of “*Identification*” (Fig.3).



Fig.3 : The Environment of ARMA-FIND

Item “*Simulation*” enables adjustment and conversion of incompatible input files of time series to compatible ones and simulation (generation) of time series basing on given AR or ARMA models order and parameters with possibilities of mean and dispersion selection of simulated series.

The heart of the program is submenu “*Identification*”, by means, which is possible to make selection of the identification method and way of chosen time series, whereupon it is possible to use either adaptive algorithm of time series identification or make identification using non-linear least squares method. Identification by means of higher presented non-linear (respectively for AR models – linear) least square method is available in item *Identification* and its sub-menu *NLINLS*. Here are four options. First two- *Model AR – after orders* and *Model AR-complete calculation* give as results of identification AR model, described by (2).

Next item – *Model ARMA- after orders* gives coefficients of beforehand selected order of ARMA (n, n-1) models determination. It means, that we it is necessary beforehand to determine

required order (known number of coefficients) of autoregressive part - a_k and moving average part - b_k which principally determine number of former values the calculated value depends on.

The initial guess is of coefficients of ARMA (n, n-1) model. To coefficients of moving average part are assigned value of zero and coefficients of autoregressive part obtained by application of linear least square method.

Simultaneously the sum of squares of deviation value expressing deviation of theoretical model from real model is calculated. Then the proper iterative calculation follows, which outputs are the coefficients of model.

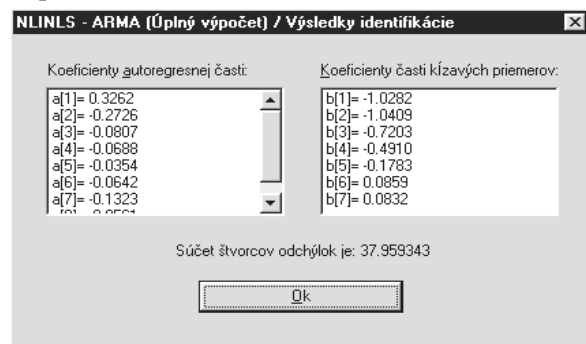


Fig.4 : Results of an optimal ARMA model determination

The last important item is Model ARMA-complete calculation, which aim is to find an optimal ARMA (n, n-1) model. This model is the best describe of stochastic system, which output is a time serie. Because, in most cases we don't know optimal order of model, beforehand it is necessary to determine by an iterative procedure an optimal order of model for description of given system (Fig.4). An algorithm of optimum autoregressive model determination used in ARMA-FIND was published in [5,6,7].

5. MODELLING AND SIMULATION OF REAL WORKING CONDITIONS OF TRANSPORT MACHINES

Because the chosen mathematical apparatus allows getting of models based of physical principles of researched processes which are developed from recorded courses of examined values it was necessary to obtain experimental data, which characterise typical working conditions [3,9].

Therefore a tot of experimental measurements was done which describe typical working conditions of trucks (unevenness of road surface, segmentation of terrain, typical working speed during different types of working modes e.t.c).

Longitudinal and transverse unevenness had a dominant position as a typical of transport machines working conditions generally.

Therefore the experimental measurement was realised which consisted of following steps:

- finding of roads and their parts representing individual categories of roadways from point of view of quality of their coverage,
- selection of actual parts of chosen length,
- own measurement using suitable equipment,
- filtering of trends and rough unevenness with suitable software package (Statgraphics) and
- evaluation of chosen parts by means of selected dynamic methods [2] and verification of their classification for relevant categories of quality.

As a result of former steps there were obtained courses of longitudinal unevenness together from 6 sectors (5 qualitative categories of road and one sector of terrain). Because of limited scope of this paper just courses of 5th category of road and the values of terrain are presented on Fig.5. The values of evaluating parameters "C" and "IRI" are presented in Tab.1.

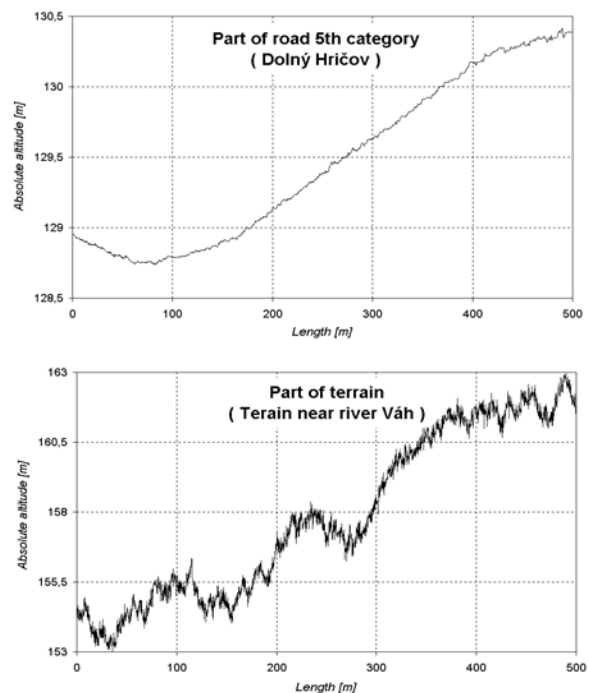


Fig.5 Courses of absolute high unevenness of 5th category road and terrain

If was determined that from obtained parameters of "C" and "IRI" chosen sections really are represented chosen qualitative categories and there for they can be judged as representative of qualitative different surfaces.

Location	"C"	"IRI"	Cat.
Žilina	0,85	1,61	I
Brodno	2,31	2,62	II
Čičmany	3,92	4,28	III
Varín	13,85	8,54	IV
Dolný Hričov	22,81	14,37	V
Povodie Váhu	42,05	22,74	Ter

Tab.1 Calculated values of „C“ and „IRI“ parameters for chosen sections of road

It was necessary from of point of view of further practical application of experimentally obtained models to separate the random part of unevennesses from its trend. It was used the software pack STATGRAPHICS which allows directly selection of trends and seasonally from recorded values.

To demonstrate this are on Fig.6 shown courses of stochastic parts of profile unevenness for series from Fig.5

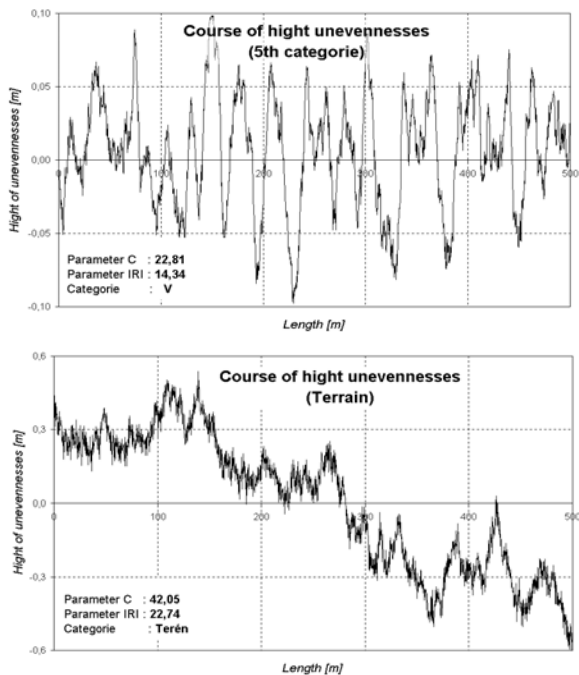


Fig.6 Random components courses of altitude of unevenness 5th category road and terrain

It was used the ARMA-FIND software to get real and simulated data. Practically it means optimal autoregressive model and its parameter determination (order and coefficients of model) for all inputs of discrete values of altitude unevenness to selected sectors of roads.

Fig. 7 presents the window after activated menu item “ARMA-Complete Calculation”.

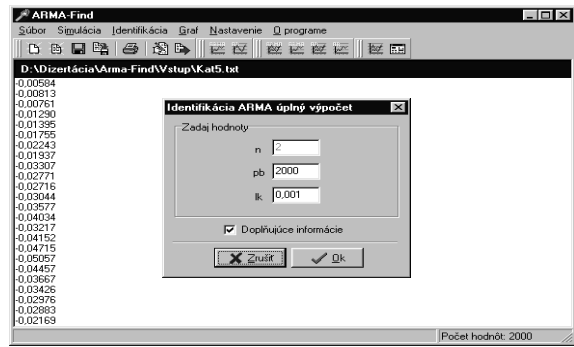


Fig. 7 Window of menu item „ARMA – Complete calculation“

Finding parameters of adequate models for sector of 5th category road and sector of terrain are presented in Tab. 2.

Cat.	Coefficients of optimal ARMA model		Sum of squares
5.	a(1) = 0,623808	b(1) = -0,391528	SSC = 0,063145
	a(2) = 0,095081	b(2) = -0,335376	
	a(3) = 0,592155	b(3) = 0,197765	
	a(4) = -0,050585	b(4) = 0,196800	
	a(5) = 0,518931	b(5) = 0,777805	
	a(6) = -0,797272		
Terr	a(1) = 0,867707	b(1) = 0,542767	SSC = 2,545889
	a(2) = 0,186025	b(2) = 0,046748	
	a(3) = -0,057025	b(3) = -0,047127	
	a(4) = 0,002244		

Tab.2 Finding parameters of adequate models for sectors of 5th category and terrain

For computer simulation of working condition characteristics available especially on computer stress analysis of critically parts of trucks, on influence analyses to selected working properties of transport machines and for automatic control of various load machines too was used the finding adequate models. These models were used for generation of new, statistically adequate, series of analysing process values.

For this purpose created program ARMA-FIND contains the item “Simulation” which was successfully applied by generation of new courses altitude of unevenness of reference sectors.

For presented parts of 5th category and terrain there are two new simulated courses and initial experimental course presents on Fig.8.

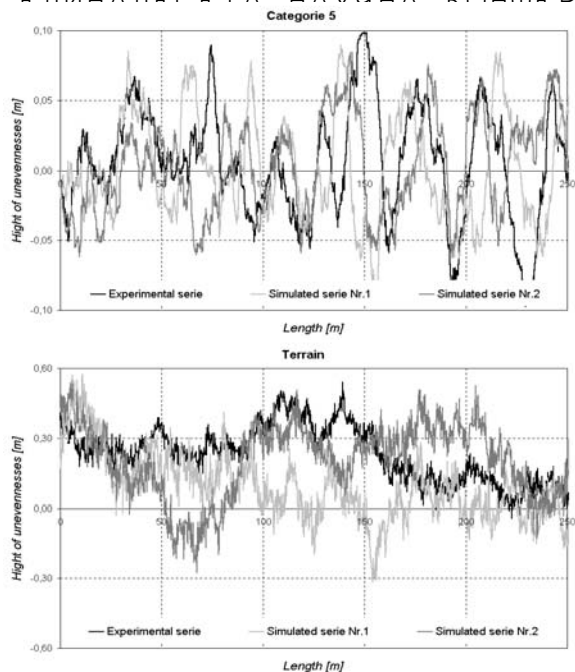


Fig.8 The courses of simulated series of analysing sectors of 5th category road and terrain

During verifying their physical adequacies were once more used dynamic methods of evaluation sectors of roads from point of view longitudinal unevenness.

Really was investigation that finding mathematical models very well describing analysing characteristics. The finding differences in the both evaluated parameters were in all cases negligible. Next were proving that used theoretical approach is fully available for modelling and simulation much all-important characteristics of working condition too.

CONCLUSIONS

From point of view determinate area of paper was a not able present all outputs from realised accounts and the experiments (mainly the computer experiments). There are presented only selected of them. On the base executable accounting and experiments is possible to say, that selected theoretical methodology of autoregressive modelling (mainly adaptive) is really one of suitable tools for different working processes computer modelling and simulation.

REFERENCES

[1] BOX, G. E. – JENKINS, G. M. : Time Series Analysis, Forecasting and Control. Golden Day, San Francisco 1976.

[2] DECKÝ, M. : Dynamické metódy hodnotenia nerovností cestných vozoviek. Vedecké listy ŽU – Komunikácie 2/99, Žilina 1999.

[3] CHOVANEC, A. - SZUTTOR, N.: Využitie simulačného modelovania pri analýze a zabezpečovaní spoľahlivosti. In. : Odborná konferencia s medzinárodnou účasťou „Zdvíhacie zariadenia v teórii a praxi“, TU Košice, Podbanské 1998.

[4] LEITNER, B.: A Stochastic Method of Structures Dynamic Characteristics Determination and Modelling. Zborník konferencie doktorandov „Perner's Contact“, DFJP, Pardubice 2000, ČR.

[5] LEITNER, B.: Stochastic Time Series and Possibilities of Their Use for selected Modal Characteristics Determination of Mechanical Structures. Vedecké listy ŽU – Komunikácie, ŽU, Žilina 2001.

[6] MÁCA, J.: Využitie teórie časových postupností k identifikácii dynamických systémov. Habilitačná práca. VŠDS, Žilina 1984.

[7] MÁCA, J.- LEITNER, B.: Modelling of Non-stationary Processes by Means of Time Series. Zborník prednášok z medzinárodného workshopu „Pokroky tvorby a využitií simulačných modelů - ASIS 98“, VŠB Ostrava, Krnov 1998.

[8] PANDIT, S. M. – WU, S. M.: Time Series and System Analysis Modelling an Applications. University of Wisconsin, Madison 1982.

[9] SÁGA, M.: Contribution to Dynamic Strength Dimension of Railway Vehicles Frames, "Communications on the edge of the millenniums, 10th International Scientific Conference, Žilina 1998.

[10] WU, S. M.: Dynamic Data Systems – A New Modelling Approach. Trans. Of ASME, JEI 1977.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗПОЛЗВАНЕ НА УКАЗАТЕЛИ ЗА ПРЕПОРЪЧАНИ СКОРОСТИ ПРИ КООРДИНИРАНО УПРАВЛЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕТО СЪС СВЕТОФАРИ

М. Маринов¹

Русенски университет “А. Кънчев”, 7017 Русе, ул. Студентска 8

Анотация: В работата се разглежда усъвършенстван модел за определяне на препоръчителната скорост на движение при координирано управление с помощта на светлинни указателни табла, разположени непосредствено след кръстовищата.

Анализът на резултатите от симулации сочи значителен ефект при използване на указателните табла при координирано управление.

Ключови думи: кръстовища, светофари, координирано управление, транспортни средства, светлинни указателни табла.

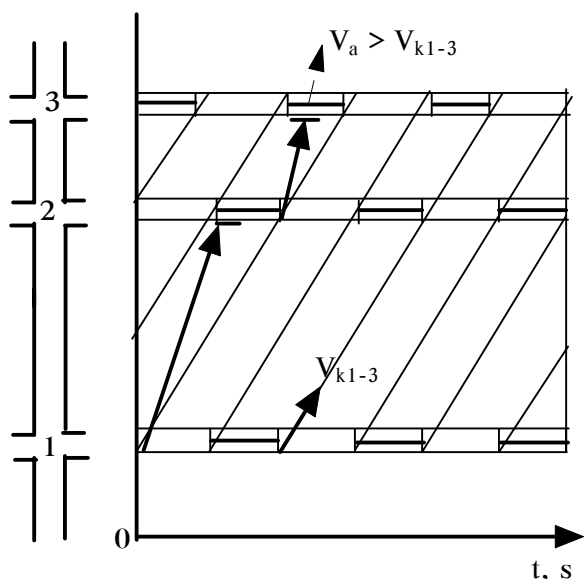
В случаите на две или повече кръстовища по даден маршрут се прилага координирано (съгласувано) управление на движението на съседните кръстовища. При такова управление при правилен избор на управляващите параметри на светофарната сигнализация и подходящи геометрични параметри на трасето по маршрута се получава положителен ефект, изразяващ се в намаляване на броя спирания, задръжките, увеличаване на скоростта на движение и подобряване на безопасността на движението.

В много страни, както и у нас е популярно координирано управление на движението със светофари по твърди

програми, известно още като ”зелена вълна”. При високи стойности на интензивността на движението, ”пакетите” от транспортни средства се движат със скорости близки до скоростта на координация и непрекъснатостта на движението по маршрута се запазва. При средни и ниски стойности на интензивността - транспортните средства (най-вече първите) от ”пакета” се движат със скорости V_a по-високи от тази на координация V_k (фиг.1) и те пристигат на следващото кръстовище на червен сигнал, с което положителния ефект от координираното управление силно се влошава.

¹Митко Маринов, гл. ас. д-р, инж. в катедра ”Транспорт”, Русенски университет ”А. Кънчев”, 7017 Русе, ул. Студентска 8, E-mail: mdmarinov@ecs.ru.acad.bg

За да се избегнат такива ситуации се

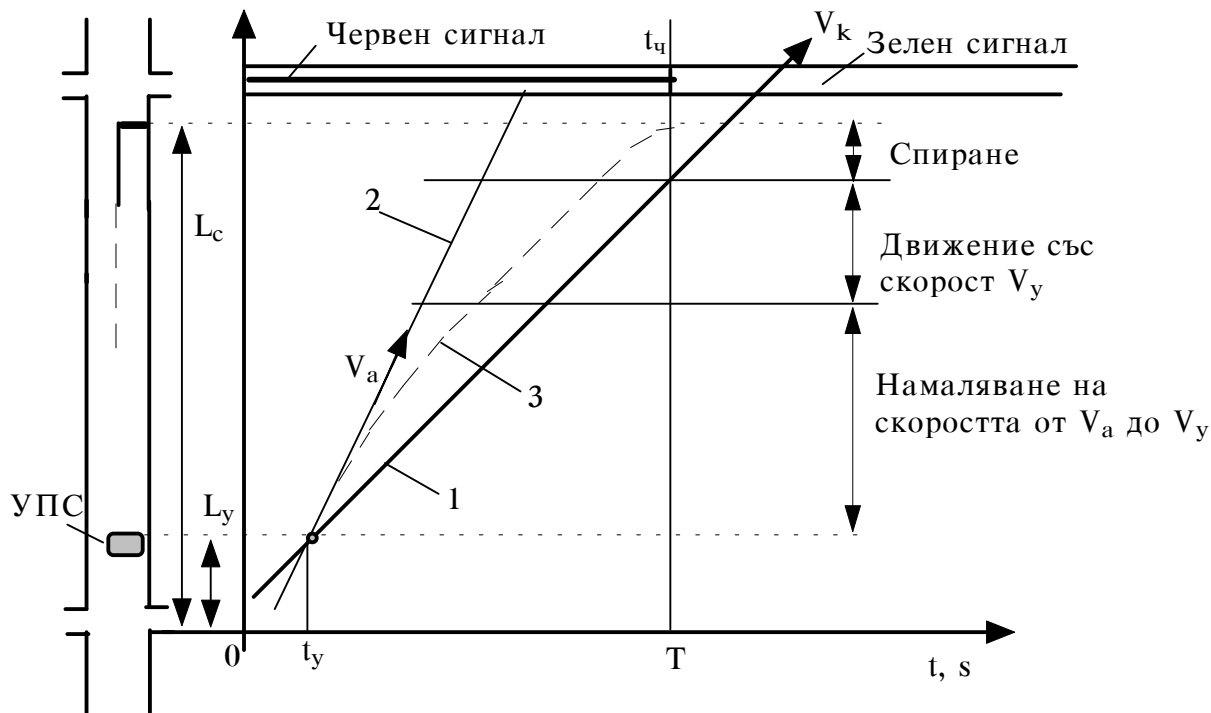


Фиг.1. Нарушаване на координацията при отсъствие на УПС.

поставят светлинни указатели (УПС) за препоръчаните скорости на движение, които водачите следва да спазват за да се избегне спиране на следващото кръстовище. Такива УПС се прилагат много отдавна, а резултати от

изследвания [1,2,3], показват, че при спазване на препоръчителните скорости почти се избягват спиранията на следващото кръстовище.

Най-често в съществуващите алгоритми, УПС се поставя на разстояние далеч от стоплинията, така че при дадена V_k да се сведат до минимум спиранията и да се запази движението в "пакет". Следователно, зеленият сигнал следва да се включва в момента, когато водачът на първото транспортно средство решава да започне спиране от гледна точка за безопасност на движението (фиг. 2, линия 3). От гледна точка за безопасността на движение, зеленият сигнал следва да се включи в момента, когато транспортното средство се намира на разстояние от стоплинията по-голямо от неговия спиращен път. За случая когато скоростта на движение на транспортното средство V_a е равна на скоростта V_y указана от УПС, представляваща скоростта на координация се използва следния модел



Фиг. 2 Траектории на първото транспортно средство от "пакета" за отделните случаи на движение и моментите на пристигане в кръстовището.

[2,3]

$$L_y + V_y(T - t_y) - (V_y^2 / 2a_{cl}) \leq L_c, \quad (1)$$

където L_y е мястото на разполагане на УПС, m;

T - моментът на включване на зеления сигнал, s;

t_y - моментът на възприемане на УПС от водача, s;

a_{cl} - закъснението при спиране, m/s^2 ;

L_c - мястото на разполагане на стоплинията.

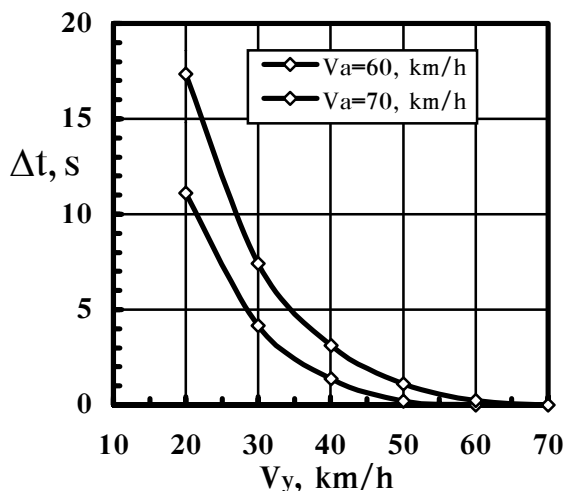
След решаване на (1) за препоръчаната скорост се получава $V_y \leq a_{cl}(T - t_y) +$

$$+ \sqrt{[a_{cl}(T - t_y)]^2 - 2a_{cl}L_{y-c}}, \quad (2)$$

където L_{y-c} е разстоянието между стоплинията и УПС, m.

При ниски и средни стойности на интензивността на движението, най-често V_a е по-висока от V_y (фиг.2, линия 2) и транспортното средство следва да намали скоростта до указаната от УПС. Тъй като това намаление на скоростта не става моментално, а плавно с по-малко закъснение a_{cl} (служебно закъснение около $1 m/s^2$), то транспортното средство ще пристигне по-рано в кръстовището и водачът ще предприеме спиране (фиг.2. линия 3).

Времето на по-ранното пристигане



Фиг. 3 Зависимост на Δt от отклонението на V_a от V_y .

(изпреварване) Δt в кръстовището се определя от израза

$$\Delta t = - \frac{(V_y - V_a)^2}{2a_{cl}V_y}. \quad (3)$$

Резултати за зависимостта на Δt от V_y при две различни скорости на V_a ($V_a=60$ и $70 km/h$ и при $a_{cl}=1 m/s^2$) са дадени на фиг.3. Очевидна е нелинейната зависимост, където времето за ранното пристигане е много голямо при ниските стойности на препоръчаната скорост V_y и спада бързо при по-големите.

От горният анализ следва, че основният проблем е как да се определи тази препоръчителна скорост, така че в конкретните условия (място на поставяне на УПС, скорост на координация V_k , и интензивност на движението и други) "пакетите" от транспортните средства да преминават на зелен сигнал.

За целта моделът за изчисляване на препоръчителни скорости, разработен първоначално в Австралия [2,3] е доразвит, като се прави по-детайлно представяне на реалния процес на движението на транспортните средства след УПС при условията, които позволяват движение с по-високи скорости.

Модификацията на оригиналния модел се отнася за случаите, когато $V_a > V_y$ и водачът плавно изменя скоростта на движение от V_a до V_y и със закъснение a_{cl} . Това изменение е за време $(V_y - V_a) / a_{cl}$ и транспортното средство изминава разстоянието $(V_a - V_y)^2 / 2a_{cl}$. Останалото време $T - t_y - (V_y - V_a) / a_{cl}$ се движи с постоянна скорост (близка до V_k) и изминава разстоянието $[T - t_y - (V_y - V_a) / a_{cl}]V_y$. Ако зеленият сигнал не се появи до този момент, водачът предприема спиране и изминава разстояние $V_y^2 / 2a_{cl}$ преди да стигне стоплинията и да спре.

Така преобразувания модел добива вида

$$L_y - (V_a - V_y)^2 / 2a_{cл} + V_y [T - t_y + (V_a - V_y) / a_{cл}] - V_y^2 / 2a_{cп} \leq L_c \quad (4)$$

След решаване на (4) относно скоростта се получава

$$V_y \leq \left\{ \begin{array}{l} -(T - t_y + V_a / a_{cл}) + \\ \left[(T - t_y + V_a / a_{cл})^2 + \right]^{0.5} \\ + \left[2A(L_{y-c} + V_a^2 / 2a_{cл}) \right] \end{array} \right\} / A$$

където $L_{y-c} = L_c - L_y$, а $A = a_{cп} a_{cл} / (a_{cп} + a_{cл})$.

Този модел включва допълнително два параметъра свързани с V_a и $a_{cл}$, което го прави по сложен за проверка в реални условия.

Сравнително изследване на двата модела за скорости $V_y > 45$ km/h при $V_a = 60$ km/h и $L_{y-c} = 300$ m, разликата в моментите на пристигане в кръстовището е около 1s. При по-големи скорости V_a (около 70 km/h), тази разлика става чувствителна и е в границите на 8s, което е съществено за поддържането на непрекъснато движение на "пакетите" от транспортни средства при координирано управление на движението, т.е. запазване на неговия положителен ефект при ниски и средни стойности на интензивността на движението.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маринов, М. Д., *Координирано управление тип "зелена вълна" с отчитане на безопасността на движението*. Русенски Университет "А. Кънчев", Научни трудове, том 37, серия 4, Русе, 1999, 52-56с.
- [2] Doughty B., Trayford R., *A basic algorithm for dynamic advisory speed signs to reduce stops, travel time and fuel consumption*. Traffic Engineering and Control, vol. 25 (4) April, 1984, 186-188p.
- [3] Gipps P., Trayford R., Doughty B., *A multi-link algorithm for dynamic advisory speed signs for peak and reverse flows*. Traffic Engineering and Control, vol. 26 (9), September, 1985, 416-420p.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПОВИШАВАНЕ БЕЗОПАСНОСТТА НА ДВИЖЕНИЕ НА КРЪСТОВИЩЕ СЪС СВЕТОФАРИ С ПОМОЩТА НА УКАЗАТЕЛНО ТАБЛО С НАДПИС “СПИРАЙ”

М. Маринов¹ Ж. Гелков²

Русенски университет “А. Кънчев”, 7017 Русе, ул. Студентска 8

Анотация: В тази работа се разглежда една възможност за подобряване на безопасността на движение на кръстовище със светофари с помощта на указателно табло с надпис “Спирай”. Дадена е методика за избор на местоположението на указателния знак и техническо решение за отчитане на фактичестката скорост на движение на транспортните средства при използване на микропроцесорен контролер.

Ключови думи: безопасност на движението, транспортни средства, светофари, указателно табло.

Кръстовищата обикновено не заемат повече от 4% от площта на пътно-уличната мрежа в градовете, но около 40÷50% от произшествията стават именно на тях. По-голямата част от произшествията (60÷75%) на кръстовища със светофари стават в моментите на смяна на фазите (сигналите от разрешителен на забранителен). Тази смяна на сигналите поражда проблеми, когато водачът се намира на такова разстояние пред кръстовището, че е затруднен да вземе решение да спре или да продължи до освобождаване на

кръстовището т.е. когато той се намира в т.н. ”дилемна зона”.

Съществуват различни пътища за решаване на този проблем:

1. Възможно е да се увеличи продължителността на жълтия сигнал, с което се увеличават задръжките и намаляване пропускателната способност на кръстовището. Освен това такова увеличение влошава и безопасността на движението, тъй като водачите, като се убедят в по-голямата продължителност на жълтия сигнал, се възползват от нея и продължават движението си.

Следователно продължителността на

¹Митко Маринов, гл. ас. д-р, инж. в катедра “Транспорт” при Русенски университет “А. Кънчев”, 7017 Русе, ул. Студентска 8, E-mail: mdmarinov@ecs.ru.acad.bg

²Живко Гелков, гл. ас. инж. в катедра “Транспорт” при Русенски университет “А. Кънчев”, 7017 Русе, ул. Студентска 8, E-mail: jgelkov@ecs.ru.acad.bg

жълтите сигнали не трябва да бъде по-голяма от оптималната.

2. Поставяне на допълнителни цифрови индикатори за оставащата продължителност на зеления сигнал. Подобрява се увереността у водачите при избора на режима на движение и се използва напълно пропускателната способност на кръстовището. Като недостатък се сочи допълнителното усложняване на техническите средства и осигуряване на добро възприемане при различните условия за наблюдение на цифровите индикатори, иначе се предизвиква допълнително натоварване на зрителните органи, нервно пренапрежение и умора и съответно до грешки.

3. В края на зеления сигнал се появява зелен мигащ сигнал с продължителност от 2 до 4 s, което също предизвиква несигурност в поведението на водача и следователно съществен положителен резултат не се постига.

4. Използване на специален указателен знак с надпис "Спирай" ("Prepare to stop"), който се поставя на определено разстояние в подхода на кръстовището и се включва 1÷2 s преди края на зеления сигнал [2].

Препоръката "спирай" помага на водача своевременно да предприеме мерки за намаляване на скоростта и спиране без пренапрежение, което води до осигуряване на безопасност на движението в зоната на кръстовището. Основния проблем при използване на такъв знак е изборът на разстоянието на неговото поставяне в подхода на кръстовището спрямо стоплинията и разбира се влиянието на скоростта на отделните транспортни средства, като последната влияе съществено върху положителния ефект върху безопасността на движението.

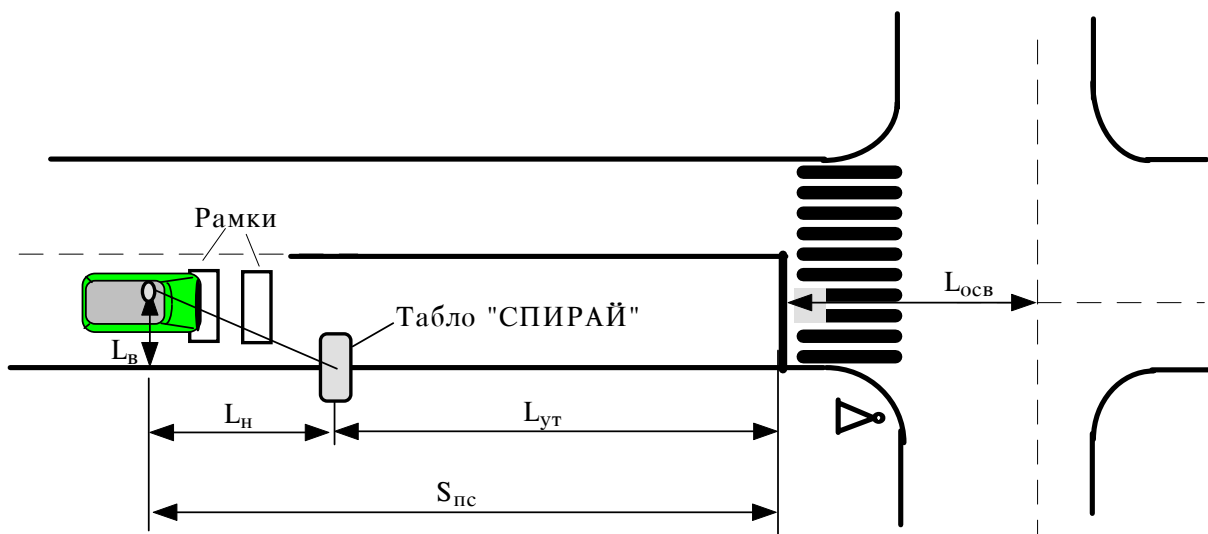
В настоящата работа се дава методика за определяне мястото на поставяне на указателно табло с надпис "Спирай" (фиг.1) и техническо решение (фиг. 2) за отчитане на скоростта на движение в подхода при определяне на момента на включване на препоръката "спирай".

От една страна, разстоянието $L_{\text{зн}}$ на поставяне на указателното табло, трябва да осигури на движещото се транспортно средство със скорост V в допустимите граници от момента на възприемане на сигнала "Спирай" до пълното спиране пред стоплинията $S_{\text{пс}}$

$$S_{\text{пс}} = V t_{\text{об}} + S_{\text{сп}}, \quad (1)$$

където $t_{\text{об}}$ е общото време до началото на активно спиране и се определя от сбора

$$t_{\text{об}} = t_p + t_{\text{пп}} + 0,5 t_y. \quad (2)$$



Фиг. 1. Схема на разполагане на указателното табло с надпис "Спирай".

където t_p е времето за реакция на водача при конкретните условия;

$t_{пр}$ - времето за задействане на спирачния привод;

t_y - времето за увеличаване на спирачното закъснение [1].

$S_{сп} = V^2/2a_{сп}$ - спирачният път в реални условия за движение, където $a_{сп}$ е спирачното закъснение, m/s^2 , изчислено по формулата

$$a_{сп} = \varphi g/k_e, \quad (3)$$

където φ е коефициентът на сцепление между гумите и пътя;

g - земното ускорение, m/s^2 ;

k_e - коефициентът на ефективност на спирането [1].

След заместване в израза (1) се получава

$$S_{пс} = Vt_{об} + (V^2/2a_{сп}). \quad (4)$$

От друга страна, това разстояние $S_{пс}$, следва да позволява, ако водачът е видял в последния момент сигнала "Спирай" без да променя скоростта на движение, да успее да пресече безопасно кръстовището за времето на жълтия сигнал. В този случай, пътят изминат от автомобила за времето на жълтия сигнал $t_ж$ и времето за изминаване на разстоянието $S_{пс}$ ($S_{пс}/V$) е равен на разстоянието за освобождаване $L_{осв}$ и това за пълното спиране $S_{пс}$.

Връзката на тези разстояния и времена със скоростта се представя с израза

$$V = \frac{S_{пс} + L_{осв}}{(S_{пс}/V) + t_ж}. \quad (5)$$

След преобразуване на израз (5), се определя разчетната скорост на подхода в кръстовището

$$V = L_{осв}/t_ж. \quad (6)$$

Получената скорост от израза (6) се счита за критична, тъй като тя е минималната от скоростите на движение, при които транспортното средство може да премине през кръстовището без спиране за времето $t_ж + (S_{пс}/V)$ и максималната от скоростите, при които транспортното

средство може да спре пред стоплинията.

Разстоянието на наблюдение на знака L_n се определя от правоъгълния триъгълник образуван от перпендикуляра спуснат от мястото на водача към надлъжната линия на поставяне на указателното табло (успоредна на пътя) и $L_n = L_b/\sqrt{3}$. Разстоянието на наблюдение L_n е функция разстоянието L_b , т.е. на броя ленти за движение.

Следователно разстоянието на поставяне на указателното табло с надпис "Спирай" спрямо стоплинията се определя като

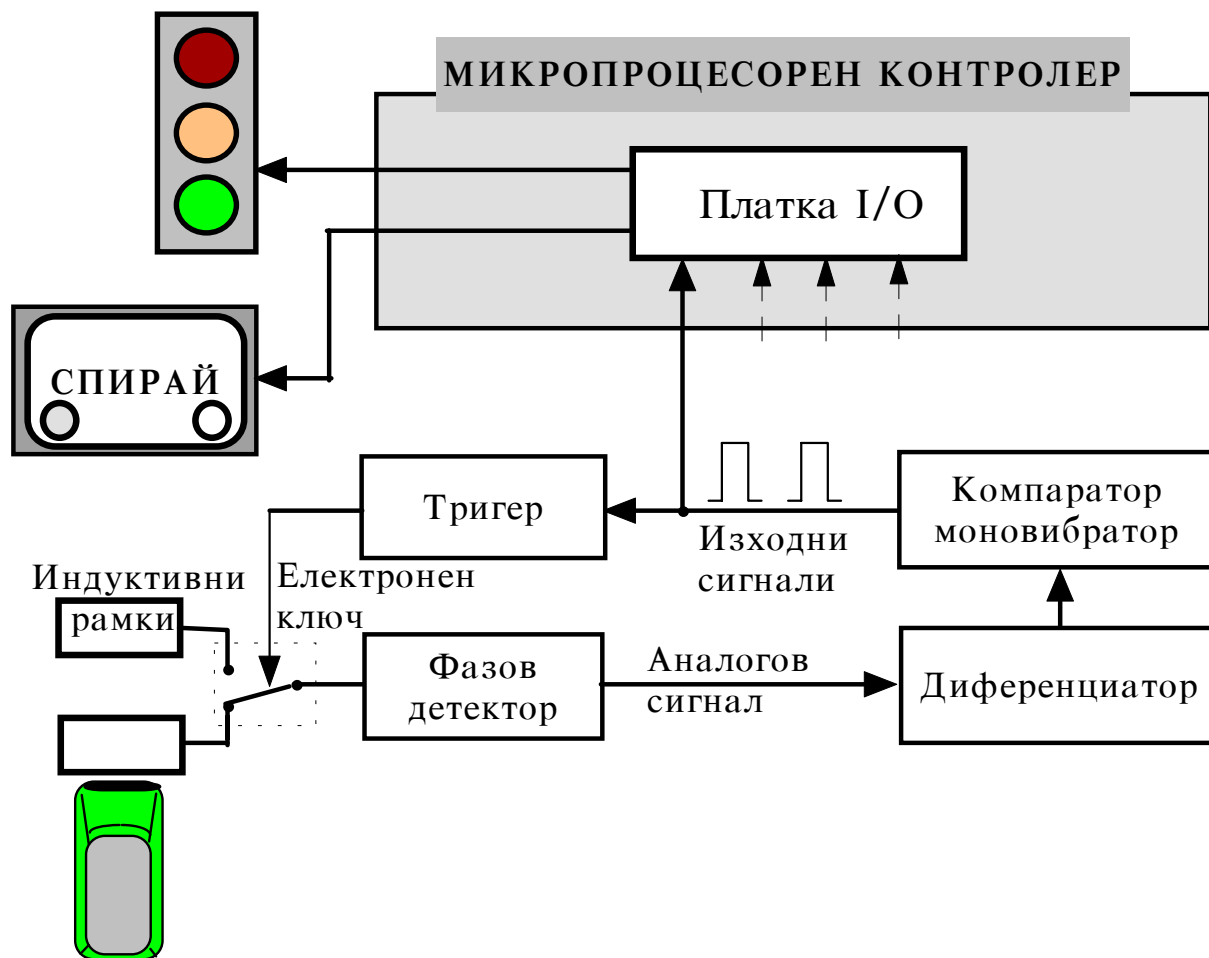
$$L_{зн} = S_{пс} - L_n = Vt_{об} + (V^2/2a_{сп}) - (L_b/\sqrt{3}). \quad (7)$$

С така получения израз при дадена скорост на движение в подхода и брой ленти за движение може да бъде определено мястото на указателното табло, при условие, че сигнала "Спирай" се включва за време $t_{об}$ (практически около $1,0 \div 2,0$ s) преди края на зеления сигнал.

Недостатък на тази методика за определяне на мястото на указателното табло е, че скоростта V се приема постоянна величина за даден подход на кръстовището, което практически е рядко явление.

Този недостатък може да се избегне при използване на микропроцесорен контролер за управление на движението на кръстовище със светофари.

Принципът на работа на указателното табло се пояснява с блоковата схема, показана на фиг. 2. За определяне на скоростта на движение на всяко транспортното средство, приближаващо кръстовището със светофари, се използват една или две индуктивни рамки включени към електронния блок на транспортния детектор [3]. Получените сигнали постъпват в микропроцесорния блок, където се определя фактичката скорост на движение на преминаващото транспортно средство и като се отчете разстоянието на поставяне на указателното табло, се определя времето



Фиг. 2. Блокова схема на работа на указателния знак "Спирай".

за включване на сигнала "Спирай" преди края на зеления сигнал.

Резултатите от изследване на модел на управление на указателно табло с надпис "Спирай" с помощта на симулационния модел "EzVIPAS" [4] сочат по-добри резултати за варианта с измерване на фактическата скорост на движение на преминаващите транспортни средства.

При движение на транспортните средства със скорости по-високи с 20% от разчетната скорост за избора на L_{zn} , се гарантира в 95% и повече от случаите, те да преминават без спиране през кръстовището, а при движение с по-ниски скорости от разчетната с 10% и повече се осигурява спиране пред стоплинията след включване на сигнала "Спирай" за 99% от случаите.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ангелов А., Д. Петков, *Ръководство за експертно изследване на ПТП*, София., СБА, 1985.
- [2] Bushman R. and Taylor B., *Dynamic Safety Solutions*. Traffic Technology International, UK & International Press, Aug 2000, 72-73p.
- [3] Marinov M. , J. Gelkov, E. Niagu, *Using inductive traffic detectors for speed measurements at an intersection*, VIIIth International Conference "CAR - '2000", Pitesti, 16-17 Nov. 2000, 4p.
- [4] VIGGEN CORPORATION, *EzVIPAS Simulation Package - Version 1.0.*, Pennsylvania Department of Transportation, Harrisburg, 1993.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

БЕЗОПАСНОСТТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА НА НОВОТО ВРЕМЕ

Николай Георгиев, Динчо Динев *

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" No 158
МТиС, Изпълнителна агенция "Железопътна администрация", София,
ул. "Гурко" No 5

АНОТАЦИЯ

Тази статия дискутира проблемите и предизвикателствата, пред които е изправена безопасността на железопътните превози в началото на новия век. Тя представлява гледната точка на жп. специалисти, изключително загрижени за бъдещето на безопасността в условията на реструктуриране на жп. транспорт. Статията не претендира за пълното обхващане и изчерпване на проблемите-не само поради техническите ограничения върху обема на материала, а главно защото въпросите на безопасността изискват много по-широко и задълбочено разглеждане, дискусия, обмяна на опит и мнения.

Ключови думи: железопътен транспорт, безопасност, управление на безопасността.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Една от главните особености на последното десетилетие от изминалия век е бурното развитие на транспортната инфраструктура и усъвършенстването на транспортните технологии. От въпрос на локално държавно ниво, това развитие се превръща в особеност на глобалната политика. Днес говорим не само за отделни пътища, маршрути и линии, а за цели транспортни коридори с различни видове превозни технологии. Дори и за неспециалиста е видно, че в световен мащаб транспортът като цяло е в период на значителен ръст. Това е закономерен резултат от глобализацията на бизнеса, генериращ все по-нарастващи нужди от транспортни услуги.

Като отговор на това железопътният транспорт отдавна вече не е съвкупност от

отделни линии. Високоскоростни железопътни мрежи, характеризиращи се с техническа и технологична хармония (както никога досега) опасват цяла Европа. Все по-често техническите и технологични варианти се предхождат от определението "нови".

Глобализацията също означава, че националният транспортен пазар, включително и железопътният, е отворен за чужди превозвачи и инвеститори, носещи със себе си нови идеи относно организацията и управлението. Конкуренцията нараства и "вълната на промяната" обхваща реструктуриращите се железопътни администрации и компании. Отговорът е реорганизация и нова структура на политиката, като бизнес лозунгът "Мисли глобално, действай локално" най-добре обобщава и характеризира рецептата за

*гл. ас инж. Николай Георгиев, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул "Г. Милев", No 158
инж. Динчо Динев, МТиС, Изпълнителна агенция "Железопътна администрация",
София, ул. "Гурко", No 5

оцеляване и ново конкурентоспособно управление.

На фона на всичко това няма да бъде честно, ако не признаем, че новото време и характерните за него нови граници на техническите, технологични и инфраструктурни решения, представляват сериозно предизвикателство към безопасността на транспортния процес. С тези нови граници идва и новата необходимост за продължаване и развитие на процеса за осигуряване на безопасност в този бурно развиващ се свят. Днес нито една, уважаваща името и продукцията си, компания не организира производство, затваряйки очи пред въпроса *"Колко безопасно работим ние?"*. Нима това не се отнася и за железопътния транспорт, услугите на когото ползва цялото общество?

2. СЪСТОЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА

В духа на традициите и убедителното начало нека започнем с преглед на състоянието на безопасността и тенденциите в изменението ѝ. Вземайки предвид факта, че общественят наблюдател е най-чувствителен към пострадалите (убити и ранени) при транспортни произшествия пътници особен интерес представляват данните [1] за страните членки на Европейския съюз (EU)-табл. 1.

вид транспорт	смъртни случаи на 10^8 пкм	смъртни случаи на 10^8 ч. часа
автобусен	0.08	2
лек. автом.	0.8	30
велосипеди	6.3	90
мотоциклети	16	500
железопътен	0.04	2
воден	0.33	10.5
въздушен	0.08	36.5

Табл.1. Състояние на безопасността в страните на EU за 1998 г.

Цитираният статистически материал потвърждава добре известния факт, че железопътният транспорт е най-безопасният вид, както относно техническата безопасност на отделния индивид (безопасност на работното място), така и по отношение на изискванията на обществото за осигурена

безопасност при ползване на транспортни услуги. Не може да не отчетем общия вид на предложените данни, но независимо от това картината има ясно изразен (относно железопътния транспорт) положителен оттенък. Закономерно е да бъде зададен добре известния въпрос: *"Къде сме ние ?"*. У нас за същата 1998 година имаме 0.02 убити пътника при железопътни произшествия на реализирана транспортна продукция от 10^8 пътничокилометра. За автобусния транспорт стойността е 0.09, т.е. на лице е съотношение 1:4,5 между нивата на безопасност на двата вида транспорт (в полза на железопътния транспорт и подобно съотношение за EU). За 2000 год. стойностите са съответно 0.055 за железопътния и 0.058 за автомобилния пътнически транспорт, което ясно говори за наличие на тенденция към намаляване на разликата. Това би могло да се обясни главно с повишения обем на извършената от автомобилния транспорт работа за сметка на железопътния, при относително запазено ниво на абсолютните показатели на безопасността. Но дали цитираните данни и използвани методи са достатъчно актуални и надеждни, и съответно колко представителни са те за анализ на състоянието на безопасността в железопътния транспорт у нас. Нашият опит и контактите ни със специалисти (у нас и в чужбина) от експлоатацията позволяват да направим следните най-общии изводи:

-Имайки предвид моментното техническо, технологично и финансово състояние на железопътния транспорт, и на база статистическия материал можем да кажем, че безопасността е на задоволително ниво. В същото време трябва да се признае, че това ниво е реализирано при нисък обем на извършената работа, ниски скорости на движение, технологично несъвършенство и т.н. Не може да се подмине въпросът за това как биха се развили събитията в посока осигуряване на безопасност при нарастване обема на превозите, на което железопътният транспорт ще трябва да отговори с остарялата си и ненадеждна техническа съоръженост: железен път и пътни съоръжения, подвижен състав, осигурителна техника и др.;

-Системата за набиране, обработка и анализ на статистическите данни за допуснати произшествия изисква сериозно усъвършенстване в съответствие с изискването на новото време за бързи и адекватни управленчески решения;

-Относно проблема за осигуряване на безопасност, железопътният транспорт не бива да се разглежда като затворена система. Така важни въпроси като: произшествия на прелези, нарушители и животни по железния път, безопасност на работното място, вандализъм, агресия към железопътните кадри, вредите към околната среда и екологията и др. задължително трябва да намират място при анализа и управлението на безопасността, така както се прави в страните с развит железопътен транспорт.

3.НОВ ПОДХОД КЪМ ПРОБЛЕМИТЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА

В световен мащаб последните две десетилетия бележат ново отношение към въпросите на безопасността. След двата предишни подхода, еднозначно насочени или към техническите средства или към човека, днес доминираща грижа е организацията и управлението. Сега от първостепенна важност е въпросът: *"Какво трябва да се прави, за да може техниката и човекът наистина да работят така, че всички рискове (за тях, обществото и околната среда) да са под контрол ?"* Отговорът се крие в ключовата дума *"управление"*. Управлението е всичко относно планирането и контрола, то е ориентирано към бъдещето, разкрива отрицателно влияещите фактори и елиминира (или намалява) въздействието им. Посредством управлението безопасността престава да бъде *"нещо което е било или е"*, тя се превръща в това, *"което трябва да бъде"*.

3.1.ОТ МОМЕНТНА КЪМ ПОСТОЯННАТА ГРИЖА ЗА БЕЗОПАСНОСТТА

Една основна и принципна грешка, допускана при анализа на техническите и технологични решения, е схващането, че може еднозначно и инертно да се постигне задоволителен безопасен процес, не изискващ допълнително (по-нататъшно) внимание. След това действията могат да се насочат към постигането на други цели (най-вече икономически, например: реализиране на по-високи приходи). Експлоатационният и изследователски опит показват, че това е подход, който има своите граници и сляпото

му следване може да генерира характерни проблеми. Като пример може да бъде посочено широкомащабното навлизане в експлоатацията на автоматизираните системи. Те стават все по-сложни, но и по-непредсказуеми в аварийни ситуации. Налице е тенденция източникът на опасност да се измества от процеса на експлоатация към процеса на проектиране, разработване и подържане на техническите средства. Тази динамика трябва да бъде постоянна грижа на управлението на безопасността.

За много системи (отговорни относно осигуряването на безопасност), във функционирането на които съществена роля играе човекът, често се употребява изречение: *"Ако човекът-оператор не може да бъде елиминиран, то поне бъде превърнат в робот, работейки по точно определени правила и стандарти"*. Счита се, че наличието на правила и стандарти, както и стриктното им спазване е напълно достатъчно за осигуряването на безопасност, като последната ни най-малко не изисква мисловна и творческа дейност от експлоатационния персонал, т.е. необходими са единствено добри практически знания, опит, умения и навици, и всичко това свързано с желязна дисциплина относно нормативните документи. Тук е мястото да се цитира неофициалното мнение (от проведени разговори) на експлоатационни работници и обучаеми (усвояващи тази материя) относно действащите в момента нормативните документи в железопътния транспорт:

-Около 80% считат, че нормативните документи и правилата в тях са твърде много, около 12% ги намират за твърде малко, а 8% нямат претенции в това отношение;

-От 75-80% считат, че в нормативните документи се допускат противоречиви изисквания и норми, и то най-вече свързани с организацията на движението;

-Около 70% считат нормативната уредба за сложна и трудна за усвояване;

-Около 80% считат, че работата не би могла да се извърши на време, ако стриктно се спазват нормативните документи.

Признавайки още веднъж неофициалния характер на цитираните мнения, трябва да се каже, че изложеното по-горе не е тенденциозна критика или лишено от загриженост злословие. Точно обратното, ролята на нормативните документи (стандарти, правилници, инструкции и др.) за

осигуряване безопасност на транспортния процес е доказана и не бива да се подценява. Но и не бива до се отминава факта, че новото време поставя условия за повече предсказуемост и гъвкавост на нормативните документи, както при разработването им, така и като съдържание.

3.2. БЕЗОПАСНОСТТА ТРЯБВА ДА Е ОЧЕВИДНА

За да може безопасността да се управлява, трябва да са налице показатели, които да отразяват състоянието и тенденциите в изменението ѝ. Цитираните в точка втора показатели не дават ясна и изчерпателна картина в този смисъл. Показателите следва да разкриват истинската същност на *"проблема безопасност"*, давайки възможно най-пълна представа не само за *"крайния резултат"*, но и за първопричината за този нежелан резултат (убити, ранени, щети и т.н.). Поради ограниченията, свързани с обема на статията, ще се спрем само на следните основни моменти:

-Показателите характеризиращи безопасността трябва да са възможно най-изчерпателни и да осигуряват прозрачност на въпросите и проблемите;

-Показателите трябва да са *"достъпни и разбираеми"* за хората, които ще анализират и оценяват безопасността;

-Трябва да се има предвид доколко показателите ще са *"манипулируеми"*, защото определени изисквания (а относно безопасността те са високи) винаги водят до стремеж към заобикалянето им. Този момент ще е от особена важност в условията на бъдещата конкуренция между отделните превозвачи, защото изискванията за безопасност ще са в основата на лицензирането им и обективността тук ще е от голямо значение.

3.3. ДА СЕ УПРАВЛЯВА БЕЗОПАСНОСТТА ОЗНАЧАВА ДА СЕ ЗНАЕ И ДА СЕ МОЖЕ

Написаното до тук дава основание още веднъж да признаем, че относно безопасността железопътният транспорт е изправен пред сериозни предизвикателства. Ключовите думи тук са: системно мислене,

постоянна грижа за безопасността, интегрирана система за мениджмънт на безопасността, показатели и методи за оценка и сравняване на риска, контрол и ред други. Нещата не бива да се асоциират единствено с набирането на статистически материал, обработката и анализа му, нещо което се върши донякъде задоволително и в момента. Новото време се изразява чрез своето основно предизвикателство-разбиването на държавния монопол върху железопътните превози, постепенното навлизане на частните превозвачи и всички произтичащи от това особености. Заедно с това ще се появят новите проблеми: кой да получи лиценз в зависимост от това дали изпълнява изискванията за безопасност (а и какви ще са тези изисквания), как ще се оценява превозвача и съответно сравнява с конкуренцията, как ще се осъществява контрола и ред други важни въпроси, още повече, че някои превозвачи може и да нямат съответния железничарски опит и ще изискват адекватна консултация. Нима всички тези предизвикателства могат да бъдат посрещнати без съответните знания и опит? Тези, а и ред други, въпроси ще получат своите адекватни отговори след влизането в сила на новия закон за железопътния транспорт от 01.01.2002 год., както и на издадената на това основание подзаконова нормативна уредба-наредби, инструкции и др., които ще действат с еднаква сила и значимост, както за железопътната инфраструктура, така и за отделните превозвачи.

4. ПРИВАТИЗАЦИЯТА И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВОТА ПРЕД БЕЗОПАСНОСТТА

4.1. ИКОНОМИЧЕСКИТЕ ПРИОРИТЕТИ И БЕЗОПАСНОСТТА

Една от възможните опасности за безопасността след разграждането на държавния монопол върху железопътните превози е недостига или неправилното разпределение на средствата за подържането и подобряването ѝ. Нормално е да се очаква отделните превозвачи да са настроени към отделяне на финансовите си приоритети и цели от безопасността. Световната практика показва, че този феномен е почти неизбежен и следва системата оторизирана да упражнява

контрол да бъде особено загрижена, и от близо да следи развитието на политиката на превозвачите и инфраструктурата.

4.2. СТАТИСТИЧЕСКА ИНФОРМАЦИЯ

От жизнена важност за мениджмънта на безопасността е установяването на постоянно наблюдение и контрол върху информацията за допускани нарушения и произшествия. В бъдеще ще е налице тенденцията отделните превозвачи да не представят пълна картина на аварийността (просто защото това би повлияло отрицателно на имиджа им). Това, разбира се, не бива да се допуска, като е задължително изграждането на стройна и надеждна информационна система. Всеки превозвач (съответно железопътната инфраструктурата) трябва да предоставя пълна информация за това какво се случва с безопасността. Тези данни трябва да се публикуват, не само с цел прозрачност и публичност на процесите, но и за да могат отделните превозвачи да следят, както собственото си състояние (сравнявайки се с конкуренцията), така и условията, които им предлага железопътната инфраструктура по отношение на безопасността.

4.3. УПРАВЛЕНИЕ НА ВЗАИМНИТЕ ВРЪЗКИ, ЗАВИСИМОСТИ И СПОРНИ ВЪПРОСИ

Вероятно това ще е основния проблем на започващите промени и реструктурирането на железопътния транспорт. Връзки, контакти и отношения между отделните служби, отдели и предприятия в железопътния транспорт винаги е имало. Но с появата на новите превозвачи те ще се усложнят, а не е тайна, че отговорностите по отношение осигуряването на безопасност винаги са пораждали конфликти (в по-голяма или по-малка степен).

4.4. КОНКУРЕНЦИЯТА

Животът показва, че по принцип конкуренцията спомага за реализирането на по-добри резултати, но главно там, където поставените цели са преди всичко

икономически. Относно безопасността нещата не стоят съвсем по този начин. Може да бъде посочен не един пример (UK, Holland), когато в първия момент на приватизацията и реструктурирането нивото на безопасността значително спада. Причини много, но очевидно липсата на стройна (предварително разработена) организация, ясна стратегия и нормално функционираща система за мениджмънт на безопасността са основните в това отношение.

5. ОСНОВНИ НАПРАВЛЕНИЯ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА

Управлението на безопасността е сложен процес, който може да се извършва на различни нива и да се отнася за: отделния превозвач, железопътната инфраструктура или контролно-изпълнителната агенция. Всяко ниво се характеризира с определени черти, но по принцип основните направления са следните-(фиг.1):

- контрол за състоянието на безопасността;
- анализ и оценка на безопасността;
- оценка на необходимостта от мерки за поддържане и подобряване на безопасността (в това число и съответните инвестиции);
- повишаване компетентността на кадрите.



Фиг.1

Контролът за състоянието на безопасността включва така важни въпроси като:

- Дефиниране и оценка на опасностите за транспортния процес;
- Политика и стратегия за осигуряване на безопасност;
- Поведение на железопътната система (подсистемата) относно изискванията за безопасност;
- Система за ревизия и контрол и др.

Анализът и оценката на безопасността включва следните най-важни моменти:

-Разработване на методи и показатели за анализ на опасностите;

-Оценка на моментното ниво на безопасността;

-Оценка на последиците от евентуално възникнало произшествие от даден вид и т.н.

Мерките за подържане или повишаване нивото на безопасността се определят в зависимост от моментното ѝ състояние. Те могат да бъдат различни по характер и съдържание, като се избира най-целесъобразния вариант (по предварително разработена методология) в зависимост от условията, наличните средства (възможности) и др.

Повишаването на компетентността на експлоатационния персонал включва разработването на подходящи програми за повишаване културата и знанията на изпълнителските и ръководни кадри относно философията на безопасността, елементите, целите и задачите на управлението ѝ, периодична проверка на знанията и уменията, както и ред други важни въпроси.

6.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложеният до тук материал дава основание да бъдат направени следните основни изводи:

1.Неоспорим факт е, че в световен мащаб железопътният транспорт е в стадий на значителни технически и технологични промени. Никой не би се ангажирал със срокове, но това предстои (рано или късно) да се случи и с железопътния транспорт у нас. Несъмнено това ще представлява сериозно изпитание и предизвикателство пред организацията и управлението, в това число и на безопасността;

2.Общественото доверие и вниманието на медиите ще бъдат сериозно предизвикателство, не само за постигане на качествено управление на безопасността, но и за способността му открито да комуникира с обществото. Рискът за живота на хората, и по-специално към тези, за които не е предвиден "персонален" контрол става все по-малко приемлив. Да се премълчава риска, с надеждата да не се настройва обществото, вече не е правилният избор. Най-правилният и жизнеспособен вариант е свободната и откровена дискусия относно възможните рискове, но преди всичко за начините и методите за тяхното управление;

3.Вече беше изтъкнато основното предизвикателство на новото време-нуждата от промяна в схващането и философията на безопасността. Ролята на правилата и нормите като приета догма трябва да се промени, за да може системното мислене да надделее и да се наложи.

4.Тъй като ролята на безопасността (и управлението ѝ) ще става все по-очевидна и решаваща в управлението и организацията на транспортните процеси, важен въпрос е нейното ревизиране и контрол. Това изисква разработването на съответните стандарти и изисквания, един не елементарен за решаване проблем.

Литература

- [1]. UIC. 1998. European Community Railways. Employee accident summary tables.
- [2]. Maidment D. Privatization and division into competing units as a challenge for safety management. Hale&Baram. Safety management: The challenge of change. Pergamon. 1998.
- [3]. Savage I. Railroad safety and public policy. Journal of the transportation research forum, Vol 38(1):56-53, 1999.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЛОАТАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Димитър Стойков *

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" No 158

АНОТАЦИЯ

Настоящият доклад има за цел да запознае аудиторията с възможностите на ВТУ “Тодор Каблешков”, респективно катедра “Технология, организация и управление на транспорта” за провеждане на обучение по проблемите на техническата експлоатация и безопасността на железопътния транспорт.

Ключови думи: железопътна инфраструктура, техническа експлоатация, безопасност, железопътен транспорт, Закон за железопътния транспорт, професионална подготовка, надеждност, железопътни съоръжения, сертификат за безопасност, лицензии за извършване на железопътни превози.

Една от основните задачи на организацията и управлението на превозните процеси е ефективното използване на железопътната инфраструктура, при съблюдаване на нормативните правила и изисквания по техническата експлоатация и безопасността, в съответствие със структурните промени извършвани в железопътния транспорт и от гледна точка на новите стратегически насоки за развитие на Европейската железопътна транспортна система.

Условията и реда за изграждане, поддържане, развитие и експлоатация на железопътната инфраструктура, както и основните правила за безопасност при движение на влаковете и маневрените състави са определени с новоприетия Закон за железопътния транспорт /Дв. Бр. 97 от 20.11.2000 г./ и произтичащите от него подзаконови нормативни документи. По смисъла на този закон управлението и координацията на дейностите по техническа експлоатация и безопасност на железопътния

транспорт се осъществява от Министерство на транспорта и съобщенията чрез изпълнителната агенция “Железопътна администрация”. Непосредственото управление на железопътната инфраструктура се реализира от Национална компания “Железопътна инфраструктура”. Развитието, ремонта, поддържането и техническата експлоатация на железопътните съоръжения и устройства, както и управлението на влаковата работа при спазване на нормативните изисквания за безопасност, надеждност и сигурност са основни дейности в работата на Националната компания. В оперативен порядък, експлоатацията на железопътната инфраструктура се извършва от лицензирани железопътни превозвачи, които притежават сертификат за безопасност. Основната им стопанска дейност е предоставяне на железопътни транспортни услуги за превоз на пътници и товари във вътрешно и международно съобщение. С такъв статут, като еднолично търговско дружество е

*гл. ас инж. Димитър Стойков, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул "Г. Милев", No 158

предвидено да се ползва Национална компания Български държавни железници. Съгласно Закона за железопътния транспорт, всеки превозвач следва да разработи вътрешни правила за функциониране на превозната дейност с отчитане на нормативните изисквания за техническа експлоатация и безопасност, а ръководния и изпълнителски персонал да притежава необходимата професионална подготовка, знания и умения придобити чрез обучение.

В този смисъл, ВТУ “Тодор Каблешков”, респективно катедра “Технология, организация и управление на транспорта” съвместно с фондация “Отворено общество”, организира провеждането на курсове за следдипломно обучение с инженерно-технически персонал по тематика свързана със Закона за железопътния транспорт и произтичащите от него нормативни документи в областта на техническата експлоатация и безопасността в железопътния транспорт. За целта е разработена учебна програма от два основни модула със следното съдържание:

В модула “Безопасност на движението” участниците в курса следва да се запознаят с основните принципи на безопасността на движението при прилагането на съвременни технологии, организация и управление на техническата експлоатация в железопътния транспорт. Натрупаният експлоатационен опит показва, че проблема за обезпечаване на висока надеждност и безопасност на железопътното движение става все по актуален и с по-високи изисквания за практическа реализация. Той се отнася към най-сериозните комплексни проблеми на съвременността, обхващайки определени интереси на обществото зависещ от голям брой различни по вид и влияние фактори, по-голяма част от които имат случаен характер и трудно подлежат на прогнозиране. Ето защо, от съществено значение за подобряване на качеството и ефективността в реализацията на превозните процеси е изучаването и прилагането в практиката на подходящи методики и математически модели за изследване и анализ на причините и факторите за възникване на железопътни произшествия и определяне на показателите за оценка на безопасността на движението. Принципно подходи за решаване на проблема и вземане на съответни управленчески решения са предвидени за разглеждане в курса на обучение.

Модулът “Нормативи за осигуряване безопасността на движението” има за цел да запознае обучаемите с новите постановки в Закона за железопътния транспорт и произтичащите от него поднормативни документи в областта на техническата експлоатация на безопасността на железопътното движение. В този смисъл е предвидено участниците в курса да придобият знания по структурата и съдържанието на правилниците и наредбите регламентиращи основните правила и изисквания за:

- категоризация и техническа експлоатация на железопътните линии включени в Републиканската железопътна инфраструктура;

- проектиране, приемане и въвеждане в експлоатация на железопътни съоръжения и устройства;

- безопасност в организацията и управлението на влаковото движение и маневрената работа;

- превоз на опасни и специфични товари,, комбинирани превози и др. по железопътен транспорт;

- експлоатация и безопасност на устройствата и системите за сигнализация, централизация, блокировка и съобщителни средства;

- издаване на сартификат за безопасност и лиценция за извършване на железопътни превози на пътници и товари;

- основни насоки за подобряване качеството на ефективността в работата свързана с безопасността на движението.

Продължителността на един курс за обучение е 10 /десет/ дни с хорариум от 60 академични часа. С оглед постигане на максимална ефективност при усвояване на учебния материал, следва отделните курсове да се провеждат с участие от 10 души. Общия брой на курсовете им се определя в оперативни порядки съобразно структурните и персонални промени извършвани в железопътния транспорт.

В заключение следва да се отбележи, че организираното и задълбочено изучаване на настоящата проблематика, в достатъчна степен ще отговори на съвременните нормативни изисквания за професионална подготовка на персонала в областта на техническата експлоатация и безопасността в железопътния транспорт.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МРЕЖОВ ИНФОРМАЦИОНЕН МОДЕЛ И СИСТЕМА ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА УЧЕБНО-НАУЧНАТА И УПРАВЛЕНСКА ДЕЙНОСТ НА ВТУ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ”

Димитър Димитров, Петьо Пискулев, Златин Трендафилов

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев N 158, София,
България, E-mail: dimitar@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Докладът е посветен на изграждащата се Информационна система за подпомагане на учебно-научната и управленска дейност на ВТУ “Тодор Каблешков”. Използвания подход се базира на прилагането на съвременния WEB-ориентиран инструментариум.

Ключови думи: информационен, модел, система, управление, интернет, база данни

ВЪВЕДЕНИЕ

Широкото използване на съвременния WEB-ориентиран инструментариум като крайно средство за визуализация и представяне на информацията в нашето ежедневие се характеризира най-общо по следния начин:

- осъществяване на мрежова реализация за моделиране и управление на широк спектър от задачи свързани с взимането на управленски решения;
- интеграция със световната информационна система;
- вграждане на средства за обработка на данни и визуализация на резултатите необходими на субекта вземащ решение;
- мулти-потребителска работа със средства осигуряващи нива на сигурност и приоритет за достъп до данните;
- информационен и рекламен характер за потребителите Internet;

- универсален и лесен за работа интерфейс, за входната и изходна информация.

Използването на тези способности в институция като ВТУ “Тодор Каблешков” е важен процес, който е свързан с качеството за управление и контрол на осъществяваните дейности.

Характеристиките на процесите осъществявани са основно в две направления:

- организиране, провеждане и контрол на учебния и научен процес;
- организиране, провеждане и контрол на стопанската дейност, свързана с управление и подобряване на материалната база.

В недалечното минало съществуваше подобна система, която по редица обективни и субективни причини не функционира сега. Същата имаше централизиран характер и предполагаше екип от компютърни специалисти, които я обслужваха.

Димитър Димитров, гл.ас.д-р инж., катедра “ТОУТ”, ВТУ “Тодор Каблешков”
Петьо Пискулев, гл.ас.инж., катедра “ЛВ”, ВТУ “Тодор Каблешков”
Златин Трендафилов, ас.инж., катедра “ТОУТ”, ВТУ “Тодор Каблешков”

Проведените реформи, касаещи структурата на училището внася допълнителна неопределеност и трудност за възстановяване тази система. Към днешния момент развитието на съвременната компютърната техника се акцентира към персонализацията и широкото и използване. Тези факти показват че е наложително да бъде разработена нова такава система.

ОСНОВНА ЦЕЛ НА РАБОТАТА

Основната цел на настоящата работа е да се обобщи, анализира и възобнови системата за подпомагане на учебната, научна и управленска дейности на ВТУ “Тодор Каблешков”. В тази връзка да се реализира интегриран мрежов вариант на тази система, като до максимална степен се използва наличната информация в електронен и друг вид.

АНАЛИЗ НА ДЕЙНОСТИТЕ И ПРОЦЕСИТЕ

Основните дейности провеждани могат да се класифицират в следните направления:

- Учебния процес по своето същество има сложна и високо интелектуална същност съобразена с предварително изготвени и утвърдени учебни планове, учебни програми, както лекционен и приложен материал. Изготвянето на тези планове, програми и материали е в правомощие и дейност на преподавателите и помощния персонал в отделните катедри. Други характеристики на учебния процес са изготвянето на график и разписание на учебния процес, използването на залите лабораториите, както и аудиторна заетост и отчитане работата на преподавателите.
- Публикуването и разпространението на резултатите от провежданата научна дейност е важен процес свързан с техническото оформление и обмен на информация. Като пример за това може да се посочи електронния обмен на информация между така наречените групи по интереси. Съвременните средства позволяват лесен и естествен обмен на информация. Широко разпространено напоследък е работата по проекти (локални и международни), които съвременните информационни технологии правят лесно осъществими.

- Организирането на така наречената стопанска дейност и управление на материалната база е дейност която по своето същество се явява спомагателна към дейностите по учебната и научната работа. Качественото управление и развитие рефлектира пряко върху останалите дейности и се явява необходимата основа за тяхната реализация. Приложната същност на тази дейност се явява конкретно в случая като мерки и дейности по нейното планиране реализиране и контрол.

Утвърдена практика е всички тези материали, документи и други да се изготвят с широко разпространените и популярни инструменти като WORD и EXCEL и други офис приложения.

Като основни недостатъци може да се посочат липсата на единна интегрираност и понижена мобилност на информационната осигуреност между отделните структурни звена и тяхната взаимна комуникация.

ЕТАПИ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕ НА ИНФОРМАЦИОННИЯ МОДЕЛ

Създаването на мрежовия информационен модел се осъществи в следните етапи и направления:

- Систематизация, набиране и съгласуване на обща информация за дейностите на отделните звена и ресурси на училището;
- Реализиране и подготовка на материал визуализиращ дейностите на отделните структурни звена;
- Събиране, обработка и публикуване на информацията касаеща воденето на учебния процес (учебни планове, учебни програми и др.);
- Събиране, обработка и публикуване на информация касаеща работа по проекти и извършваната научна дейност;
- Събиране, обработка и публикуване на информация свързана административното управление (нормативна база, протоколи от заседания на факултетните, академичния съвет и др.);
- Актуализация на информационната системата при постъпване на нови данни за отделните процеси и структурни звена.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Реализацията на досега описаната система е постигната с така наречения WEB-базиран

инструментариум. Приложно е разработена и публикувана Internet страница включваща следните раздели и секции:

- **ВТУ** – включваща обща информация за институцията и горещи връзки към актуалните събития;
- **ПРИЕМ** – включваща информация по кандидатстудентския прием в училището. Тук е интегриран и модул на системата за класиране на приетите кандидати показване на класирането и друга текуща информация;
- **СТУДЕНТИ** – включваща информация касаеща учебния процес, учебни планове и програми, график за учебния процес, календар и информация за мероприятията касаещи студентския живот и др.;
- **СТРУКТУРА** – включваща описание на характеристиките на отделните управленски и изпълнителски звена в училището, както и интерактивна връзка за контакти с тях;
- **РЕСУРСИ** – включваща описание на наличните ресурси на материалната база и потенциала и интерактивна връзка със специалистите и техническото обслужване на отделните съоръжения, системи и други;
- **ПРОЕКТИ** – включваща описание и информация по вътрешни и международни водени проекти, както и интерактивна връзка с участниците в тези проекти. Тук се публикува също и информация за резултати от научни изследвания, научни форуми, конференции и сесии др.;
- **ИНТЕРНЕТ** – в тази секция са предвидени и заложени гама от инструменти автоматизиращи търсенето и извеждането на справки от наличната база данни. Типичен инструмент е търсенето по ключови думи. Специално внимание е отделено и на разположението на информационна база от данни и документи касаещи вътрешното управление на училището. Тук са включени в пълен обем материалите от работата на отделните звена (протоколи на академичния съвет, факултетни съвети, колеж и др.). В пълен обем са представени и други материали, касаещи учебния процес, учебни планове, учебни програми и други предоставени в електронен вид материали. Съществено е да се спомене, че материалите от тази секция се предоставят от системата след

легитимация на ниво потребител и парола.

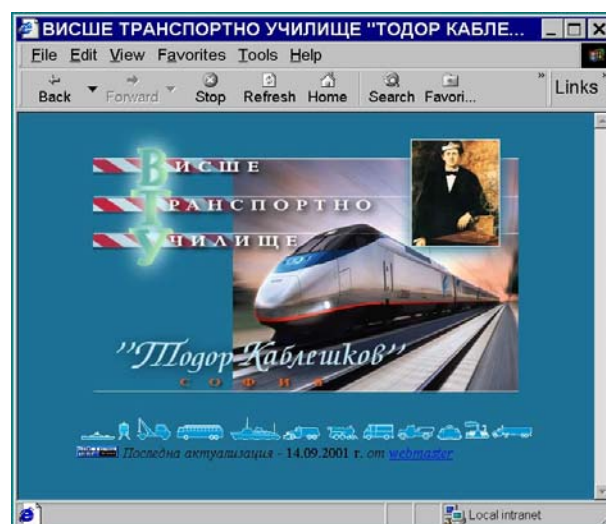
Практическата реализация е със средствата на HTML, Java, Java Script, My SQL и др.. Разработеният интерфейс има обектно-ориентирана и интерактивно-диалогова същност. Инсталацията на системата е направена на Apache Web Server и операционна система Slackware Linux.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

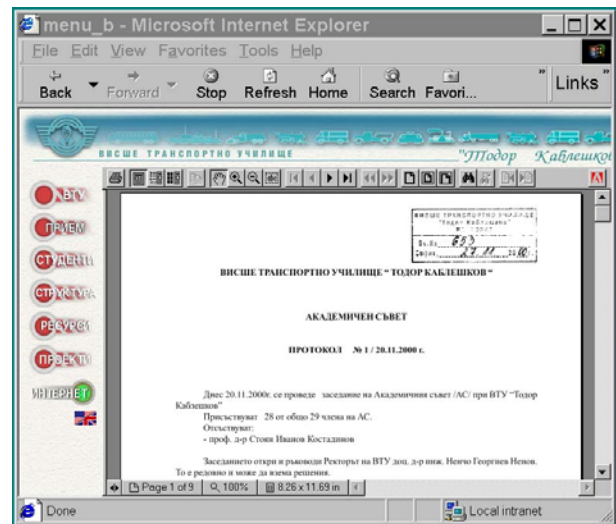
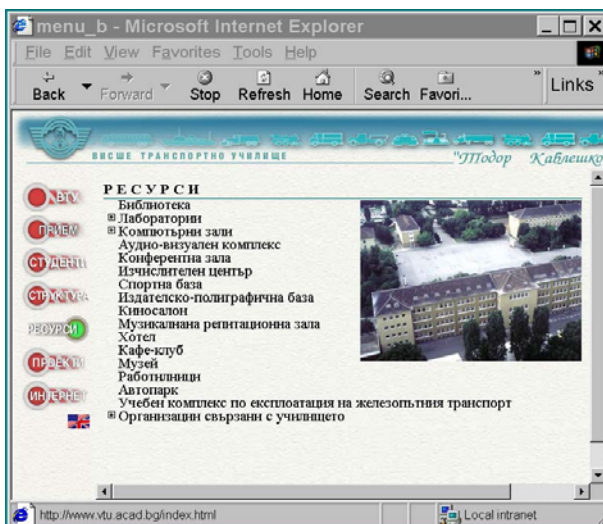
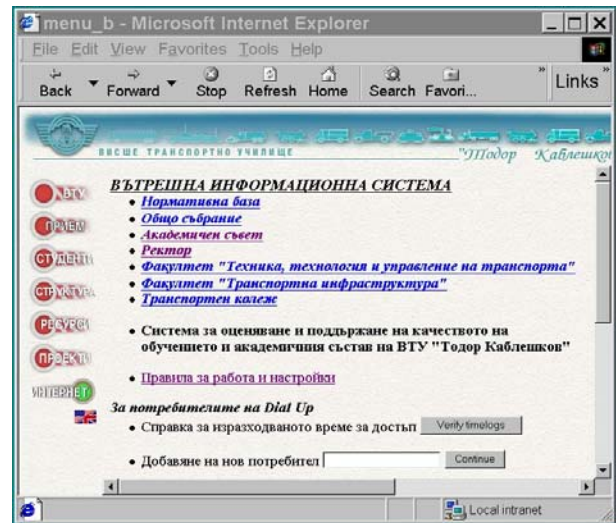
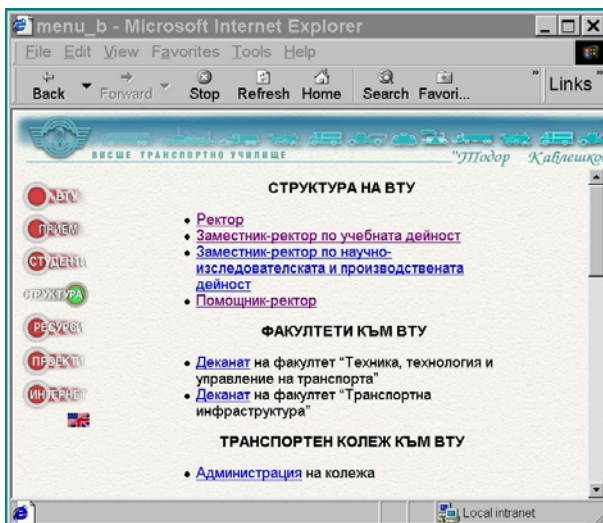
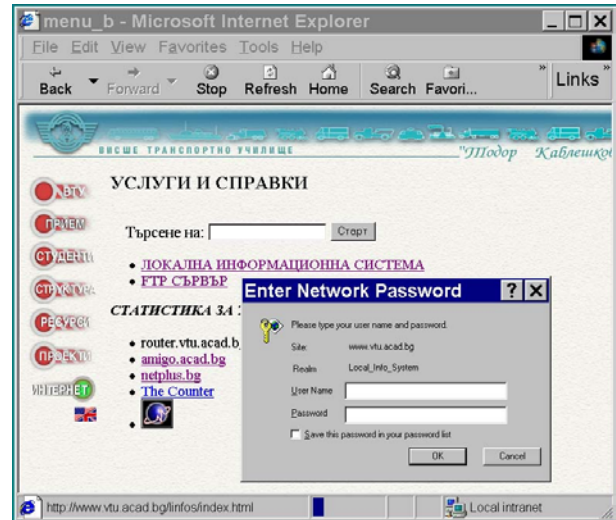
Настоящата работа е разработена на базата на вътрешен проект и има широка практическа реализация. До известна степен е използван опита на предишно действащата система, както и такива системи реализирани в останалите висши училища в страната и чужбина. Информационната система има отворен вид за надграждане и модернизация.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Уелс Н., Linux Web Server Toolkit, Алекс-Софт, 1999
- [2] РНР 4 Библия, Алекс-Софт 2000
- [3] Овърленд Б., Дейвис Х., Тайните за създаване на WEB страници - част 1 и 2, Алекс-Софт 2000
- [4] Смит Д., Негрино Т., JavaScript, ИнфоДАР 2000



ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ





“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПРИЛАГАНЕ НА ЕВРОПЕЙСКАТА ПОЛИТИКА ЗА РАЗВИТИЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ. (КУРС ЗА ОБУЧЕНИЕ НА ТРАНСПОРТНИ КАДРИ)

Кирил Карагъзов
Тодор Размов

ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” N 158, гр. София, България

Анотация

Програмата за обучение предвижда нов поглед върху експлоатационната дейност в железниците от гледна точка на новите стратегически насоки за развитие на Европейската железопътна транспортна система. Либерализацията на железопътния транспортен пазар налагат необходимостта от адаптиране на транспортните кадри към новите пазарни предизвикателства.

Ключови думи: Транспорт, Железопътен транспорт, Транспортни технологии, Моделиране, Прогнозиране, Технологично проектиране, Логистика, Спедиция, Маркетинг в транспорта, Мениджмънт в транспорта.

Основен методически подход

Основния методически подход при разработването на учебната документация за настоящия курс за обучение на транспортни кадри е даден на фиг. 1.

Първо се определят причините, целта и насочеността - целевата аудиторията към която е насочен курса. На тази база се определя тематиката.

Следващите параметри са свързани с продължителността на курса, броя на обучаемите и някои технически особености.

Следва определянето на изискванията

към качеството при поднасянето на учебния материал и определянето на вида на документа, който ще се издава след завършването на курса.

Като последна стъпка се предвижда определянето на преподавателския състав, който ще осъществи изнасянето на предвидения в тематиката лекционен материал. Подбора на подходящия състав ще гарантира постигане на заложеното качество на обучението и реализацията на поставените цели при практическото осъществяване на курса.

Кирил Карагъзов, доцент, доктор, ВТУ “Тодор Каблешков”, гр. София

Тодор Размов, главен асистент, магистър, ВТУ “Тодор Каблешков”, гр. София



Причини за разработване на курса.

Програмата за обучение по този курс предвижда нов поглед върху експлоатационната дейност в железниците от гледна точка на новите стратегически насоки за развитие на Европейската железопътна транспортна система и свързаните с това структурни промени извършвани в НК "БДЖ". Работата на железниците в пазарни условия и либерализацията на железопътния транспортен пазар налагат необходимостта от по – сериозно съобразяване със:

- съвременните методи за прогнозиране и управление на транспортните потоци и трафика;
- мястото на железопътния транспорт в логистичните вериги на клиентите и фирмите потребители на транспортни услуги;
- отчитането на възможностите за прилагане на нови маркетингови концепции в сферата на железопътния транспорт.

Постигането на по-голяма

конкурентоспособност на железопътния транспорт налага съобразяване с пазарните условия. Това предполага прилагането на нови методи в технологията, организацията и управлението на влаковата и гаровата работа, базирани на съвременните достижения в областта на моделирането и методите за оптимизация. Нараства и ролята на технологичното проектиране на транспортните схеми.

Всички тези въпроси са застъпени балансирано и са систематизирани в настоящия курс.

От друга страна настоящата разработка е предназначена да подпомогне реализацията на договора за целево финансиране на проект на юридическо лице N 65 от 03.04.2001 год. сключен между Фондация "Отворено общество" и ВТУ "Тодор Каблешков".

Цел

Основната цел е запознаване на аудиторията, съставена предимно от транспортни работници с предстоящите промени в сферата на железопътния

транспорт, причините за това и как това ще се отрази в сферите на технологията, организацията и управлението на железопътния транспорт.

Либерализацията на железопътния транспорт налага пазарните отношения в област, която до този момент е била силно регулирана и е властвал държавен монопол. Налагането на тези нови пазарни принципи предполагат прилагането на нови технологични решения, промени в организацията и управлението на влаковата и гаровата работа, базирани на съвременните достижения в областта на моделирането и методите за оптимизация. Променят се и изискванията спрямо транспортните работници от всички нива – управленски и изпълнителски.

Акцентираща се също така върху значението на прогнозирането, търговската дейност, маркетинга, логистиката и съвременния мениджмънт, за пазарното поведение на икономическите субекти опериращи в сферата на железопътния транспортен пазар.

Предполага се, че след завършването на курса, участниците ще се ориентират по – лесно във възникващите в практиката проблеми свързани с реструктурирането на железниците в контекста на либерализацията на европейския железопътен транспортен пазар. Адекватните действия и поведение на всеки участник в тези процеси е изключително важно.

Насоченост

Курсът за обучение по горната тематика е насочен към инженерно-техническия и икономически персонал зает в бизнес дейностите по товарните и пътническите превози и аналитичните звена на мениджмънта в железопътния транспорт.

Тематика

Учебния план и учебната програма са разработени на модулен принцип. Основните модули са шест, като всеки от модулите третира влиянието на европейската политика за развитието на

железопътния транспорт върху определена важна област от технологията, организацията и управлението на железопътния транспорт.

Основните модули и съответния хорариум от часове са дадени по-надолу в таблицата:

<p>Модул 1. Структура на НК "БДЖ" в съответствие с европейските стандарти.</p> <p>Обхват на темите засегнати в модула:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 <i>Стратегически насоки за развитието на Европейската транспортна система;</i> 📖 <i>Законова рамка и философия на промените в железопътния транспорт.</i> 📖 <i>Същност на структурните промени в железопътния транспорт.</i> <p>Продължителност - 6 часа.</p>
<p>Модул 2. Прогнозиране на товарните и пътническите превози.</p> <p>Обхват на темите засегнати в модула:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 <i>Прогнозиране и основни прогнозни модели в железопътния транспорт.</i> 📖 <i>Приложение на корелационния и регресионен анализ в прогнозирането на превозите.</i> 📖 <i>Приложение на гравитационни и ентропийни модели в прогнозирането на превозите.</i> 📖 <i>Практическа реализация на прогнозните модели в железопътния транспорт. Прогнозни модели и инвестиции.</i> 📖 <i>Модален сплит. Конкуренция и коопериране между транспортните фирми в транспортния пазар.</i> <p>Продължителност - 12 часа</p>
<p>Модул 3. Организация и управление на товарните и пътническите превози в условията на либерализация на железопътния транспорт.</p> <p>Обхват на темите засегнати в модула:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 <i>Основи на технологията, организацията и управлението на товарните превози. Технологични особености и нормиране на железопътния транспорт.</i> 📖 <i>Моделиране и надеждност на превозния процес.</i>

<p>📖 <i>Оптимална организация на вагонопотоците.</i></p> <p>📖 <i>График за движението на влаковете и пропускателна способност.</i></p> <p>✓ <i>Измерения и особености на оперативна работа и диспечерското управление в железопътния транспорт в условията на либерализация и конкуренция.</i></p> <p>✓ <i>Изисквания на пазара към технологията, организацията и управлението на товарните превози. Технологично проектиране.</i></p> <p>Продължителност - 18 часа</p>	<p>✓ <i>Търговско – спедиционни особености при комбинирания транспорт.</i></p> <p>Продължителност - 8 часа</p>
<p>Модул 4. Нови методи в организацията и управлението на влаковата и гаровата работа за товарните и пътнически превози.</p>	<p>Модул 6. Приложение на маркетингови концепции в железопътния транспорт.</p> <p>Продължителност - 6 часа</p>
<p>Обхват на темите засегнати в модула:</p> <p>✓ <i>Организация на маневрената работа в гарите. Нови изисквания и методи.</i></p> <p>✓ <i>Оптимизация и моделиране на гаровите процеси.</i></p> <p>✓ <i>Нови методи в организацията и управлението на влаковата работа за пътническите и товарните превози.</i></p> <p>✓ <i>Логистична инфраструктура и място на железопътния транспорт в нея.</i></p> <p>✓ <i>Логистика, логистични вериги и взаимодействие на различните видове транспорт в условията на конкуренция.</i></p> <p>Продължителност - 10 часа</p>	<p>Обхват на темите засегнати в модула:</p> <p>📖 <i>Стратегическа маркетингова ориентация на НК “БДЖ” в контекста на промените в железопътния транспорт.</i></p> <p>📖 <i>Пазарните прогресивни транспортни технологии и бизнес продукти – гаранция за завоюването на транспортния пазар.</i></p> <p>📖 <i>Съвременни реалности в областта на интермодалния транспорт. Тесни места за преодоляване при неговото развитие.</i></p> <p>Продължителност - 6 часа</p>
<p>Модул 5. Търговско спедиционни направления за реализация на пътническите и товарните превози при комбиниран транспорт.</p>	<p>В първият модул са застъпени и изяснени следните въпроси:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❑ Кои са основните насоки за развитие на европейската транспортна система; ❑ Изяснена е законовата рамка на базата, на която се извършват промените в железопътния транспорт; ❑ Изяснява се и философията на структурните промени в железопътния транспорт и практическите и измерения.
<p>Обхват на темите засегнати в модула:</p> <p>✓ <i>Умелата търговска дейност и тарифна политика, условие за завоюване на позиции на транспортния пазар.</i></p> <p>✓ <i>Транспортната политика на държавата определяща ефективното развитие и оптималното взаимодействие на видовете транспорт.</i></p> <p>✓ <i>Търговско - спедиционни направления при реализация на товарните превози.</i></p>	<p>Правилното и адекватно прогнозиране е важно от гледна точка на оптималното и рационално разпределяне на техническите средства и ресурси (вагонен и локомотивен парк) използвани в железниците и е свързано с приемането на правилни инвестиционни решения. Адекватните и състоятелни прогнозни модели са важни и от маркетингова гледна точка. Те са тясно свързани с конкуренцията и кооперирането в транспортния пазар и определят качеството на взиманите решения в тази сфера.</p> <p>Всичко това се разглежда във втория модул, който е много важен.</p> <p>В третия модул са засегнати въпросите</p>

свързани с основите на технологията, организацията и управлението на превозите, нормирането на железопътния вагонопотоците и разработването и реализацията на графика за движение на влаковете. Във връзка с необходимостта от взимането на оптимални решения при управлението и организацията на превозите се разглежда и тематиката свързана с моделирането и надеждността на превозния процес.

Отразени са и са засегнати изискванията на пазара към технологията, организацията и управлението на превозите и значението и ролята на технологичното проектиране.

В четвъртият модул са застъпени темите свързани с организацията на маневрената работа в гарите в светлината на новите изисквания. Включени са и темите свързани с моделиране и оптимизация на гаровите процеси.

Застъпено е място за разглеждане на важните въпроси свързани с логистиката и логистичната инфраструктура и мястото на железопътния транспорт в логистичните вериги.

Предвидено е разглеждането на взаимодействието на различните видове транспорт в условията на конкуренция, либерализация и пазарни отношения в транспортната система.

Петият модул разглежда особеностите на търговската дейност, тарифната политика и транспортната политика на държавата, като определящи оптималното взаимодействие на видовете транспорт и разпределението на пазарните дялове.

Важно място е отделено и за темите свързани с изясняването на търговско – спедиционните особености при реализацията на комбинирания превоз.

И в последния шести модул са засегнати въпросите и темите свързани със значението на маркетинга в структурните промени в железопътния транспорт и нуждата от търсене и приложение на нови маркетингови концепции. Всичко това е важно за връщането на определени товаропотоци и пътникопотоци към железопътния транспорт от една страна и

транспорт и особеностите на оперативната работа и диспешеско управление,

разработването на нови сегменти от транспортния пазар с участието на железопътния транспорт или с други думи привличането на нови товаропотоци и пътникопотоци от друга страна.

Всичките теми в модулите са балансирани в зависимост от значението на тематиката и обхвата и всеки модул има определен хорариум от часове определен на тази база.

Технически въпроси

Като нагледни материали ще се използват слайдове, презентационни програми и подготвени лекционни материали.

За всички теми, които са свързани с използването на компютърна техника ще се осигури персонално работно място.

Текущият контрол ще е на базата на присъствието и активността на курсистите в процеса на обучението.

Крайните резултати от провеждането на курса ще се оформят след провеждането на тест с продължителност 2 часа извън хорариума от часове.

Необходимо е оптимизирането на техническите характеристики и параметри на курса, като: общ брой учебни дни, брой обучаеми, общ хорариум от часове необходим за качествено провеждане на курса и брой на изданията на курса.

В тази насока са определени следните параметри:

Брой учебни дни – 10, т.е. две учебни седмици;

Подходящо е всеки курс да се състои от 10 обучаеми, за да може рационално и оптимално да се използва компютърната техника и нагледните материали.

Подходящият хорариум от часове за курса е 60 часа лекции.

Изданията на курса трябва да се определят от интереса проявен към него от съответната аудитория.

Особено важна е темата за организационно осигуряване на курса, така че да се балансират интересите и

възможностите на ангажираните преподаватели, курсисти и други заинтересовани и участващи в процеса страни. Тези въпроси ще се решават оперативно, но за целта курса трябва да се планира с продължителност две седмици, като всеки ден ще се провеждат по шест учебни часа. Трябва да се предвиди също така и взаимозаменяемост на лекторите.

Изисквания и сертифициране

Документа сертифициращ успешното завършване на курса е Удостоверение след провеждането на тест с продължителност 2 часа извън хорариума от часове. Получаването на Удостоверение показва, че са изпълнени академичните изисквания и усвоения материал е с необходимото качество.

Лектори

Темите от учебния план са разпределени така, че водещите преподаватели в дадената област поемат основната тежест при разработването на лекционния материал и изнасянето на съответните лекции. Предвидена е и взаимозаменяемост на преподавателите.

Постигнат е баланс в съотношението между хабилитирани и нехабилитирани преподаватели, така, че са изпълнени дори държавните изисквания в това отношение.

Всичко това е гаранция за качество на предлагания курс.

Заклучение

В заключение може да се каже, че провеждането на такъв курс за обучение на транспортни кадри е важен и навременен. Тематиката е изключително актуална. Учебната документация е изцяло разработена, представена, обсъдена и приета на факултетен съвет. Тя се състои от Учебен план, Учебна програма и разпределение на часовете между лекторите. Съобразявайки се с нивото на курсистите е постигнат баланс в съотношението между хабилитираните и нехабилитираните лектори.

Курса би допринесъл за повишаването на квалификацията на работещите в сферата на железопътния транспорт и би изиграл роля за повишаване на тяхната адаптивност към променените условия в транспортния пазар.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗПОЛЗУВАНЕ НА MICROSOFT OFFICE В ОФИС ДЕЙНОСТИТЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ФИРМИ

Кирил Карагъзов
Димитър Димитров

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев N 158, София,
България, E-mail: karagyzov@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Настоящия доклад е посветен на методологичните особености свързани с обучението на специалисти от транспортни фирми с широко разпространения комплект Microsoft Office. Основните цели преследвани при изготвяне на лекционния материал се свеждат до разработване на редица специфични примери и задачи с транспортна и икономическа тематика. Разработените примери и задачи могат да бъдат въградени развивани при решаване на реални практически проблеми, свързани с дейностите и управлението на транспортни фирми.

Ключови думи: оптимизация, система, планиране, управление, транспорт, база данни, Internet

ВЪВЕДЕНИЕ

Проблемите които се решават от специалистите работещи в транспортни фирми са свързани с редица мерки по планиране, прогнозиране и управление на сложни процеси, а именно:

- Прогнозиране и планиране на ресурсите необходими за извършване на превозния процес, съобразно потребността от превози на пътници и товари;
- Съгласуване на действия и мерки в реалния транспортен процес;
- Взимане на управленски решения техническо и технологично развитие и усъвършенстване материалната база и подвижния състав;

- Прогнозиране и управление на паричните ресурси и провеждане на икономическа политика на съответната транспортна фирма;
- Подготовка на презентации за визуализация и представяне на транспортните проблеми и действия, на вътрешно-фирмено и между-фирмено ниво.
- Обмен на информация и публикуване на рекламна и друга показна информация в електронното пространство и др.

Съвременните офис дейности и особено тези извършвани в транспортните фирми са немислими без използването на компютър. От друга страна разработването на специализиран софтуер за всеки частен проблем е също задача, която трудно реализируема и ненужна.

Кирил Карагъзов, доц. д-р инж., катедра “ТОУТ”, ВТУ “Тодор Каблешков”
Димитър Димитров, гл.ас.д-р инж., катедра “ТОУТ”, ВТУ “Тодор Каблешков”

В тази връзка е наложително да се инвестират усилия в обучението на тези транспортни специалисти да използват стандартен пакет от програми и аксесоари, чрез които те сами да намират решения на проблемите си.

Microsoft Office е широко използван и предпочитан пакет приложни програми и се характеризира със следните предимства:

- Пълен и завършен пакет чрез който могат да се решат проблеми от произволно естество;
- Богат асортимент от възможности, свързани както с изчислителни процеси на решавани математически задачи, така и с атрактивен и удобен инструментариум за визуализация на резултати, презентирани, работа с бази данни, работа в Internet и много други способности;
- Универсален и лесен за усвояване интерфейс, който го прави предпочитан за обучение и използване.

Досегашния опит обаче показва че за съжаление не винаги потребителите на пакета на Microsoft Office ползват неговите пълни възможности. Този факт се дължи на редица обективни и субективни причини.

ОСНОВНА ЦЕЛ

Основната цел на настоящата работа е да представят резултатите и насоките свързани с обучението и квалификацията на транспортни специалисти със знаменития комплект приложни програми и аксесоари на Microsoft Office.

МЕТОДИЧНИ ПРОБЛЕМА

Подготовката на методиката за поднасяне на преподавания материал е съобразена със редица специфични проблеми и задачи от ежедневието на инженерно-икономическия персонал занимаващ се с транспортна проблематика. Този материал е систематизиран така че да бъде постигнат максимален ефект на изучаване на пълните възможности на Microsoft Office. Описани са също и начините на създаване на професионално оформени отчети, презентации, финансови модели и мрежови страници. Изложението е изградено на принципа на нарастване на сложността, като е акцентирано на всеки от елементите на Microsoft Office за решаването на

транспортни проблеми. Разработените примери са за следните по важни програми:

- Microsoft Word – програма за текстообработка с богати възможности за предпечатна подготовка и създаване на документация;
- Microsoft Excel – електронна таблица с възможности за поддържане на компактни и ограничени бази от данни, средства за практическа реализация на числени методи, инструменти за финансов анализ, средства за анализ и графично представяне на данни;
- Microsoft PowerPoint – за подготовка на презентации и възможности за аудиторно представяне на идейно, концептуално и приложно ниво;
- Microsoft Access – важен инструмент за организиране на локални бази данни, с вграден език универсален инструмент за работа с бази данни (SQL);
- Microsoft Outlook – e-mail клиент;
- Microsoft FrontPage – за създаване на Internet страници.

Засегнат е също и въпросът за интеграция между тези програми

На тази база са разработени учебен план, учебна програма и материали за провеждане на курс за следдипломна квалификацията на:

-инженерно-технически и икономически персонал, зает в бизнес дейностите по товарните и пътническите превози;

-аналитичните звена на мениджмънта в железопътния транспорт и др.

ПРИЛОЖНА СЪЩНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Разработената учебна документация е съобразена с практическата потребност на обучаемите за придобиване на професионални знания и умения. Детайлно са застъпени следните модули:

- **Общо запознаване с възможности на Microsoft Office.** Приложението на офис пакета в транспорта. Възможности на Microsoft Office за автоматизация на офис дейностите в практиката на транспортните фирми. Запознаване с възможностите и съставните елементи на Microsoft Office и тяхната интеграция в сферите им на приложение за решаването на транспортни проблеми. Запознаване с универсалната система от менюта, бутони и други визуални компоненти за работа с Microsoft Office.

- **Текстообработка с Microsoft Word.** Въвеждане и редактиране на текст. Форматиране на документи. Настройка на стилове и макети. Подреждане на текст в колони и таблици. Проектиране на страници. Използване на макроси.
- **Електронни таблици Microsoft Excel.** Построяване, редактиране и форматиране на работен лист. Структуриране на данните в работни папки. Използване на формули и функции. Създаване на работа с диаграми. Списъци, бази от данни и обобщаващи таблици. Приложение в транспорта. Анализ на икономически данни. Методи за прогнозиране. Използване на стандартните възможности на Excel. Допълнителни модули за Excel. Приложение на What'sBest! for Excel за решаване на управленски и транспортни проблеми. Публикуване във WWW с Excel. Използване на макроси в Excel и модули на вградения инструмент за програмиране Visual Basic.
- **Подготвяне на презентации с Microsoft PowerPoint.** Въвеждане и форматиране на текст. Вмъкване на таблици, графики, картинки, видео и аудио компоненти. Хипертекст и хипервръзки между отделните компоненти на подготвяната презентация. Използване на стандартните шаблони за дизайн и неговото усъвършенстване. Подготовка и публикуване на презентации. Публикуване в Internet. Възпроизвеждане на презентации.
- **Създаване и управление на бази данни с Microsoft Access.** Запознаване с основните концепции на релационните бази от данни. Създаване на таблици и релации. Въвеждане и извеждане на данни чрез Datasheet и чрез формуляри. Извличане на данни чрез заявки. Запознаване с SQL инструментариума за обработка на данни. Подготовка и представяне на отчети. Използване на макроси и Visual Basic за автоматизиране обработката на базата данни. Примерни бази данни отразяващи дейността на транспортните фирми.
- **Интегриране на елементите на Microsoft Office и работа с останалите програми от комплекта.** Споделяне на данни между отделните приложения. Водене на електронна пощенска кореспонденция Microsoft Outlook. Подготовка на рекламни-информационни

страници Microsoft FrontPage, както и възможности за публикуване в Internet мрежата.

- Заключение част свързана специфични проблеми при обучението на транспортни специалисти в светлината на новите информационни технологии, както и перспективи за развитие на тези технологии.

ОБХВАТ НА РАЗГЛЕЖДАНАТА ТРАНСПОРТНАТА ТЕМАТИКА

Обхватът на разглежданата транспортна тематика се свежда в следните насоки:

*Използване на възможностите на офис пакета при създаването на прогнозни модели в транспорта.

- ✓ Приложение на статистически методи за прогнозиране – Solver, Data Analysis и допълнителните модули Add-Ins.
- ✓ Форматиране и управление на бази данни съдържащи статистическа информация за транспортните и икономически процеси. Това е в основата или необходимото условие за създаването на адекватни превозни модели.
- ✓ Анализ на транспортния пазар и определяне на дяловете на различните видове транспорт в него, чрез прилагането на гравитационни и ентропийни модели и реализацията на модален сплит (разделяне на прогнозираните потоци по видове транспорт).
- * Използването на Microsoft Office при изследването и определянето на топологичните особености на транспортната структура, капацитет и възможности.
- ✓ Определяне на най-кратките, най-бързите или оптимални пътища в транспортна мрежа.
- ✓ Определяне на пропускателната, превозна и преработвателна способности на транспортната мрежа или на нейни елементи представляващи обособени технологични обекти.
- ✓ Моделиране на работата на транспортни обекти (гари, логистични центрове, складове и др.).
- * Оптимално разпределение на ресурси в транспортните мрежи.
- ✓ Оптимално разпределение на празните вагонопотоци или друг вид транспортни средства в транспортната мрежа.

- ✓ Оптимално обвързване на влаковете с локомотиви и пътнически и товарни състави.
- ✓ Обвързване на влаковете с локомотивни и влакови бригади.
- ✓ Оптимално разпределение на влаковете или друг вид транспортни средства по успоредни линии (маршрути).
- ✓ Изграждане на оптимални дистрибуционни канали.

*Използването на пакета при реализацията на инвестиционни проекти, бюджетиране, кредитиране и управление на парични потоци.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената и систематизирана учебна тематика позволява интегрирано изучаване на комплекта програми в Microsoft Office. Разработената гама примери и задачи позволява ефективно изучаване на тези програми, тъй като в тях е използвана предимно транспортна проблематика и терминология. Въпреки че основния акцент е прехвърлен по работа с Microsoft Excel и Microsoft Access, поради факта че разглежданата приложна тематика е свързана с аналитична обработка и работа с бази данни, се отделя внимание и на останалите програми с цел да се придобият знания и при оформянето и презентирането на резултатите. Специално внимание се обръща и на

интеграцията на тези програми и работа в Internet.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Качаунов Т.Тр., “Моделиране и надеждност на превозния процес”, издателство на ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1997 год., София.
- [2] Качаунов Т.Тр., Карагъзов К.Ст., Купенов Д.П., Размов Т.К. “Имитационно моделиране на транспортните процеси”, издателство на ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1998 год., София.
- [3] Карагъзов К., Д.Купенов, Ръководство за лабораторни упражнения по теория на транспортните потоци, Учебно пособие за ВВТУ “Т. Каблешков”, 1994 г., София.
- [4] Качаунов Т., Д.Купенов, К.Карагъзов, Т.Размов, Пакет приложни програми по учебните дисциплини “Моделиране и надеждност на превозния процес” и “Теория на транспортните потоци”, Шеста научно-практическа конференция на ВВТУ “Т.Каблешков”, 1993 г., София.
- [5] Microsoft Office 2000 Стъпка по стъпка 8-в-1 СофтПрес, 2000
- [6] Леонард У., Бът Е., Всичко за Microsoft Office 2000, ИнфоДАР 2000
- [7] Роман С., Да напишем Макроси в Excel, ЗеСТ Прес, 2000



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПРИЛОЖЕНИЕ НА WINDOWS БАЗИРАНИ INTERNET ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТА

Димитър Димитров
Златин Трендафилов

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев N 158, София,
България, E-mail: dimitar@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Докладът е посветен на възможностите за използване на Internet технологиите в областта на транспорта и методологичните особености свързани с обучението на специалисти от транспортните фирми за тяхното приложение. При изготвянето на лекционния материал са съобразени възможностите на тези технологии, като са адаптирани и разработени редица примери с транспортна тематика.

Ключови думи: управление, планиране, транспорт, база данни, бизнес решения, обучение, Internet

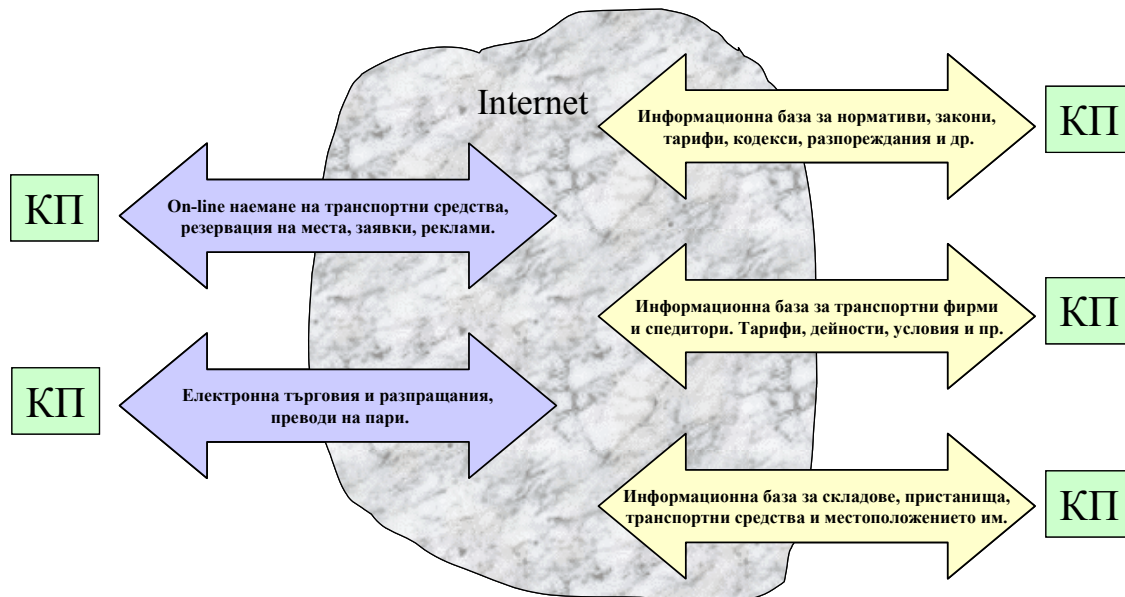
ВЪВЕДЕНИЕ

Все по обяснимо и значимо е използването на Internet в съвременния свят. Една от основните задачи свързана с неговата популяризация и внедряване са необходимостта от постоянното задълбочаване на познанията и преквалификацията на хората, свързани със съвременните технологии и начините за използването им.

Използване на Internet и технологиите в областта на транспорта е значима задача, тъй като структурата и управлението на този отрасъл е много динамична и изисква голямо по обем информационно осигуряване. За нашите условия в настоящия момент могат да се дефинират следните по важни аспекти и приложни проблеми свързани с управлението на транспорта по следния начин (фиг. 1):

- Използването на значителна информационна база свързана с нормативни документи от различни държавни институции в областта на транспорта. Тук влизат като база действащите закони, правилници, кодекси, разпоредби, тарифи и други, както в България, така и в други страни.
- Използване на информация свързана с услуги, дейности, вътрешни правилници, разписания, цени и възможности предлагани от наши и чужди спедиторски и транспортни фирми.
- Възможност за on-line наемане на превозни средства необходими за извършването на качествен и адекватен транспортен процес.
- Определяне на оптимални трасета и маршрути за осъществяване на превозите.

Димитър Димитров, гл.ас.д-р инж., катедра “ТОУТ”, ВТУ “Тодор Каблешков”
Златин Трендафилов, ас.инж., катедра “ТОУТ”, ВТУ “Тодор Каблешков”



КП – Крайни потребители (държавни институции, транспортни фирми, спедитори, физически лица и др.)

Фиг. 1 Структурна схема за приложение на Internet технологиите в транспорта.

- Заявки за превозни документи и резервации на транспортен ресурс.
- Електронната търговия. Internet преводи на пари за превози и плащания на транспортните услуги.
- Информация свързана със състоянието на складове, пристанища, разположение на транспортни средства и др.

ОСНОВНИ НАПРАВЛЕНИЯ ЗА ОБУЧЕНИЕ

При обучението на кадри за транспортния отрасъл, се очертават три основни направления, които са важни и трябва да засегнат като основни теми в образователната програма.

- *Първото направление* е свързано с операционните системи, в чийто среди се реализира Internet достъпа. Различните ОС (Windows и други) и техните възможности, инсталирането и настройки.
- *Второто направление* е свързано с основните Internet технологии. Историческото им развитие и възможности. Способите за установяването на връзката с Internet. Софтуер за установяване на връзка и използвани протоколи. Слоев модел. Практическата работа с web-браузери, особеностите им и необходимите

настройки за /при/ работа в Internet. Електронната поща - видове и възможности на пощенски-клиенти, както и различни виртуалните устройства в Internet с възможности за съхраняване на информация. Важна част от обучението е разглеждането на представяната информация в Internet, средствата за търсене, както и използването и настройването на софтуер за сваляне на информация (download). Работата с FTP – клиенти. Като средства за установяване на контакти и комуникация се разглеждат групите по интереси, Chat, ICQ, NetMeeting и видео конференции, както и работата с тях. Като разновидност на Internet се разглеждат и локалните мрежи, частни виртуални мрежи, отдалеченото управление и споделеното използване на ресурси. Приложение на Telnet.

- *Третото направление* е свързано с възможностите за използване на технологиите за реализиране на бизнес решения. Решенията са насочени към областта на транспорта. Разглеждат се структурата и начините на изграждане на индивидуални и корпоративни сайтове. Технологии и софтуер за изграждане на сайтове. Запознаване с използването на мрежата за създаване на електронен бизнес, транспортни електронни борси, начините за достъп и условията за работа

с тях. Отделно се изучава и “поведението” на потребителите в Internet. Защитата на информацията, предпазването от вируси и др. Внимание се обръща на профилактиката, различните помощни софтуерни пакети – антивирусни, архивиращи, криптиращи, допълнителни помощни програми

МЕТОДИЧНИ АСПЕКТИ НА РАЗГЛЕЖДАНАТА ПРОБЛЕМАТИКА

Като цяло насочеността на подобно обучение е към инженерно-техническия и икономическия персонал зает в бизнес дейностите на товарните и пътнически превози и аналитичните звена на мениджмънта в транспорта. Предвидено в обучението да се прилагат съвременни средства за обучение – презентационни програми, слайдове, модулна система с тестова система на оценка. Част от обучението да се провежда с компютърна техника с реална работа в средата на Internet.

ОБХВАТ НА РАЗГЛЕЖДАНАТА ТЕМАТИКА

Обхватът на разглежданата тематика включва следните насоки:

- Общи сведения за развитието на Internet мрежата. Видове мрежи и развитието на отворена системна архитектура. Класификация на използвания хардуер при изграждането на мрежите (сървъри, клиенти, и др.). Видове връзки между отделните мрежи и комуникации. Операционни системи. Windows – инсталиране и особености. Възможности на Windows средата. Практическа работа със приложенията на Windows
- TCP/IP модел и основни протоколи. Мрежово ниво. Internet ниво. Транспортно ниво. Приложно ниво. Запознаване с основните протоколи: Address Resolution Protocol (ARP); Internet Protocol (IP), Transmission Control Protocol (TCP); Universal Datagram Protocol (UDP).
- IP адреси. Присъединяване на IP адреси. Същност и класове на IP адресите. Работа с подмрежови маски и процес на маршрутизиране. Локални мрежови адреси. Бъдещо развитие на IP адресите.

- Преобразуване на IP адреси и логически имена. Hostname преобразуване. Домейн базирано именно пространство. Роли в DNS системата и именни сървъри (първичен, вторичен, главен). NetBIOS именно преобразуване. Процеси и транзакции в NetBIOS мрежи. Бъдещето на именното преобразуване - Dynamic DNS.
- Портали и маршрутни протоколи. Основи на маршрутизирането. Маршрутни протоколи.
- Приложения за отдалечено управление. Telnet и свързване UNIX сървъри. Допълнителни TCP/IP услуги във Windows NT. Средства за отдалечен достъп (PCAnywhere, RemoteExplorer)
- Протоколи за файлов трансфер. File Transfer Protocol (FTP). Команди за манипулация в среда на FTP протокола. Работа и настройка с FTP клиенти (CuteFTP, FTP Explorer). Работа с Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Методи за изпълнение на HTTP заявки. HTTP защита. Търсене във WEB-пространството. Работа с други протоколи: Remote Copy Protocol (RCP), Gopher. Използване на търсачки в Internet – Yahoo, Goggle, HotBot и др., информационни бази, библиотеки и други. Метатърсачки (Copernic, WebFerret).
- Инструменти за сваляне на информацията (download – GetRight, NetAnts) и способности за обмен на файлове чрез Internet(gNutella).
- Електронна поща и протоколи – Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), Post Office Protocol (POP3), Internet Mail Access Protocol (IMAP). Пощенски сървъри. Работа и настройка на клиенти за поща.
- Инструменти за осъществяване на on-line комуникация и услуги. Групи по интереси. Работа с програми за Chat, ICQ, NetMeeting, Video Conference и други on-line услуги.
- Използване на Internet технологиите за реализиране на бизнес решения и решения на проблеми с транспортна насоченост. Уточняване на необходимата информация, възможности и средство за нейното намиране.
- Технология и инструменти за изграждане на рекламно-информационни сайтове за индивидуални и корпоративни нужди. Технология на изграждане и ползване на

инструменти за електронен бизнес, работа с електронни борси. Използването на удостоверителни услуги – PKI (Public Key Infrastructure) в митници, банки и пр.

- Защита на информацията в Internet. Инструментариум за криптиране (кодиране) на информацията. Работа със защитни стени (Firewall) и други средства за сигурност. Антивирусна профилактика. Архивиращи програми. Средства за съхранение на информацията, работа със CD-R и CD-RW устройства.

СПЕЦИФИЧНИ ПРОБЛЕМИ С ТРАНСПОРТНА НАСОЧЕНОСТ

Разработени са редица примерни схеми за реализиране на специфични проблеми решавани от транспортните специалисти чрез инструментариума в Internet средата:

- ✓ Реализиране на прогнозни модели в транспорта чрез търсене и систематизиране на информация за транспортни и икономически процеси.
- ✓ Дефиниране, изграждане и ползване на електронен модел за представяне на топологичната структура на транспортните системи.
- ✓ Дефиниране, изграждане и ползване на информационен модел за електронна търговия, резервация и ползване на транспортните услуги.
- ✓ Дефиниране, изграждане и ползване на информационен модел за оптимално разпределение и натоварване на транспортните ресурси. Изграждане на on-line електронни центрове за логистическа подкрепа и анализ на

транспортните процеси, транспортния пазар и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената учебна тематика позволява интегрирано изучаване както на концептуалната същност на Internet средата, така и на голям спектър от инструменти за работа в тази среда. Разработените примери имат насоченост към решаване на транспортни проблеми, което прави материала по-пригоден към представянето му към аудитория от специалисти работещи в транспорта. Специално внимание се обръща на концептуалната същност и разработването на Internet инструментариум и изграждането на Internet бази данни целящи интеграцията на транспортните процеси към общия процес на развитие на икономиката и други.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Остин Б., Internet. Пълно ръководство за работа, ИК ИнфоДар, София, 2000
- [2] Шуору Е., Уебономика. Девет основни принципа за успех в Internet, ИК Пергамент, София, 2001
- [3] Скамбрей Дж., МакКлър С., Къртс Дж., Защита от хакерски атаки. Тайните и техники на мрежовата сугурност, ИК Софт Прес”, София, 2001
- [4] Харли Х., Световен Internet указател 2001, ИК Софт Прес, София 2001



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СПЕДИТОРЪТ НАЙ-ДОБРИЯ ИЗБОР В ГЛОБАЛНАТА ЛОГИСТИКА

Симеон Ананиев

ВТУ “Тодор Каблешков”, София, България, saexpert@hotmail.com

Настоящата разработка е предназначена да подпомогне реализацията на Договора за целево финансиране на проект на юридическо лице N 65 от 03.04.2001 год. сключен между Фондация “Отворено общество” и ВТУ “Тодор Каблешков”.

Курсът за обучение по горната тематика е насочен към инженерно-техническия и икономически персонал зает в бизнес дейностите по реализацията на товарните превози в спедиторските и транспортните фирми. Особено полезен би могъл да бъде също така за служителите от аналитичните звена на мениджмънта в транспортните фирми.

Ключови думи: *спедитор, Конвенция ТИР, Инфостар; Бизнес навигатор; Микроинвест и Тонегат; Navizion R-Financials.*

Програмата за обучение по този курс предвижда нов поглед върху мястото на спедитора в транспорта и цялостната производствена дейност и реализация на стоки, в условията на глобализация.

Работата на транспортно-спедиторските фирми в условия на либерализация и глобализация на транспортния пазар изискват получаване на квалифицирани професионални умения и специализирани знания, в следните основни направления.

- приоритети на мениджмънта при определяне изисквания за избор на екип, офис оборудване, схеми на комуникации и информационно обслужване,
- управление и финанси на съвременната фирма;
- използване на специализирани програмни продукти, интегрирани

фирмени ,информационни системи I информационни технологии и работа в Интернет;

- мястото на спедитора в логистичните вериги на клиентите и фирмите потребители на транспортни услуги;
- прогнозиране, технологично проектиране и управление на транспортните потоци, схеми и логистични вериги.
- отчитането на възможностите за прилагане на нови маркетингови концепции в сферата на транспортната логистика и спедиция;

Конкурентноспособността на спедитора налага съобразяване с пазарните условия. Това предполага прилагането на нови методи в технологията, организацията и управлението, базирани на съвременните достижения в областта на моделирането и методите за оптимизация.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Всички тези въпроси са застъпени балансирано и са систематизирани в настоящия курс. Разгледани са и свързаните с провеждането на курса техническите въпроси, като:

- Начина на поднасяне на лекционния материал;
- Използуваните нагледни материали;
- Осъществяването на текущия контрол;
- Оформяне на крайните резултати от провеждането на курса.

Обсъдени са и въпросите свързани с оптимизирането на техническите характеристики и параметри на курса, като: общ брой учебни дни, брой обучаеми, общ хорариум от часове необходим за качествено провеждане на курса и брой на изданията на курса.

Засегната е темата за организационно осигуряване на курса, така че да се балансират интересите и възможностите на ангажираните преподаватели, курсисти и други заинтересовани и участващи в процеса страни.

В курса въпросите са застъпени балансирано и систематизирани съобразно постигането на хорариум от 60 часа. Като нагледни материали ще се използват слайдове, презентационни програми и подготвени лекционни материали.

Крайните резултати от провеждането на курса се оформят след провеждането на тест с продължителност 2 часа извън хорариума от часове. Техническите данни за курса са дадени в следната таблицата.

СЪДЪРЖАНИЕ НА КУРСА

ТЕМА 1. Спедитора в условията на либерализация и глобализация. - 4 часа

1.1. Уводна лекция - Стратегически насоки за развитието на световната транспортна система

1.2. Съсловни организации и структури на спедиторите- български, регионални и международни.

ТЕМА 2. Прогнозиране и управление на товарните превози в условията на либерализация и глобализация. - 10 часа

2.1. Прогнозирането на превозите.

Оптимизиране параметрите и броя на транспортните средства

2.2. Конкуренция и коопериране в транспортна система. Технологично проектиране.

2.3. Изисквания на пазара към технология, организация и управление на товарните превози.

2.4. Оптимална организация на товаропотоците. График за движение и пропускателна способност

2.5. Практическа реализация на прогнозните модели в транспорта и спедицията. Прогнозни модели и инвестиции.

ТЕМА 3. Нови методи в организацията и управлението спедиторската фирма-18 часа

3.1. Спедиторски фирми. Изисквания за съдебна регистрация, седалище и предмет на дейност. Данъчна и Булстат регистрация

3.2. Спедиторски фирми. Офис оборудване и комуникации Организация на работа в централен и периферни офиси.

3.3. Технология, организацията и управление на спедиторската дейност. Технологични особености и нормиране.

3.4. Търговско – спедиционни направления при реализация на товарните превози. Нови методи на организация и управление.

3.5. Логистична инфраструктура в транспорта място на спедитора в нея. Логистични вериги и взаимодействие на различни видове транспорт.

3.6. Обзор на двустранните и многостранни спогодби в транспорта за товарни превози, с автомобилен и комбиниран транспорт. Разрешителни режими. Документи.

3.7. Счетоводство на спедиторски и транспортни фирми. Изисквания, документи и технология на работа.

3.8. Финансова и данъчна стратегия и политика.

Нормативна база и практическо приложение.

3.9. Основни регламенти за международните товарни превози: морски, речен, железопътен и автомобилен

ТЕМА 4. Комуникации и информационни

системи–избор, работа и използване–16 часа

4.1. Организация и структура на информационна управленчески системи. Системи за връзка и контрол в спедиторския офис Техническо и програмно осигуряване.

4.2. Съвременни средства за комуникация и информационни технологии. ИНТЕРНЕТ. Принципи на работа и използване

4.3. Сайтове на НСИ и търсачки в Български сайтове. Проучвания за фирми клиенти и спедитори. Проверки за Булстат, Данъчна регистрации, Задължения и др.

4.4. Съвременни форми на финансиране на транспортни и спедиторски фирми. Лизинг и лизингови договори.

4.5. Застрахователен пазар и видове застраховки. Карго и други транспортно спедиторски застраховки.

4.6. Системни организатори. Инфостар интегрирана фирмена информационна система.

4.7. Бизнес навигатор. Финансово счетоводна и складова програма. Функционални счетоводни и управленчески модели . Микроинвест и Тонегат; Navizion R-Financials.

4.8. Търговско правни консултации от спедитора.

ТЕМА 5. Приложение на маркетингови концепции в спедицията– 10 часа

5.1. Стратегическа маркетингова ориентация на спедитора. Маркетингови концепции и модели

5.2. Фактори определящи успешна спедиция. Навлова политика и международен транспортен пазар.

5.3. Конкуренция – Ценови полета, търговски обичаи, правов и административен режим и паричен пазар. 5.4. Ефективност на спедиторската дейност. Показатели за оценка на ефективността. Конкурентноспособност и практическа реализация.

5.5. Избор на целесъобразен вид транспорт за превоз на товари. Качество на превозите и използване икономически критерии.

ТЕМА 6. Заключителна лекция – 2 часа

6.1. Философия на промените и бъдещи сценарии за развитие на спедицията.

Програмата предполага, пазарна ориентираност за обучение на спедиторски кадри за нуждите на транспорта, превозвачи и спедиторските фирми, като основните предимствени характеристики на училището, като пазарен субект могат да бъдат систематизирани в няколко пункта

- ВТУ”Тодор Каблешков” е специализирано висше учебно заведение към Министерство на транспорта, което подготвя кадри, повишава квалификацията на специалисти за поделенията на Министерство на транспорта, транспортни и спедиторски фирми на свободния пазар.
- В учебните програми е залегнала специалността ”Спедитор”, с производствен стаж и изпит за професионална квалификация.
- Министерство на транспорта е лицензирано ВТУ”Тодор Каблешков”, за организиране и провеждане на специализирани квалификационни курсове и провеждане на изпити за международен автомобилен превоз на пътници и товари “Превозвач за извършване на вътрешни и международни превози на товари”,
- Към училището има изграден “Център за следдипломна квалификация”, който организира курсове под различна форма (индивидуална, колективна, редовна, задочна, смесена) във всички области на транспорта. Използува се наличната база, организационния и административен опит.
- Училището има специализиран факултет”Технология и управление на транспорта” със специалности: “Технология и управление на транспорта” и “Счетоводство и контрол”, чиято програма за обучение обхваща по-голямата част от програмите на модулите за обучение на специализираните курсове. Подготвят се кадри, които получават допълнително към специалността, професионална квалификация “Ръководител търговска

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

- експлоатация на транспорта”, “Спедитор”, “Диспечер на транспорта” и др.
- Основната част от необходимия преподавателския състав за обучение е от водещи преподаватели в училището, като са привлечени също от други висши училища и специалисти от практиката.
 - Материалната база позволява: ползуване на специализирани кабинети, кино и видео салон с специализирани транспортни филми, компютърни зали с Интернет, автомобилен парк и ремонтни халета, библиотека с читалня и необходимата литература за курса(нормативни актове, спогодби, конвенции и указания).
 - При обучението се прилагат съвременни форми на обучение - аудиовизуални средства, работа с компютър с ползуване на специфични програмни продукти за транспортно спедиторска дейност.
 - Издателския комплекс на училището, има възможност да издаде учебник по Учебната програма за обучение по модули, написани от водещите преподаватели и специалисти, както и други необходими учебни материали, помагала и ръководства.
 - Има хотел-общезитие и стол за хранене, позволяващи обучение при ползуване от обучаемите на пълен пансион, на сравнително ниски цени.

Литература:

1. Закон за автомобилния транспорт
2. Закон за железопътния транспорт
3. Конвенция CMR.
4. Конвенция TIR.
5. Правилници, наредби и тарифи за транспортни превози.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**СТЕНД, АПАРАТУРА И ПРОГРАМА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ
НА ХИДРАВЛИЧНИ ГАСИТЕЛИ НА ТРЕПТЕНИЯ**

Тома Ружеков, Емил Димитров, Ненчо Ненов*

Технически университет –София, Висше транспортно училище “Т. Каблешков”-София,
ул. Гео Милев №158, rector@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Качествата на хода на железопътните возила в значителна степен се определят от стойностите на съпротивителните сили в ресорната система, осъществявани от гасителите на трептения. Както е известно минимизиране на динамичните сили, които съпътстват движението на локомотивите и вагоните изисква наличието на съпротивителни сили с определени стойности. Това налага използването на метод, апаратура и програма за обработване на получената информация за работата на съответен гасител, характеризирани с повишена прецизност и възможност за натрупване на определен обем информация с оглед идентифициране на характеристиките на гасителите с определена точност. Посоченото е причина авторите да предложат информация за стенд, апаратура и програма за изследване на хидравлични гасители на трептения, която да е в състояние да изпълни отбелязаните изисквания. Програмата дава възможност да се направи и диагностика на състоянието и на основните елементи на гасителите.

Ключови думи: транспорт, локомотиви, вагони, динамика, хидравлични гасители.

Движението на железопътните возила е съпроводено със смущения от страна на пътя със силов, кинематичен и параметричен характер. В равнината на контакта на колелата и релсите се пораждат сили в резултат на така наречения процес псевдоплъзгане. Реакцията на екипажната част на локомотивите и вагоните на посочените смущения е възникването на трептения и динамични сили в контакта колело-релса и в различните елементи на механичната част на возилата. Параметрите на динамичния процес са в зависимост от параметри на взаимодействащите си системи - железен път-железопътно возило (скорост на движение, маси, инерционни моменти,

възстановяващи сили, съпротивителни сили, величини с геометричен характер, статични сили). Тъй като обектът на разглеждане в материала са гасителите на трептения, то е необходимо да се спре внимание върху влиянието на съпротивителните сили върху стойността на динамичните сили. За илюстрация на това влияние може да послужи един елементарен пример - реакция на механична система с една степен на свобода с линейни характеристики на ресорния възел и хармонично кинематично смущение при установен режим. В този случай относителната динамична сила k_d (отношение на динамичната сила P_d ,

* Тома Ружеков, професор, д-р, инж., ВТУ “Т. Каблешков”- София,
Емил Димитров, доцент, д-р, инж., Технически университет – София,
Ненчо Ненов, доцент, д-р, инж., ВТУ “Т. Каблешков”- София,

която действа в ресорния възел и статичното му натоварване P_c) се определя от израза:

$$k_d = \frac{\eta_0}{f_c} \cdot \left(\frac{\omega}{v}\right)^2 \sqrt{\frac{1 + D^2 \cdot \left(\frac{\omega}{v}\right)^2}{\left[1 - \left(\frac{\omega}{v}\right)^2\right]^2 + D^2 \cdot \left(\frac{\omega}{v}\right)^2}}$$

$$k_d = \frac{\eta_0}{f_c} \cdot \alpha \left(\frac{\omega}{v}, D\right) \quad (1)$$

където:

η_0 - амплитуда на неравностите на пътя;

f_c - статично провисване на ресора;

$\omega = \frac{2\pi}{l}$ - ъглова честота на смущението;

V - скорост на движение;

l - дължина на вълната на неравността на пътя;

$v = \sqrt{\frac{k}{m}}$ - собствена честота;

k - коефициент на еластичност на ресора;

m - маса на системата;

$D = \frac{2.n}{v}$ - коефициент на депмфериране;

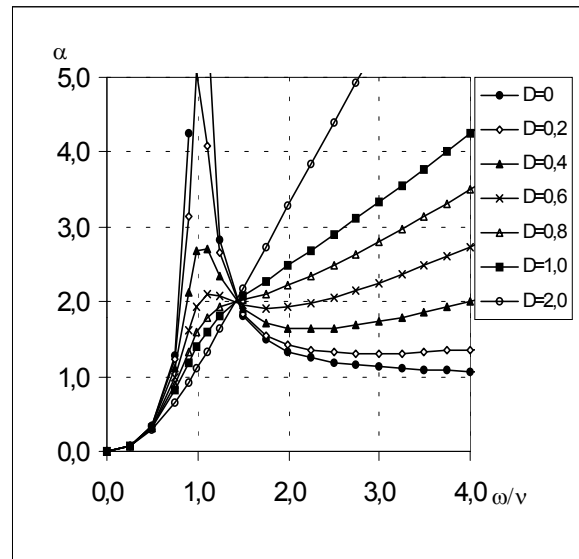
$2.n = \frac{\beta}{m}$;

β - коефициент на линейно съпротивление.

Графичният образ на функцията α даден на фиг.1 показва, че при определен интервал на изменение на стойностите на отношението на принудената честота и собствената честота, съществува такава стойност на коефициента на линейно съпротивление β , (респективно D) при която стойностите на коефициента k_d (респективно α) имат средно минимална стойност.

При смущения със случаен характер (каквото е то в действителност) и реалната механична система на железопътните возила, която е с няколко десетки степени на свобода, проблемът за минимизиране на динамичните сили посредством избор на параметри на системата за депмфериране има решение, което в принципен план е както и при

разгледаната едномасова система, подложена на детерминирано смущение.



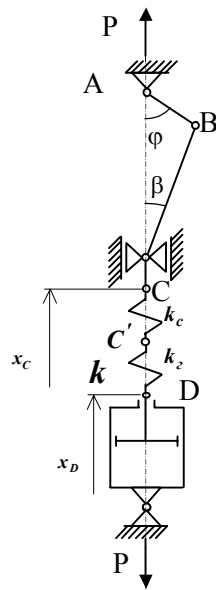
Фиг.1

Осъществяването обаче на една оптимална конструкция на железопътния екипаж по отношение на минимизиране на основни интегрални показатели на параметрите на трептене на системата (средни стойности, дисперсии, показател за плавността на хода и други) посредством избор на система за гасене на трептенията изисква да бъдат по експериментален път определени и контролирани параметрите на гасителите на трептения. За съвременните железопътни возила обикновено те са хидравлични гасители.

Определянето по експериментален път на характеристиката на гасителите (съпротивителна сила P , която действа на буталото им, в зависимост от скоростта на преместването му по отношение на цилиндъра \dot{x}_D) се извършва на стенд. Неговото устройство трябва да осъществи преместване на буталото по определен закон. Най-подходящо е той да бъде хармоничен или близък до него. Обикновено това се реализира от коляно-мотовилков механизъм (фиг.2).

В общия случай, поради наличието на гъвкав елемент, свързващ коляно-мотовилковия механизъм с пръта на

буталото (гумено-метално съединение с коефициент на еластичност k_2) и еластични премествания от силата P в елементите на колянo-мотовилковия механизъм и рамката на стенда (коефициент на еластичност k_c), в схемата, дадена на фиг.2 връзката на колянo-мотовилковия механизъм и пръта на буталото е осъществена с гъвкаво съединение с коефициент на еластичност k ($k = \frac{k_c k_2}{k_c + k_2}$).



Фиг.2

Преместването на точката C , както се вижда от фиг. 2, се определя от израза:

$$x_c = r \cdot (1 - \cos \varphi) + l \cdot (1 - \cos \beta)$$

където:

- r - радиус на коляното;
- φ - ъгъл на завъртане на коляното;
- l - дължина на мотовилката;
- β - ъгъл на накланяне на мотовилката;
- P - сила приложена към гасителя.

Като се вземе под внимание, че

$$\sin \beta = \lambda \cdot \sin \varphi \quad (\lambda = \frac{r}{l}), \quad \text{то}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \lambda^2 \cdot \sin^2 \varphi}.$$

При допускането, че λ е със стойност много по-малка от единица,

$$\cos \beta = 1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \varphi.$$

Като се вземе под внимание посоченото, преместването на точката C е:

$$x_c = -r \left(\cos \omega t + \frac{1}{4} \lambda \cdot \cos 2\omega t \right) + r \cdot b \quad (2)$$

където:

$\omega = \text{const}$ - ъглова честота на въртене на коляното;

Отбелязаното изискване за постоянна стойност на ъгловата честота се осъществява от конструкцията на стенда - електрозадвижване, стойности на инерционни моменти на ротиращите детайли;

$$b = 1 + \frac{1}{4} \lambda$$

Ако гасителят е с линейна характеристика силата P е равна на:

$$P = \beta \cdot \dot{x}_D = k(x_c - x_D),$$

където:

x_D и \dot{x}_D са съответно преместване и скорост на буталото.

При съобразяване с израза, определящ преместването на точката C - x_c и малки преобразувания, се получава следното диференциално уравнение:

$$\beta \cdot \dot{y}_D + k \cdot y_D = -k \cdot r \cdot \left(\cos \omega t + \frac{1}{4} \lambda \cdot \cos 2\omega t \right),$$

където $y_D = x_D + r \cdot b$.

От решението на посоченото диференциално уравнение се получава следния израз, определящ преместването на буталото на гасителя - x_D :

$$x_D = r \cdot \left\{ b - \left[\frac{\cos(\omega t - \psi_1)}{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k} \right)^2}} + \frac{\lambda \cdot \sin(2\omega t - \psi_2)}{4 \cdot \sqrt{1 + 4 \cdot \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k} \right)^2}} \right] \right\} \quad (3),$$

където: $\psi_1 = \text{arctg} \frac{\beta \cdot \omega}{k}$; $\psi_2 = \text{arctg} \frac{2 \cdot \beta \cdot \omega}{k}$

и съответно скоростта на преместване на буталото \dot{x}_D :

$$\dot{x}_D = r \cdot \omega \cdot b \cdot \left[\frac{\sin(\omega t - \psi_1)}{\sqrt{I + \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k}\right)^2}} + \frac{\lambda \cdot \sin(2\omega t - \psi_2)}{2 \cdot \sqrt{I + 4 \cdot \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k}\right)^2}} \right] \quad (4)$$

Последният израз показва, че силата на гасителя $P(\beta \cdot \dot{x}_D)$ ще бъде дефазирана приблизително на ъгъл $\gamma = \frac{\pi}{2} - \psi_1$ от преместването на точката C .

При стойности на λ много по-малки от единица (което винаги може да бъде осъществено от конструкцията на коляномотовилковия механизъм) след определяне от равенство (3) стойността на $\sin(\omega t - \psi_1)$, уравнение (4) добива вида:

$$\dot{x}_D = \frac{r \cdot \omega}{\sqrt{I + \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k}\right)^2}} \cdot \left\{ I - \left[I + \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k}\right)^2 \right] \cdot \left(\frac{x_D}{r} - I\right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

При полагане на: $x_D = x_e + r$ и $r_p = r \cdot \frac{I}{\sqrt{I + \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k}\right)^2}}$ и взимане под

внимание, че силата $P = \beta \cdot \dot{x}_D$, след преработване на уравнение (5) се получава работната диаграма на гасителя в канонична форма:

$$\frac{P^2}{\beta^2 \cdot r_p^2 \cdot \omega^2} + \frac{x_e^2}{r_p^2} = I \quad (6)$$

Ходът на гасителя $H = 2 \cdot r_p$ е променлив и както личи зависи от стойностите на коефициента на хидравлично съпротивление β , коефициентът на еластичност k и ъгловата честота ω .

С оглед намаляване на изменението на хода на гасителя, единствено е възможно

коефициентът на еластичност за стенда k_C да бъде с висока стойност, така че коефициентът k да се определя реално само от стойността на гъвкавата връзка на гасителя k_2 . Посоченото е необходимо да бъде изпълнено и поради това, че на практика е възможно да се регистрира преместването на точката C' (фиг.2), а не на точката C . При висока стойност на коефициента k_C ($k_C \gg k_2$), практически преместването на точката C' ще съвпада с преместването на точката C . Същото изискване е в противоречие с използваното в някои стендове за изпитване на гасители на гъвкави елементи (пружини, торсионни валове) в силовата верига с оглед по тяхното провисване да се определя стойността на действаща на гасителя сила P .

При изпитването на гасител, както беше отбелязано, се регистрира преместването на точката C (ако $k_C \gg k_2$). Това е причината силата на гасителя P да се яви като функция на преместването на отбелязаната точка и скоростта на преместване на точката D (буталото на цилиндъра) - $P = P(\dot{x}_D, x_C)$. Работната диаграма в този случай не е елипса, каквато е ако $P = P(\dot{x}_D, x_D)$ (6). Осите й (P, x_C) ще сключват ъгъл $\gamma \approx \frac{\pi}{2} - \psi_1$. С увеличаване на коефициента на еластичност k посочената крива все по-плътно се приближава до елипсата, дадена с каноничното си уравнение (6).

Отбелязаното до тук беше използвано при разработването на схема и определянето на параметри на стенд за изпитване на хидравлични гасители на трептения. Реализираният стенд, обект на материала, отговаря на отбелязаните изисквания. Установените зависимости са използвани и при обработка на получената при изпитването на гасителите информация.

Стендът за изпитване на гасители на трептения включва в себе си следните възли: механична част, електро-

задвигване, измервателна и регистрираща апаратура, управление.

Механичната част се състои от редуктор, коляно-мотовилков механизъм, горна плоча за монтаж върху нея на редуктора и коляно-мотовилковия механизъм, крака и долна плоча за свързване на стенда с предвидения за него фундамент, приспособления за свързване на изпитвания гасител към стенда. Цялата конструкция е изпълнена от елементи с голяма коравина, което определя възникващите премествания в конструкцията под действието на силата на гасителя да бъдат със стойност без практическо значение при определяне на параметрите на гасителя. Дължината на коляното r на коляно-мотовилковия механизъм е с възможност за плавно изменение в границите на реалните динамични провисвания на ресорите и хоризонталните премествания на рамата на коша по отношение на рамата на талигата при различни видове опори на коша.

Задвигването се осъществява от асинхронен двигател, захранван от инвертор. Границите на изменение на честотата на тока на двигателя са определени от зададения интервал на изменение на скоростта на движение на буталото на гасителя по отношение на неговия цилиндър.

Измервателната и регистрираща

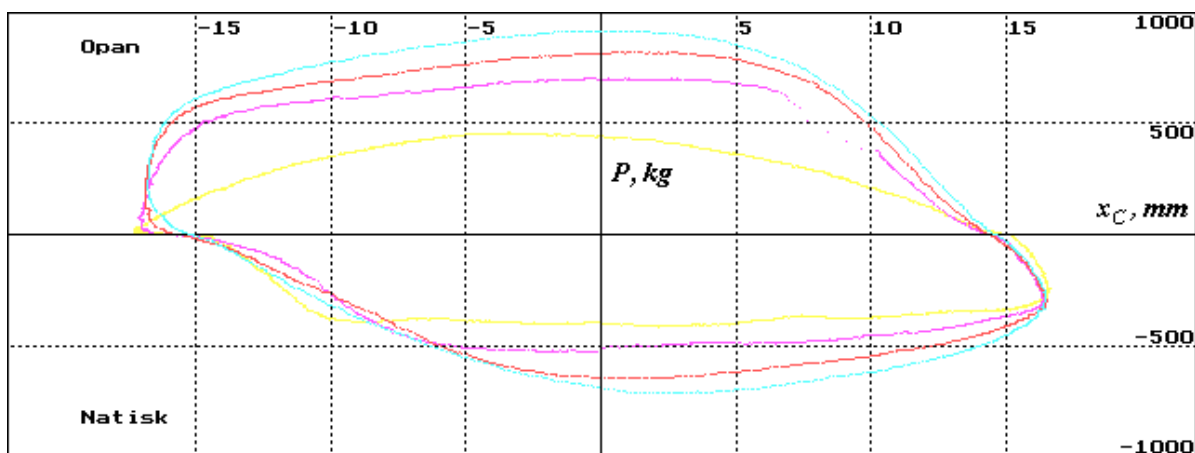
апаратура е изградена от:

1. възприематели на сила и преместване (чувствителен елемент стоманен детайл с монтирани на него тензорезистори);
2. усилвател на получения от моста от тензорезистори електрически сигнал, пропорционален съответно на действащата на гасителя сила или на преместването на точката на свързване на гасителя с коляно-мотовилковия механизъм;
3. компютър, монитор и принтер за управление на стенда, обработка на получената информация и документиране на резултатите от изпитването.

Резултатите от изпитването се визуализират със следните графични образи и числени стойности на функциите:

- 1 $P = P(x_C)$;
- 2 $\beta_e = \beta_e(\dot{x}_D)$;
- 3 $P_{e\max} = \beta_e \cdot \dot{x}_{D\max}$;
- 4 $P_{\max} = P(\dot{x}_{C\max})$.

Отбелязаните четири функции се дават поотделно при натоварване на гасителя с опънова или натискова сила. Първата характеристика $P = P(x_C)$ - т.нар. работна диаграма, представлява затворена крива, близка до елипса както това вече беше отбелязано (фиг.3).



Фиг.3

Коефициентът на хидравлично съпротивление β , свързващ съпротивителната сила P и скоростта \dot{x}_D

се определя от зависимостта: $\beta = P/\dot{x}_D^n$, където n може да бъде число по-малко, равно или по-голямо от единица в

зависимост от изменението на съпротивителната сила във функция от скоростта (мека характеристика - $n < 1$; линейна характеристика - $n = 1$; твърда характеристика - $n > 1$).

Определянето обаче на коефициента на хидравлично съпротивление β е най-коректно да бъде извършено на основата на количеството разсеяна от гасителя механична енергия A за един ход на буталото, тъй като тя участва като компонента в баланса на механична енергия на системата на возилото, възприета от смущенията и разсеяна от съпротивителните сили.

Енергията A се определя от израза:

$$A = \int_{x_{Dmin}}^{x_{Dmax}} \beta \cdot \dot{x}_D^n \cdot dx_D = \beta \int_0^{\frac{T}{2}} \dot{x}_D^{2n} \cdot d\tau,$$

при приемане, че $\lambda \ll 1$, n е цяло положително число и $\dot{x}_D = r_p \cdot \omega \cdot \sin \omega \tau$,

където: $\tau = t - \frac{\psi_1}{\omega}$; T - време за един цикъл на гасителя.

В съответствие с отбелязаното:

$$A = \beta \cdot r_p^{2n} \cdot \omega^{2n} \cdot \left(-\frac{\cos \omega \tau \cdot \sin^{2n-1} \omega \tau}{n} \Big|_0^{\frac{T}{2}} + \frac{2n-1}{2n} \cdot \int_0^{\frac{T}{2}} \sin^{2n-2} \omega \tau d\tau \right) \quad (7)$$

Практическото използване на израза (7) в неговият общ вид е много проблемно главно поради изискването n да бъде цяло число. Реалните характеристики на гасители обикновено не могат да бъдат като правило апроксимирани с функция на скоростта на буталото на степен цяло число с изключение на $n = 1$. Поради посоченото и като се вземе под внимание отбелязаното вече значение на количеството разсеяна енергия A за динамичното състояние на возилата е подходящо да се приеме, че гасителят е линеен и на основата на разсеяното количество механична работа от гасител с реална характеристика да бъде определен коефициентът β_e на еквивалентен в

енергийно отношение линеен гасител. В такъв случай от уравнение (7) се получава следното $\beta_e = \frac{2 \cdot A}{\pi \cdot r_p^2 \cdot \omega}$ или като се вземе

под внимание, че $r_p = r \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\beta \cdot \omega}{k}\right)^2}}$;

$\frac{\beta \cdot \omega}{k} = \operatorname{tg} \psi_1$, то:

$$\beta_e = \frac{2 \cdot A}{\pi \cdot r^2 \cdot \omega} \left(1 + \operatorname{tg}^2 \psi_1 \right) \quad (\text{фиг.4}) \quad (8)$$

Ъгълът ψ_1 може да бъде определен от функцията $P(x_C)$, като се определи разликата от времената t_1 и t_2 от равенството: $\psi_1 = \frac{t_2 - t_1}{T} \cdot 2\pi$;

където:

t_1 - време когато x_C добива максималната си стойност;

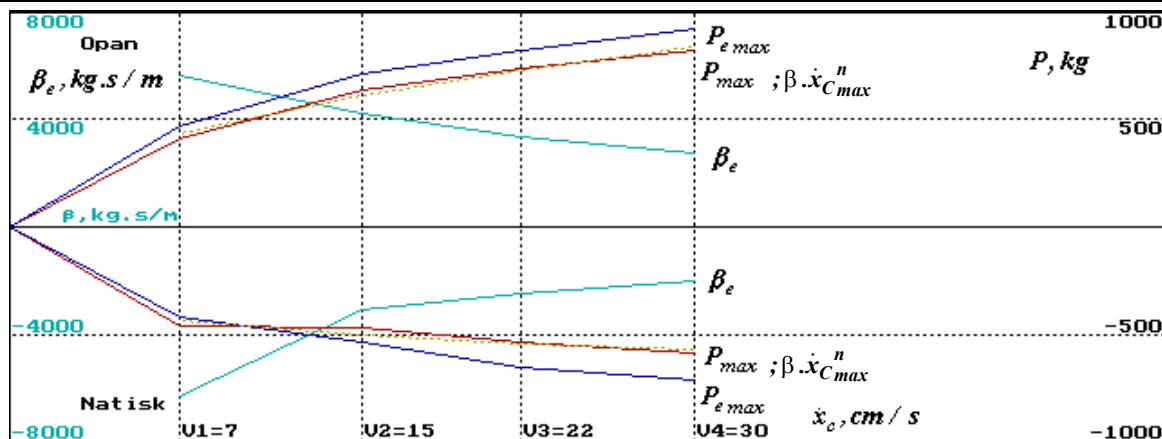
t_2 - време когато силата P става равна на нула.

Функцията $P_{e max}$ (фиг. 4) е максималната стойност на силата на еквивалентния линеен гасител, т.е. $P_{e max} = \beta_e \cdot \dot{x}_{Dmax}$.

Функцията $P_{max}(\dot{x}_{C max})$ (фиг. 4) се определя директно от работната диаграма на гасителя (фиг.4). От стойностите на P_{max} при цикли с различни максимални скорости с помощта на метода на най-малките квадрати могат да се определят коефициентите β и n на крива, апроксимираща функцията $P_{max}(\dot{x}_{C max})$ (фиг.4), известна за няколко стойности на $\dot{x}_{C max}$ от зависимостите (9):

$$\sum_{i=1}^N P_i \dot{x}_{C max i}^n \cdot \ln \dot{x}_{C max i} - \frac{\sum_{i=1}^N P_i \dot{x}_{C max i}^n}{\sum_{i=1}^N \dot{x}_{C max i}^{2n}} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{x}_{C max i}^{2n} \cdot \ln \dot{x}_{C max i} = 0;$$

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \dot{x}_{C max i}^n}{\sum_{i=1}^N \dot{x}_{C max i}^{2n}} \quad (9)$$



Фиг.4

Посочените четири функции както и ъгълът на дефазирание на преместването на точката $C(x_C)$ и съпротивителната сила на гасителя $P(\dot{x}_C)$, могат да служат за определяне характеристиката на гасителя и за диагностика на състоянието му.

От извършената работа по разглеждания проблем са получени следните главни резултати:

1. Реализиран е стенд за изпитване на хидравлични гасители на трептения от ресорната система на железопътни возила. Главните му характеристики са следните:

- елементите, които поемат силата на гасителя осигуряват липса на провисвания в тях под действието на силата на гасителя, които да са с практическо значение за точността на снеманата работна диаграма;

- измервателната система осигурява регистрацията на силата на гасителя и преместването на шарнира на гасителя, с който той се свързва с коляно-мотовилковия механизъм с висока точност и без изкривявания и допълнителни смущения;

- процесът на изпитване е напълно автоматизиран, извършва се без прекъсване в зададения интервал на изменение на скоростта на буталото на гасителя. Осъществява се в рамките на около 1 минута и е без каквото и да е участие на оператора, който само стартира изпълнението на програмата;

2. На основа на теоретичното разглеждане на работата на гасителя са разкрити връзки, които позволяват постигането на повишена точност при измерванията.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Електрически локомотиви

В лабораторията се провеждат занятия по Електрическо обзавеждане на електрическия подвижен състав, Системи за управление на електрически локомотиви, Експлоатация на електрически локомотиви.

Основното съоръжение в лабораторията е локомотивния тренажор, представляващ физически модел на електрическо обзавеждане и управление на локомотива.

Използва се усвояване на операции по управлението и придобиване на уменията по откриване и отстраняване на откази, които се подбират чрез отделен пулт на инструктора. Използва се различна аудиовизуална техника.

Лабораторията разполага с богат набор от учебни филми за експлоатацията и ремонта на електрическите локомотиви и моторисни влакове в НК БДЖ и във водещите европейски железопътни администрации.

Electric Locomotives

It is used to carry out classes in Electric Rolling Stock Equipment, Electric Locomotive Control Systems and Electric Locomotive Operation. The main device in the laboratory is the locomotive simulator, which is a physical model of electric locomotive equipment and control. It is used to learn the control operations and to acquire skills in finding and removing failures selected from a separate instructor's desk. Different audio and visual equipment is used. The laboratory has available an abundant set of educational films about the operation and repairs of electric locomotives and couch-trains in the BDZ N.Co. and in the leading European railway companies.



УСКОРЕНИ НАТУРНИ ИЗПИТВАНИЯ НА УМОРА НА ЦИЛИНДРИЧНИ ВИНТОВИ ПРУЖИНИ ОТ ХОДОВАТА ЧАСТ НА ПОДВИЖНИЯ СЪСТАВ

Цвятко Пенчев

Добринка Атмаджова

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” № 158, България, datmadj@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В статията се анализират възможностите за ускорено провеждане на натурни изпитвания на умора на цилиндрични винтови пружини с параметри, характерни за ходовата част на съвременния подвижен състав, като се акцентира на следните качества (условия) на изпитванията: висока производителност, минимален разход на енергия, и максимално доближаване на изпитванията до действителните условия на натоварване в експлоатация. На тази база се мотивира, обосновава и предлага конструктивна схема на съответстващ за целта стенд за провеждане на ускорени изпитвания на умора на различни по вид и характеристики винтови пружини при задаване на различни натоварвания и честоти. Направените изчисления потвърждават възможността за реализиране на такъв стенд и показват неговата висока ефективност.

Ключови думи: цилиндрична винтова пружина, изпитване на умора на пружини, стенд.

1. Увод. Основни цели и изисквания; различни схеми и принципи на изпитванията

Основните цели при провеждане на изпитванията на умора на цилиндричните винтови пружини са: намаляване на енергийните разходи; съкращаване на времето, т.е. повишаване производителността; максимално доближаване условията на изпитанията към експлоатационните; максимална универсалност на изпитателните устройства.

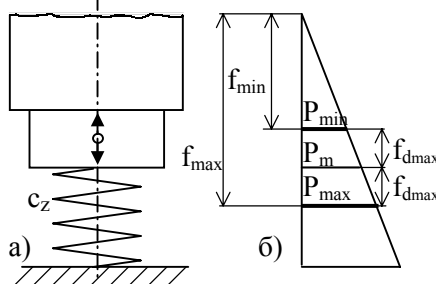
Различните методи на натоварване при изпитванията на пружини се свеждат до следните основни схеми:

Обикновената схема на натоварване, съгл. фиг.1, с натоварване на пружината (пружинния комплект) между P_{min} и P_{max} , респ. свиване между f_{min} и f_{max} . Енергията за един цикъл, предполагайки, че е необходима само за хода на свиването (вж.

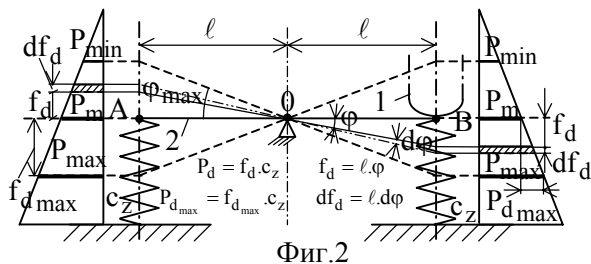
фиг.1.б), ще бъде:

$$P_0 = \frac{P_{min} - P_{max}}{2} (f_{max} - f_{min}) = \frac{2P_m^2 k_d}{c_z} \quad (1)$$

където: P_m е средно натоварване между P_{min} и P_{max} ; k_d – динамичен коефициент (съотношение между максимално динамично натоварване P_d^{max} и средното P_m ; c_z – коравина на пружината във вертикално направление



Фиг.1



Фиг.2

Балансираната (или кобиличната) схема на натоварване, съгласно фиг.2, характеризира се обикновено с еднакви пружини към двете рамена със средно натоварване P_m при равновесно (средно) положение на кобилицата (лоста). Чрез извеждане на системата от равновесното положение, напр. чрез плунжера 1, се осъществява натоварването на пружините между P_{min} и P_{max} . В този случай погълнатата енергия за един цикъл за ходовете на отдалечаване от равновесното положение за двете пружини за един цикъл ще съставлява (вж. фиг.2):

$$2\Pi_{\delta} = 2 \int_0^{f_{dmax}} [(P_m + l\varphi c_z) - (P_m - l\varphi c_z)] df_d = 2f_{dmax}^2 c_z = 2P_m^2 k_d^2 c_z^{-1} \quad (2)$$

$$\text{или, за една пружина} - \Pi_{\delta} = P_m^2 k_d^2 c_z^{-1} \quad (2')$$

Интересно е съотношението между Π_0 и Π_{δ} от (1) и (2')

$$\frac{\Pi_0}{\Pi_{\delta}} = \frac{2}{k_d} = \begin{cases} 8 - \text{при } k_d = 0,25; 6 - \text{при} \\ k_d = 0,33 \text{ и } 5 - \text{при } k_d = 0,40 \end{cases} \quad (3)$$

което показва, че разходът на енергия за многоциклични изпитвания на пружини по балансираната схема в зависимост от стойностите на динамичният коефициент k_d за характерните условия на жп возила, е средно 5 ÷ 8 пъти по-малък в сравнение с обикновената схема.

Друг подход за намаляване на енергийният разход при многоциклични изпитвания изобщо е използването на резонанса (резонансният подход), т.е. произвеждане на трептения със собствена честота и добавяне на разсеяната, енергия от различни съпротивления чрез синхронни импулси. Резонансният подход може да бъде прилаган както при обикновената, така и при балансираната схеми на натоварване.

Резонансният подход при обикновената схема на натоварване се свежда до използване на подходяща по големина маса m върху пружините, породила чрез

натоварването mg провисване f_m в статично състояние и, при наличие на възбудител – периодични вертикални трептения със собствена честота $n_c = (2\pi)^{-1} \sqrt{c_z/m} \cong \cong 0,5f_m^{-1/2}$, Hz. Лесно е да се види от тази зависимост, че при характерните за жп возила условия, особено за централната ресорна степен (ЦРС) със статични провисвания от 120 до 280 mm се получава неприемливо ниска производителност ($n_c = 0,44 \div 1,40$ Hz).

Резонансният подход при балансираната схема на натоварване (фиг.2) се свежда до произвеждане на ротиращи трептения на кобилицата 2 със собствената честота $n_c = (2\pi)^{-1} \sqrt{2c_z l^2 / J_0}$, Hz. Анализирайки този израз от гледна точка пружините за ПЖПС, предварително ще отбележим, че за дължината l и масовия инерционен момент J_0 на оста (рамата) могат да се заложат ориентировъчно: $l = 1m$, $J_0 = 100kg.m^2$. Като се има в предвид, че коравината c_z на 1 пружинен комплект от ЦРС на съвременните жп возила е обикновено в границите $c_z = 200 \div 900$ kN/m, от горната приблизителна формула се получава много по-висока собствена честота - $n_c = 10,06 \div 21,35$ Hz.

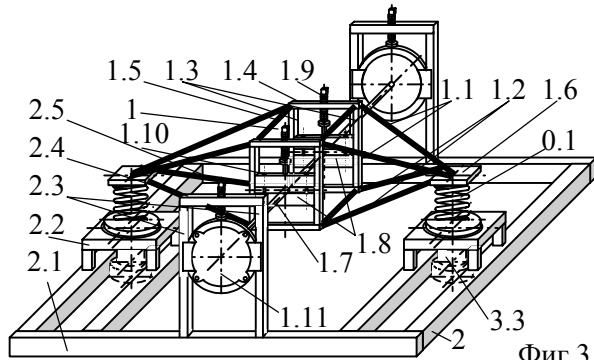
В заключение, резултатите от разглежданията в настоящата точка, недвусмислено показват, че с големи предимства (от гледна точка на енергийни разходи и производителност) се оказва балансирана схема на натоварване в съчетание с резонансният подход.

2. Конструктивна схема и принцип на действие на изпитателния стенд

При отчитане резултатите на извършения в предната точка анализ, тук се предлага конструктивна схема на подлежащия за създаване изпитателен стенд, съгл. Фиг.3, съставен от следните основни групи: група 1 – рамата 1, натоварваща пружините и извършваща ротиращи резонансни трептения около оста OO' ; група 2 – неподвижен цокъл 2, закрепен към фундамента; група 3 – хидравлична сервосистема или друг вид система (с показан на схемата задвижващ плунжер 3.1), предназначена за предаване на синхронни силови импулси върху рамата.

2.1. Рамата 1 може да бъде изпълнена алтернативно като фермена или гредова конструкция. На фиг.3. е представена фермена конструкция съдържаща: диагонални

пръти 1.1 и 1.2, съответно горни и долни, свързващи опорните пети 1.6 за монтажа на изпитваните пружини 0.1; колоните 1.3, свързани от двете страни с напречните и надлъжни пояси 1.5 и 1.4, образуващи чрез тях буксови пазви (междини), които направляват свързаните към оста 1.7 двуделни свързващи букси 1.8, фиксирани към рамата чрез фиксиращите винтове 1.9 в различни положения в зависимост от желаното местоположение на оста на ротиращите трептения на рамата съобразно зададените вертикални и хоризонтални циклични натоварвания на изпитваните пружини. Завъртането на оста OO' , а заедно с нея и рамата, в процеса на нейните ротиращи (ъглови) трептения се осигурява от лагерните букси 1.11 в краищата на оста.



Фиг.3

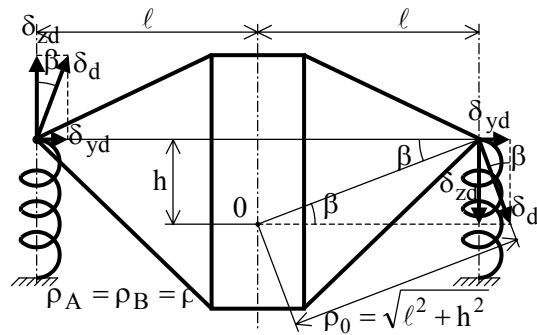
2.2. Неподвижният цокъл 2, е твърдо свързан с фундамента или е положен на еластична (пружинираща) подложка. Състои се от основна рамка 2.1, лежаща в хоризонтална равнина и съставена от надлъжни и напречни греди, към която са прикрепени долните опори (пети) 2.2 за изпитваните пружини и буксо-направляващите вилки 2.3, свързани в горния си край с надлъжните връзки 2.4; чрез буксо-направляващите вилки се ограничават надлъжните и напречните премествания на буксите, като не позволяват завъртането им. Чрез натоварващото устройство (напр. винтовете 2.5) предварително се реализира свиване на изпитваните пружини до степен, съответстваща на тяхното изпитателно статично (средно) натоварване. Както вече бе споменато, динамичното натоварване на пружините се реализира чрез периодични ъглови премествания (ротиращи трептения) на рамата 1 около оста 1.7.

2.3. Хидравличната сервосистема 3 се състои отк хидравлична станция, електронен блок, за управление и сервоцилиндър със задвижващ плунжер 3.3 (на фиг.3 е показан само задвижващия плунжер). Хидравличната

сервосистема възбужда ротиращите трептения на рамата със собствена честота и поддържа в приемливи толеранси зададените амплитуди на тези трептения.

3. Изходни зависимости за определяне натоварванията на изпитваните пружини и собствената честота на ротиращите трептения.

3.1. Вертикалното и хоризонталното динамични натоварвания се определят от амплитудата на ротиращите трептения φ_0 и от местоположението (височината) на свързващите букси.



Фиг.4

Нека дясната пружина от фиг.4, след като е натоварена чрез предварително натягане с вертикалното статично (средно) натоварване P_s трябва да бъде натоварена при голям брой цикли с вертикална и хоризонтална динамични знакопроменливи сили P_{zd} и P_{yd} . Ако коравините на тези пружини във вертикално и хоризонтално-надлъжни направления са съответно - c_z и c_y , необходимите деформации δ_{zd} и δ_{yd} за реализиране на зададените динамични сили P_{zd} и P_{yd} са: $\delta_{zd} = P_{zd} / c_z$, $\delta_{yd} = P_{yd} / c_y$. От друга страна, понеже според чисто геометричните зависимости от фиг.4 имаме $\delta_{zd} = \rho_0 \varphi_0 \cos \beta = l \varphi_0$, $\delta_{yd} = \rho_0 \varphi_0 \sin \beta = h \varphi_0$ (където φ_0 е амплитудната стойност на ъгъла на отклонение φ при ротиращите трептения, а l - полуразстоянието между осите на пружините), получаваме окончателно:

$$P_{zd} = l \varphi_0 c_z; P_{yd} = h \varphi_0 c_y \quad (4)$$

В случаят ъгълът β , характеризиращ положението на точката (оста) на ротация и височината h , характеризираща пряко местоположението на свързващите букси, ще се определят от изразите:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{l} = \frac{\delta_{yd}}{\delta_{zd}} = \frac{P_{yd}}{P_{zd}} \cdot \frac{c_z}{c_y}, \quad (5) \quad h = l \frac{P_{yd} \cdot c_z}{P_{zd} \cdot c_y} \quad (6)$$

3.2. Собствената честота на ротиращите трептения, респ. на динамичните натоварвания на изпитваните пружини се определя въз основа на изчислителната схема (фиг.4), от която се съставя диференциалното уравнение:

$$J_0 \ddot{\varphi} + 2P_{zd} \ell + 2P_{yd} (h - \delta_{zd}) = 0 \quad (7)$$

откъдето, при изразяване на P_{zd} , P_{yd} и δ_{zd} със зависимостите от т.3.1. и при пренебрегване (със цел опростяване) на члена δ_{zd} (респ. $\ell \varphi$) в края на уравнението, получаваме окончателно:

$$\ddot{\varphi} + 2(c_z \ell^2 + c_y h^2) J_0^{-1} \varphi = 0 \quad (8)$$

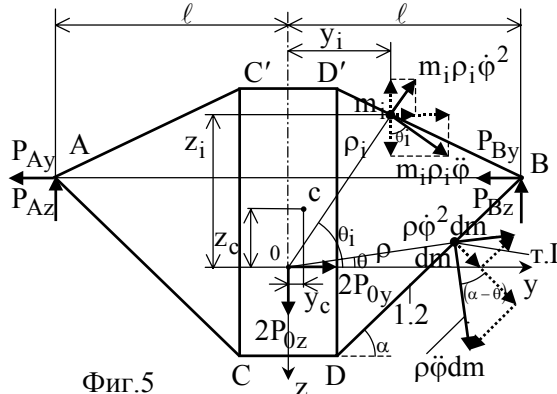
откъдето се определя собствената честота на ротиращите трептения

$$\omega_c = \sqrt{2(c_z \ell^2 + c_y h^2) J_0^{-1}} \quad \text{или}$$

$$n_c = (2\pi)^{-1} \sqrt{2(c_z \ell^2 + c_y h^2) J_0^{-1}} \quad (9)$$

4. Основни силови зависимости; влияние на инерционните натоварвания

По отношение на силовите зависимости най-характерния възел на изпитателния стенд е неговата рама, която, за разлика от другите възли, е подложена и на инерционни натоварвания.



Фиг.5

Разглеждайки рамата в произволен момент от процеса на ротиращите трептения (вж.фиг5) върху нея на първо място в петите А и В действат силите от изпитваните пружини P_{Az} и P_{Bz} във вертикално направление и P_{Ay} и P_{By} в хоризонтално направление, а в оста OO' респ. буксите – общата реакция $2P_{0z}$ във вертикално направление и $2P_{0y}$ в хоризонтално направление. Освен това, вследствие на ускоренията, от всяка елементарна маса m_i с координати ρ_i и θ_i ще се пораждат инерционни сили $m_i \rho_i \ddot{\varphi}$ по направление на тангентата (перпендикулярно на ρ_i) и $m_i \rho_i \dot{\varphi}^2$ по направление на нормалата респ.

ρ_i , чиито компоненти по вертикалната ос са $m_i \rho_i \dot{\varphi} \cos \theta_i$ и $m_i \rho_i \dot{\varphi}^2 \sin \theta_i$, а по хоризонталната ос – $m_i \rho_i \dot{\varphi} \sin \theta_i$ и $m_i \rho_i \dot{\varphi}^2 \cos \theta_i$ (означени като вектори на фиг.5). От условията за равновесие:

$$2R_{0y} - R_{Ay} - R_{By} + \sum_{i=1}^n m_i \rho_i \dot{\varphi} \sin \theta_i + \sum_{i=1}^n m_i \rho_i \dot{\varphi}^2 \cos \theta_i = 0 \quad (10)$$

$$2R_{0z} - R_{Az} - R_{Bz} + \sum_{i=1}^n m_i \rho_i \dot{\varphi} \cos \theta_i + \sum_{i=1}^n m_i \rho_i \dot{\varphi}^2 \sin \theta_i = 0 \quad (11)$$

$$R_{Az} \cdot \ell - R_{Bz} \cdot \ell - R_{Ay} \cdot h - R_{By} \cdot h + \sum_{i=1}^n m_i \rho_i^2 \ddot{\varphi} = 0 + \sum_{i=1}^n m_i \rho_i^2 \ddot{\varphi} = 0 \quad (12)$$

отчитайки постоянството на величините $\ddot{\varphi}$ и $\dot{\varphi}$ за разглеждания момент и като се има в предвид, че: $\rho_i \sin \theta_i = z_i$, $\rho_i \cos \theta_i = y_i$,

$$\sum_{i=1}^n m_i z_i = m z_c, \quad \sum_{i=1}^n m_i y_i = m y_c, \quad \sum_{i=1}^n m_i \rho_i^2 = J_0$$

(където z_i и y_i са нововъведените координати в ДКС, z_c и y_c – координатите на масовия център на рамата (при което $y_c = 0$), m и J_0 – масата и масовия инерционен момент на рамата спрямо оста на ротация), получаваме:

$$2R_{0y} = R_{Ay} + R_{By} - \dot{\varphi} m z_c \quad (13)$$

$$2R_{0z} = R_{Az} + R_{Bz} - \dot{\varphi}^2 m z_c \quad (14)$$

$$J_0 \ddot{\varphi} + (R_{Az} - R_{Bz}) \cdot \ell - (R_{Ay} + R_{By}) \cdot h = 0 \quad (15)$$

при което уравненията (13) и (14) дават хоризонталната и вертикална реакция в оста OO' , а уравнение (15) представлява диференциалното уравнение на ротиращите трептения на рамата.

При изразяване на силите, влизащи в уравнения (13) и (14), в зависимост от координатата φ , съгл. т.3.1, съществува възможност за определяне на тези сили и на компонентите на реакциите R_{0y} и R_{0z} във всеки произволно взет момент: при това най-голям интерес представляват моментите на крайните фазови отклонения, т.е. при $\varphi = \varphi_{\max}$ и $\varphi = \varphi_{\min}$, когато инерционните сили в (13) и (14) добиват стойности $\pm \omega^2 \varphi_{\max} m z_c$ и

$(\omega\phi_{\max})^2 m z_c$. При анализа се вижда, че инерционните сили намаляват вертикалната компонента на реакцията $2R_{0z}$ и увеличават (и то значително) хоризонталната $2R_{0y}$ в сравнение със стойностите им, възникващи само от еластичните сили на пружините.

Влиянието на инерционните натоварвания от гледна точка на тяхното локално действие ще бъде оценено, например, за първият елемент 1.2 (между възлите D и B), който е най-неблагоприятно натоварен. Означавайки с α ъгъла на наклона на този елемент спрямо хоризонталата и с θ – ъгловата координата на една произволна точка I (вж. фиг.5), от геометричните съотношения на фигурата се вижда, че инерционните сили, които формират огъващ момент в разглеждания елемент (а именно действащите перпендикулярно спрямо оста на елемента) за масата dm ще съставляват: $\rho\ddot{\phi}dm \cos(\alpha - \theta)$ – от тангенциалното ускорение и $\rho\dot{\phi}^2 dm \sin(\alpha - \theta)$ – от нормалното ускорение. Считайки разглеждания елемент като шарнирно опряна греда във възлите (опорите) D и B, огъващият момент за произволната точка I ще се определи от израза:

$$M(\rho, \theta) = R_D [\rho \cos(\alpha - \theta) - b] - \int_D^I \{ [\rho \cos(\alpha - \theta) - b] - [\rho_v \cos(\alpha - \theta_v) - b] \} [\ddot{\phi} \rho_v \cos(\alpha - \theta_v) + \dot{\phi}^2 \rho_v \sin(\alpha - \theta_v)] dm \quad (16)$$

където: R_D е опорната реакция във възела D, която се определя от израза:

$$R_D = \frac{1}{a_2} \int_D^B [\rho \ddot{\phi} \cos(\alpha - \theta) - \rho \dot{\phi}^2 \sin(\alpha - \theta)] [a_2 - \rho \cos(\alpha - \theta_v) + b] dm \quad (17)$$

като останалите означения в горните изрази са: ρ и θ – полярни координати на разглежданата точка I, в която се търси огъващия момент $M(\rho, \theta)$; ρ_v и θ_v – вариращи полярни координати, въведени с цел извършване на интегрирането; b – разстоянието от т.D до пресечната точка на перпендикуляра, спуснат от т.О към оста DB; a_2 – дължина на страничната проекция на прътовия елемент 1.2.

Изразите (16) и (17) могат да бъдат опростени, ако се вземе под внимание, че амплитудната стойност на нормалните ускорения $\rho\dot{\phi}_{\max}^2 = \rho(\omega\phi_{\max})^2$ е несъизмеримо по-малка (примерно до 5%)

спрямо тангенциалните - $\rho\ddot{\phi}_{\max}^2 = \rho\omega^2\phi_{\max}$. Освен това, въвеждайки линейна координата χ съгласно субституцията $\chi = \rho \cos(\alpha - \theta) - b$ и поставяйки (17) в (16), изразът за $M(\rho, \theta)$ добива вида:

$$M(\chi) = \frac{m_1 \ddot{\phi}}{a_2} \chi \int_0^{a_2} (b + \chi)(a_2 - \chi) d\chi - m_1 \ddot{\phi} \int_0^{a_2} \{ (\chi - b)(\chi - \chi_v) \} d\chi = m_1 \ddot{\phi} \left[-6^{-1} \chi^3 + 2^{-1} b \chi^2 + (6^{-1} a_2^2 - 2^{-1} b a_2) \chi \right] \quad (18)$$

където: $m_1 = \frac{dm}{d\chi}$ – масата на единица

дължина; χ_v – варираща линейна координата.

По-нататък от условието $dM(\chi)/d\chi = 0$ се определя стойността на абсцисата χ , при която огъващият момент $M(\chi)$ има максимум, а при заместването ѝ в (18) се получава максималната стойност : (19)

$$M(\chi)_{\max} = m_1 \ddot{\phi}_{\max} \left(3^{-1} \sqrt{9b^2 + 3a_2(a_2 - 3b)} + b \right) \left[\left(3^{-1} \sqrt{9b^2 + 3a_2(a_2 - 3b)} + 2^{-1} b(b + 3^{-1} \sqrt{9b^2 + 3a_2(a_2 - 3b)}) \right) - 6^{-1} a_2^2 - 2^{-1} b a_2 \right]$$

Въз основа на параметрите на проектирания изпитателен стенд, при заместване в (19) на:

$$a_2 = 1,078m, \quad b=0, \quad \ddot{\phi}_{\max} = \omega^2 \phi_{\max}, \quad \phi_{\max} = 0,04rad, \quad \omega = 100,48s^{-1} \text{ (т.е } 16 \text{ Hz)}, \quad m_1 = 22,22kg/m,$$

получаваме $M(\chi)_{\max} = 828,61N.m$ и при заложените размери и геометрични характеристики на сечението на разглеждания елемент, максималното нормално напрежение от огъващия момент от локалното действие на инерционните сили се получава $\sigma_{ог} = 13,86MPa$, което съставлява около 20% от максималното сумарно напрежение, възникващо от безинерционните натоварвания (от еластичните сили на пружините).

В заключение може да се каже, че инерционните натоварвания в елементите на рамата са значителни и следва да се отчитат при изчисляване на напрегнатото състояние.

5. Енергетична оценка

При енергетичната оценка на стенда се изхожда от съпротивителните сили респ. моменти, наричани за краткост съпротивления. Тук ще бъдат обект на разглеждане 3 вида съпротивления – лагерно,

въздушно и вътрешно (от хистерезиса на изпитваните пружини).

Лагерното съпротивление се определя от буксово-лагерния комплект 1.11. Обикновено като лагерно съпротивление се приема съпротивителната периферна сила, редуцирана към външната повърхнина на вътрешния лагерен пръстен, която се образува от произведението на действащата на лагера радиална сила (в случая $2R_0$) по условен коефициент на триене μ_y [1,3,4,9]. Съответният съпротивителен въртящ момент M_{\perp} спрямо ротационната ос OO' за дадения стънд в най-общ вид е $M_{\perp} = -2R_0\mu_y r_{\perp} \operatorname{sgn} \dot{\phi}$, където r_{\perp} е външният радиус на вътрешния лагерен пръстен.

Въздушното съпротивление F_B при трептеливите движения на рамата може да бъде определено чрез използваната за подобни тела полуемперична формула [2] $F_B = K(\operatorname{Re}, \phi) S \rho V^2 / 2$ (където V – скоростта, ρ – плътността на въздуха, S – площта на проекцията на рамата), която тук може да бъде опростена при приемане на постоянна стойност на коефициента $K(\operatorname{Re}, \phi)$ въз основа на незначителното му изменение при дадените условия.

Отчитайки непостоянството на скоростта $V \equiv r\dot{\phi}$, както във времето, така и за различните места на рамата, при опростено разглеждане на хоризонталната ѝ проекция, сумарният съпротивителен въртящ момент $M_B(t)$ за дадено време t спрямо оста на ротация и съответната погълната енергия за един цикъл E_B могат да се изразят както следва:

$$M_B(t) = 2 \int_0^{\ell} K(\operatorname{Re}, \phi) \rho \frac{1}{2} (x\dot{\phi})^2 b(x) x dx, \quad (20)$$

$$E_B = 4 \int_0^{\phi_{\max}} M_B(t) d\phi = 8 \int_0^{\ell} \int_0^{\phi_{\max}} K(\operatorname{Re}, \phi) \rho \frac{1}{2} (x\dot{\phi})^2 b(x) x dx d\phi \quad (21)$$

където: x – надлъжна координата на различните места на рамата спрямо хоризонталната проекция на ротационната ос; $b(x)$ – ширина на проекцията на рамата, приета по-нататък за постоянна.

При интегриране на (21) с отчитане че: $\dot{\phi} = \omega \phi_{\max} \cos \omega t$, $d\phi = \omega \phi_{\max} \cos \omega t dt$, $S = 2\ell b$ получаваме:

$$E_B = \frac{1}{2} K(\operatorname{Re}, \phi) \rho S (\ell \omega \phi_{\max})^3 \left(\frac{1}{\omega} - \frac{1}{3\omega} \right) \quad (21')$$

Вътрешното съпротивление (хистерезиса на материала на изпитваните пружини) в специалната литература за пружини изобщо не се отчита [7,8,9]. В редица изследвания на строителни материали и конструкции [4,5,6] са публикувани данни за вътрешно триене на различни материали, включително и конструкционни стомани; тези данни много често са противоречиви и се характеризират с големи разсейвания на стойностите, но е съвсем очевидна тенденцията за драстично понижаване на хистерезиса при повишаване твърдостта на стоманата. Освен това, не подлежи на съмнение почти правопрпорционалната зависимост на силата на вътрешно триене от динамичното напрежение на материала. Поради изложеното, тук ще приемем съпротивителната сила от вътрешно триене F_T на материала на изпитваните пружини да бъде представена със зависимостта $F_T = -\psi P_d(\phi) \operatorname{sgn} \dot{\phi}$, като съответният съпротивителен момент M_T , въз основа на (8) в развит вид е $M_T = -\psi (2\ell^2 c_z + 2h^2 c_y) \rho \operatorname{sgn} \dot{\phi}$, където ψ е коефициент на вътрешно триене (хистерезиса), за който по-нататък ще приемем стойността $\psi = 0,001$.

В съответствие с гореизложеното, въз основа на (7) и (8) и при добавяне на три нови члена, съответстващи на въртящите моменти от разгледаните съпротивления, получаваме в най-общ вид диференциалното уравнение на затихващите ротиращи трептения на системата.

$$J_0 \ddot{\phi} + 2 \int_0^{\ell} K(\operatorname{Re}, \phi) \rho \frac{1}{2} (x\dot{\phi})^2 b(x) x dx - 2R_0 \mu_y r_{\perp} \operatorname{sgn} \dot{\phi} + (2\ell^2 c_z + 2h^2 c_y) \rho - \psi (2\ell^2 c_z + 2h^2 c_y) \rho \operatorname{sgn} \dot{\phi} = 0 \quad (22)$$

Поради относително низките стойности на съпротивления в горното уравнение, целесъобразно е изследванията му по отношение на затихването на трептеливия процес тук да се извърши чрез енергетичния подход [4], като първоначално ще използваме зависимостта:

$$\Delta A / A = \Delta \Pi / 2\Pi \approx \lambda \quad (23)$$

където: A е ъгловата амплитуда в началото на цикъла; ΔA – изменението (намаление) на амплитудата за един цикъл; Π – пълната енергия на трептеливия процес; $\Delta \Pi$ –

изменението (намалението) на енергията Π за сметка на работата на съпротивителните сили за един цикъл; λ – логаритмичният декремент на затихването.

При ъглови трептения с амплитуда $A = \varphi_0$ в началото на всеки цикъл, както е известно, пълната енергия е $\Pi = c_\varphi A^2/2$, където c_φ е ъглова коравина на системата, за която съгласно (8), тук е в сила зависимостта $c_\varphi = M/\varphi = 2(\ell^2 c_z + h^2 c_y)$.

Енергията от въздушното съпротивление за един цикъл, съгл. (21'), при: $\rho = 1,164 \text{ kg/m}^3$, $S = 1 \text{ m}^2$, $\ell = 1 \text{ m}$, $\omega = 100,48 \text{ s}^{-1}$, $A = \varphi_0 = 0,04 \text{ rad}$, $K(\text{Re}, \varphi) = 0,5$, съставлява $E_B \equiv \Delta\Pi_B = 0,1250 \text{ N.m}$.

Енергията от лагерното съпротивление за 1 цикъл, въз основа на определената вече зависимост за M_μ , се изразява, както следва: $E_\mu = \Delta\Pi_\mu = 4M_\mu \varphi_0 = 8R_0 \mu_y r_\mu \varphi_0$, като при стойности на величините $R_0 = 100 \text{ kN}$ (средно), $\mu_0 = 0,001$, $r_\mu = 0,08 \text{ m}$, $\varphi_0 = 0,04 \text{ rad}$, валидни за проектирания стенд, е $E_\mu = \Delta\Pi_\mu = 2,56 \text{ Nm}$.

Енергията от вътрешното триене на изпитваните пружини за 1 цикъл, въз основа на определената вече зависимост за M_T се изразява конкретно както следва: $E_T = \Delta\Pi_T = 4M_T \varphi_0 / 2 = 2\psi c_\varphi \varphi_0^2 = 2\psi(2\ell^2 c_z + 2h^2 c_y) \varphi_0^2$ и при стойности на величините $c_z = 800,4 \text{ kN}$, $\ell = 1 \text{ m}$, $h = 0$, $\psi = 0,001$, $A = \varphi_0 = 0,04 \text{ rad}$, $c_\varphi = 1600,8 \text{ kNm}$, валидни за проектирания стенд, съставлява $E_T = \Delta\Pi_T = 5,122 \text{ Nm}$.

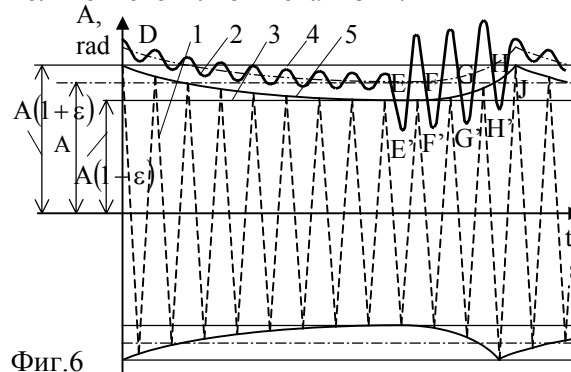
Следователно, общото изменение на енергията от разглежданите съпротивления е $\Delta\Pi = \Delta\Pi_B + \Delta\Pi_\mu + \Delta\Pi_T = 7,807 \text{ N.m}$ и понеже $2\Pi = c_\varphi A^2 = 1600,8 \cdot 0,04^2 = 2561,28 \text{ N.m}$, съгласно (23) получаваме $\lambda = \Delta A/A = \Delta\Pi/2\Pi = 0,003048$, т.е. за 1 цикъл амплитудата се намалява с $1/328$ -ма част. Тъй като амплитудата след n – тия цикъл е $A_n = A(1 - \lambda)^n$, може да се определи, че след 16 -тия цикъл (1 s – за разглеждания пример) амплитудата ще се намали от A на $0,9523 A$, след 48 –мия цикъл – $0,8637 A$, след 96 –тия цикъл (6 s) – $0,746 A$ и т.н.

За поддържане на постоянна амплитуда на трептенията, за разглеждания пример ($A = \varphi_0 = \varphi_{\text{max}} = 0,04$, $\omega_c = 100,48 \text{ s}^{-1}$, $P_m = 100 \text{ kN}$, $P_{dz} = 32,016 \text{ kN}$, $K_{dz} = 0,32016$) е необходимо от вън да се добавя енергията от съпротивленията $\Delta\Pi = 7,807 \text{ N.m}$ за един

цикъл, която при честота 16 Hz съответства на теоретична мощност $N \approx 0,125 \text{ kW}$. За сравнение ще отбележим, че за същите два пружинни комплекта при същите параметри на изпитванията (натоварвания, честота и др.), ако изпитванията се провеждаха по обикновената схема без използване на резонанса, необходимата теоретична мощност съгласно (1) би съставлявала $N = 256 \text{ kW}$, т.е. около 2000 пъти повече.

6. Основни изисквания за регулиране

Регулирането на режимите на работа се свежда до поддържане на зададената амплитуда A в някакви граници $A(1 \pm \varepsilon)$ с приемлива стойност на относителния допуск ε (напр. $\varepsilon = 0,02 \div 0,05$), както и до достигане на тази амплитуда, изхождайки от неподвижното състояние. Устройството (системата), чрез което се извършва регулирането, във всички случаи въздейства чрез внасяне на синхронни силови импулси, като по вид може да бъде: хидравлична сервосистема (съгласно сведенията в т.2); специално електромагнитно устройство; ексцентриково устройство или коляно-мотовилков механизъм.



Фиг.6

Нека на фиг.6 с прекъснатата линия 1 е представен във времето периодичният процес на трептене на стендовата рама в мястото, където се упражнява външното силово въздействие, а с пълтна непрекъсната линия – 2 – положението на плунжера от хидр. сервосистема (в контактуващата му част с рамата). Зададената амплитуда на трептенията с номинална стойност A поддържана в границите от $A(1 - \varepsilon)$ до $A(1 + \varepsilon)$, изобразени с линиите 3 и 4.

При упоменатите предпоставки, първото условие, което се поставя, е плунжерът да следва обвивката 5 на амплитудите 1 на съвсем малко разстояние (около 1 mm), като непрекъснато извършва периодични трептения (премествания) в синхрон с трептенията на рамата. Второто условие е тези трептения на плунжера да бъдат с

амплитуда клоняща към нула в участъка DE, когато липсва контакт между плунжера и рамата, т.е. не се внася енергия от вън и амплитудите на трептенията плавно намаляват. Третото условие е: при достигане на долната граница на амплитудата (т.Е) да се увеличат рязко амплитудите на плунжера и същият да влиза периодично в силов контакт с рамата (вж. фиг.б - отрязъците EE', FF', GG' и HH'); това се прекратява след достигане на горната допустима граница на раменните амплитуди (т.Г), когато същите започнат плавно намаляване и т.н. – процесите се повтарят. За отбелязване е, че синхронните импулси, осъществявани чрез натиск на плунжера върху рамата в отрязъците EE', FF', GG' и HH' започват непосредствено след горните пикови положения на трептенията на рамата, ограничени са по амплитуда и сила и се характеризират с трионовидна форма на сигналите.

При използване на електромагнитно устройство за регулиране режимите за работа на стенда остава същото условие импулсите да се включват при достигане на долната граница на раменните амплитуди и да се изключват при горната. Тук е характерно условието за поддържане на контактната повърхнина на електромагнитна на определено максимално разстояние от обвивката на горните пикове на периодичните трептения на съответната контактуваща част от рамата. Друго характерно условие е, че силовото взаимодействие чрез периодични синхронни импулси се осъществява с притегляне без контакт във възходящите части на кр. I непосредствено преди достигане на горните пикове.

Въпреки, че до тук се акцентира върху регулиране респ. внасяне на енергия към ротиращите трептения с помощта на хидравлична сервосистема, на този етап не съществуват основания да се предявяват претенции за някакво нейно превъзходство над другите системи. Очевидно, необходими са специални изследвания за разработване и обосноваване на най рационалния тип система респ. устройство, както и програма, за регулиране от гледна точка разход на енергия и други важни качества от технически и експлоатационно-икономически характер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Надеждности изпитвания на умора на винтови пружини, определящи тяхната

фактическа дълготрайност, са особено актуални за подвижния жп състав поради високите изисквания на надеждност; голямото разнообразие от производствено-технологични условия на различните производители на пружини поставя с още по-голяма сила този проблем.

2. От различните схеми и методи (подходи) за натоварвания в близки до експлоатационните условия и за провеждане на ускорени натурни изпитвания на винтови пружини, с най-големи предимства, особено по отношение на енергийните разходи и производителността, се открояват балансираната схема на натоварване в съчетание с резонансния подход.

3. Проектираната тук конструкция, основаваща се на балансираната схема на натоварване и резонансния подход, е реализуема и работоспособна; от кинематична и якостна гледна точка, поради доказаната ѝ реализуемост при минимални стойности на масата, масовия инерционен момент и съпротивлението при ротиращите трептения на системата, тя дава възможност да се постигат заложените високи показатели.

4. Регулирането на системата (стенда), свеждащо се до поддържане на зададените амплитуди на ротиращи трептения респ. натоварвания, както и до достигането им, изхождайки от състоянието на покой, се осъществява от хидравлична сервосистема, електромагнитно или друг вид устройство чрез синхронни силови импулси, ограничени по амплитуди и сила и упражнявани обикновено за една част от циклите на ротиращите трептения.

Литература

- [1] Караджов Т., Димитров Ж. Вагоны, Техника, София, 1988
- [2] Маджирски В. Х. Хидродинамика, ДИ Техника, С., 1979
- [3] Бидерман В. Л. Колебания и ударные нагрузки. Сборник "Расчеты на прочность в машиностроении т. III, М. Машгиз, 1956
- [4] Бидерман В. Л. Расчеты на прочность в машиностроении, т. I Гл. IV, М., Машгиз, 1956
- [5] Карчинский И. Л. Расчет строительных конструкций на вибрационную нагрузку. Стройиздат, М., 1944
- [6] Нилиндер Ю. А. Динамические свойства строительства строительных материалов. Сборник, Стройиздат, М., 1949
- [7] Пономарев С. Д. Расчет витых пружин. Сборник "Расчеты на прочность в машиностроении, т. I, М., Машгиз, 1956
- [8] Челноков И. И. И др. Гасители колебаний вагонов. М., Трансжелдориздат, 1963
- [9] Шадур Л. А., Челноков И.И. и др. Вагоны, М., Транспорт, 1980



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЧИСЛЕН МЕТОД ЗА ПРЯКО ИНТЕГРИРАНЕ НА ОБИКНОВЕНОТО ДИФЕРЕНЦИАЛНО УРАВНЕНИЕ ОТ ВТОРИ РЕД И НЯКОИ ТЕХНИЧЕСКИ ПРИЛОЖЕНИЯ

Цвятко Пенчев Емил Димитров*

Технически университет –София, Висше транспортно училище “Т. Каблешков”-
София, ул. Гео Милев №158, rector@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Третирианият в статията числен метод за пряко интегриране на обикновеното диференциално уравнение от втори ред е представен с различни интеграционни формули, имащи различна точност. Общото за тези формули е това, че те представляват сума от краен брой членове, съдържащи стойности на подинтегралната функция през определени равни интервали на независимата променлива и имащи за коефициенти цели числа, образуващи обикновено аритметична прогресия. Възможностите за използване на метода са илюстрирани с някои задачи, свързани с: определяне на огъващите моменти и провисванията на права греда, уравнението за движението на влака, собствените честоти на усукващи колебания.

Ключови думи: числено интегриране, интеграционни формули.

1. Уводни бележки

Поради изключително голямото разпространение в техническите науки на обикновеното диференциално уравнение от 2^{ри} ред, методите за неговото интегриране, очевидно, представляват оправдан интерес. Предлаганият тук пряк метод за тази цел, развит предимно в числената си модификация, се основава на интеграционни формули, коефициентите пред отделните членове на които обикновено образуват някаква аритметична прогресия. Тези формули са различни по вид и точност и в най-общи линии наподобяват по структура и принципи формулите за числено интегриране на диференциалното уравнение от 1^{ви} ред.

Тук е прието да се работи основно с т.н. първични интеграционни формули, които са непосредствено валидни за т.н. нулеви гранични условия (характеризиращи се с

нулеви стойности на интегралната функция и нейната първа производна в определена точка), като в зависимост от действителните гранични условия тези формули по-нататък биват трансформирани.

По понятни съображения разглежданията тук са ограничени главно до тяхната практическа страна, като се дават предимно само крайните резултати без изводи и доказателства и анализ на допусканите грешки.

2. Първични интеграционни формули

В съгласие с поставената тук цел за пряко числено интегриране на обикновеното диференциално уравнение от 2^{ри} ред $Y'' = f(x)$, представляващо определен частен случай [1, 2], след като в графиката на подинтегралната функция $y = f(x)$ (вж. фиг.1) са нанесени равните интервали с подходяща

* Цвятко Пенчев, доцент, д-р, инж., ВТУ “Т. Каблешков”- София,
Емил Димитров, доцент, д-р, инж., Технически университет – София,

стъпка по абсцисата $\Delta x = h$, номерирани в разграничителните линии с $0, 1, 2, \dots, i, \dots, n$, то за произволна (текуща) абсциса $x_i = ih$ разглежданото диференциално уравнение, превърнато в диференчна форма (крайни разлики)

$$\frac{Y_{i-1} - 2Y_i + Y_{i+1}}{h^2} = f(x_i) = y_i \quad (1),$$

дава възможност чрез прилагането му последователно за групите точки $(-1, 0, 1), (0, 1, 2), (1, 2, 3), \dots (i-2, i-1, i)$ при наложени нулеви гранични условия за началото на координатната система (т.е. при $Y_{i=0} = 0, Y'_{i=0} = 0$) да получим:

$$Y_1 = h^2 y_0 + 2Y_0 - Y_{-1} = h^2 y_0$$

$$Y_2 = h^2 y_1 + 2Y_1 - Y_0 = h^2(2y_0 + y_1)$$

$$Y_3 = h^2 y_2 + 2Y_2 - Y_1 = h^2(3y_0 + 2y_1 + y_2)$$

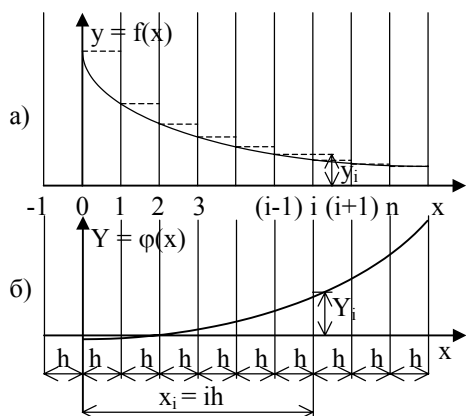
.....

$$Y_i = h^2 [iy_0 + (i-1)y_1 + (i-2)y_2 + \dots + y_{i-1}] \quad (2)$$

Ако си послужим с предварително определяне на интеграла за абсциса x_1 по формулата $Y_1 = \frac{x_1^2}{2} y_0 = \frac{h^2}{2} y_0$, то чрез прилагане на същата формула (1) последователно за групите точки $(0, 1, 2), (1, 2, 3), \dots (i-2, i-1, i)$, следвайки предния подход, получаваме формулата (3):

$$Y_i = \frac{h^2}{2} [iy_0 + (2i-2)y_1 + (2i-4)y_2 + \dots + 2y_{i-1}],$$

която е по-точна в сравнение с формула (2).

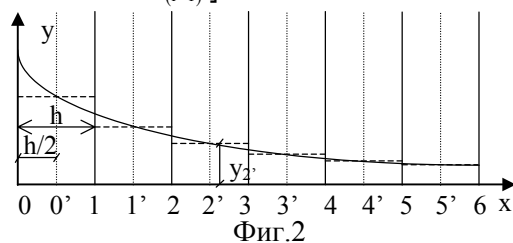


Фиг.1

Интеграционните формули (2) и (3) се основават на заменяне на действителната графика на подинтегралната функция $y(x)$ със стъпаловидна линия, като височините на образуваните правоъгълници са съответно $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{i-1}$ (вж. фиг.1). С цел повишаване на точността, ако вземем за височини на правоъгълниците стойностите на

подинтегралната функция за средите на интервалите $y_0', y_1', y_2', \dots, y_{(i-1)'}$, (вж. фиг.2), получаваме формулата

$$Y_i = \frac{h^2}{2} [(2i-1)y_0' + (2i-3)y_1' + (2i-5)y_2' + \dots + y_{(i-1)'}] \quad (4)$$



Фиг.2

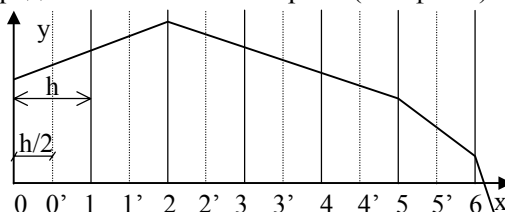
която има значително по-висока точност в сравнение с предните.

На базата на формули (3) и (4) се получават подобни на тях, но още по-точни формули

$$Y_i = \frac{h^2}{2} \left[\frac{(3i-1)y_0 + y_1}{3} + (2i-2)y_1 + (2i-4)y_2 + \dots + 2y_{i-1} \right] \quad (5)$$

$$Y_i = \frac{h^2}{2} \left[\frac{y_0 - y_i}{6} + (2i-1)y_0' + (2i-3)y_1' + (2i-5)y_2' + \dots + y_{(i-1)'} \right] \quad (6),$$

основаващи се на "трапеците" или, с други думи заменяне на действителната графика на подинтегралната функция с линейна функция в пределите на всеки интервал (вж. фиг.3).



Фиг.3

Интересно е да се отбележи приложението при $i=1$, напр. на формула (5): тогава, тъй като $x = h = x_1$ и $x_0 = 0$, тази формула добива вида

$$Y(x_1) = \frac{x_1^2}{2} \frac{2y(x_0) + y(x_1)}{3} \quad (5'),$$

даващ възможност за съвсем лесно интегриране на функцията $y(x)$ в интервала от $x_0=0$ до $x_1 = h$ и при това – с абсолютна точност, ако същата е линейна и непрекъсната.

Може да се докаже, че ако подинтегралната функция $y = f(x)$ е полином от 2^{pa} степен, грешката по формула (6) е противоположна по знак и два пъти по-малка по абсолютна стойност спрямо грешката по

формула (5). Това ни дава възможност да намерим точната стойност на интеграла Y_i в зависимост от приблизително определените стойности по формули (5) и (6), обозначени съответно с $Y_{i(5)}$ и $Y_{i(6)}$, чрез използване на комбинацията

$Y_i = (Y_{i(5)} + 2Y_{i(6)})/3$; така се получава интеграционната формула:

$$Y_i = \frac{h^2}{3} \left[(2i-1)y_0 + (2i-3)y_1 + \dots + y_{(i-1)} + \frac{i}{2}y_0 + (i-1)y_1 + (i-2)y_2 + \dots + y_{i-1} \right] \quad (7)$$

която е най-точна от всички дадени тук формули и за полиноми до втора степен не допуска грешка.

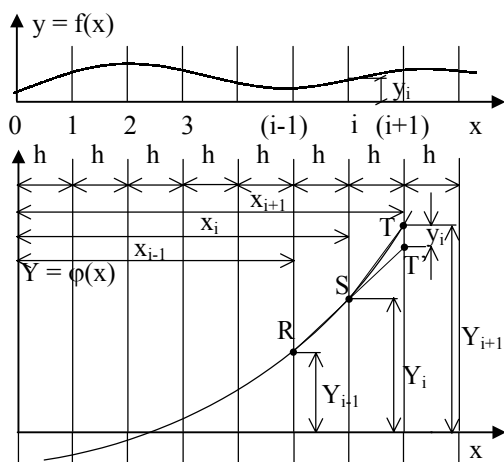
Формула (7) за $i = 1$, т.е. при $x = x_1 = h$, добива вида:

$$Y_1 = \frac{h^2}{3} (0,5y_0 + y_0) = \frac{x_1^2}{3} (0,5y_0 + y_{x_1/2}) \quad (7-1)$$

който при непрекъснатата функция дава твърде точни резултати макар и при сравнително дълъг интервал.

3. Геометрична интерпретация на метода

Геометричната интерпретация на настоящия метод се съдържа на първо място в диференчната форма на уравнението, респ. израза (1) и съответстващото му графично построение от фиг.4. Вижда се, че ако са известни две стойности на интегралната функция, например Y_{i-1} и Y_i , определени с точките R и S, може да се намери третата стойност Y_{i+1} чрез продължаване на отсечката RS до следващата разграничителна линия ($i+1$) на интервала респ. т. T' и нанасяне от там стойността на подинтегралната функция y_i със съответния знак във вертикално направление до т. T – третата точка от интегралната функция.



Фиг.4

По - нататък по същия начин, от известните две точки S и T може да се получи трета точка U (непоказана на фиг.4) и т.н.

Гореизложеното правило за геометрично построение (графично интегриране), което съкратено може да бъде наречено “правило на вилката” или “Y – правило”, е залегнало по принцип в следващите разглеждания, свързани с интеграционните формули. На всяка от тези формули съответства определено геометрично построение, чиято методическа грешка отговаря на съответната формула и във всички случаи е по-малка от методическата грешка на формула (1).

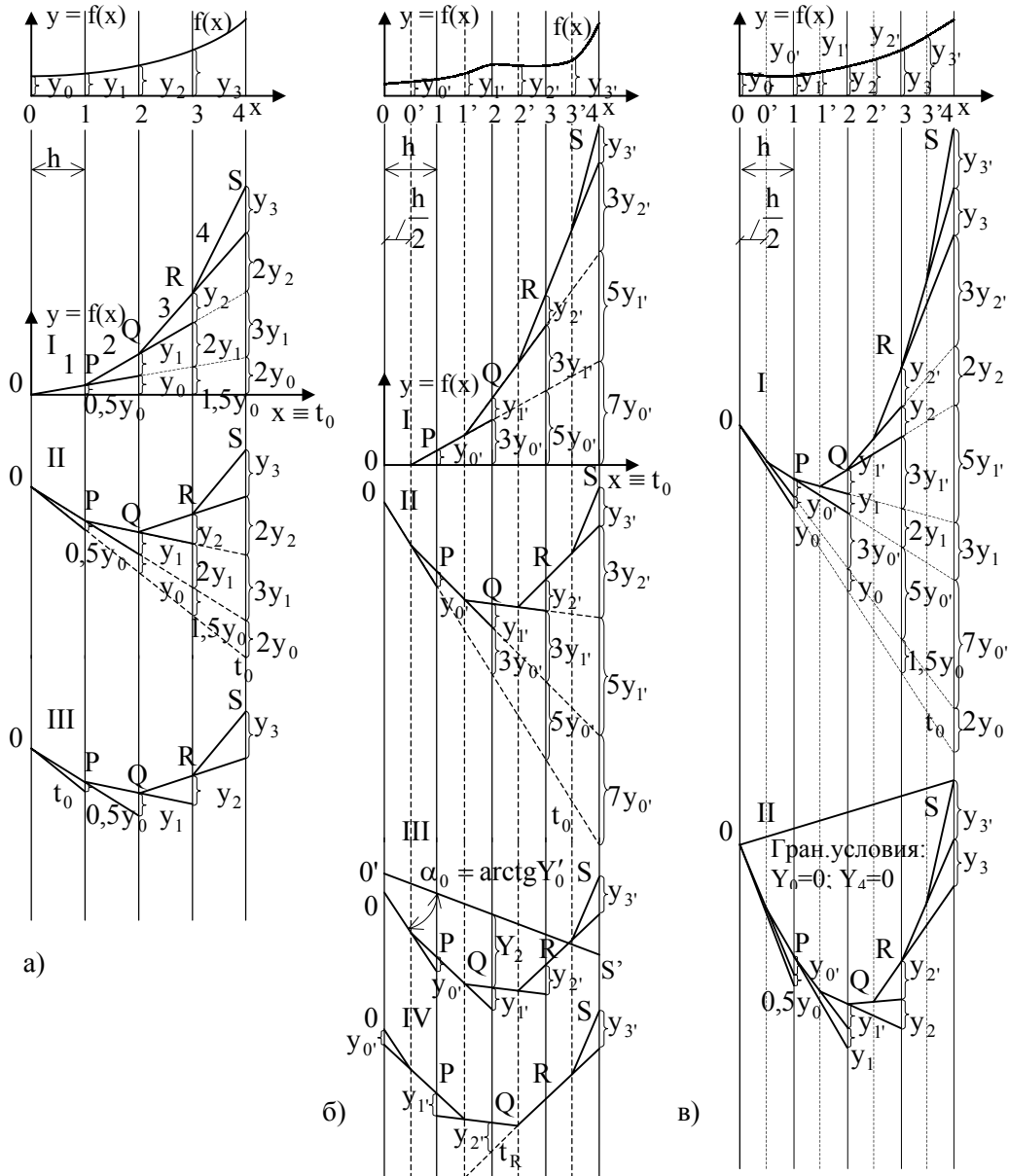
На фиг.5 а, б, в са представени геометрични построения, съответстващи на формули (2), (4) и (7). За показаните три случая построението принципно се извършва по еднакво правило: след като подинтегралната функция $y(x)$ е построена в определен мащаб и след като са прекарани вертикалните разграничителни линии на интервалите $0,1,2,\dots, i$ и подинтервалите $0', 1', 2', \dots, (i-1)'$, най-напред се избира една права за начална или изходна тангента (напр. тангентата t_0 на фиг.5 а I, II и 5 б I, II), от която започват повтарящи се операции – на нанасяне на отсечки y_i (или $y_{i'}$) върху вертикалните разграничителни линии “нагоре” или “надолу” в съответствие със знака им, прекарване на отсечки през получените точки и продължаване на същите до следващите вертикални разграничителни линии. Означените точки O, P, Q, R, S принадлежат към интегралната крива, която е вписана или описана спрямо многоъгълника от построението (на фиг.5 а,б,в не е показана самата интегрална крива). За илюстриране реда на построението, последователността на прекарване на линиите, същите са номерирани на фиг.5 а I.

Изходната тангента, от която започва построението, може да има произволен наклон, както е показано в дадените на фиг 5 построения, с изключение само на 5 а I и 5 б I; освен това, тя може да бъде избрана на произволно място (а не само в началото на координатна система), като правилото за построение остава непроменено независимо от това, че то може да се извършва както на дясно, така и наляво от произволно избраното начало (вж. напр. точка R и тангента t_R от фиг. 3 б IV).

Граничните условия не налагат никакви ограничения върху избора на изходната тангента и изобщо върху техниката на

построение на интегралната крива. След като построението е завършено, зададените гранични условия се фиксират чрез т.н. "затваряща линия", служеща като начало за отчитане интегралните стойности, която се прекарва по такъв начин, че тези условия да бъдат удовлетворени; например: затварящата линия t_0 за I и II построения от фиг. 5 а, б, определяща гранични условия $Y_{x=0} = 0$, $Y'_{x=0} = 0$; затварящата линия OS на фиг. 5 в II,

определяща гранични условия $Y_{x=0} = 0$, $Y_{x=x_4} = 0$; затварящата линия $O'S'$ от фиг. 5 бIII, определяща гранични условия $Y_{x=x_2} = Y_2$, $\alpha_{x=0} = \arctg Y'_0$. Съвсем очевидно е, че при даденото построение на интегралната крива могат да бъдат реализирани извънредно бързо и лесно различни гранични условия.



Фиг.5

В заключение, относно геометричната интерпретация на метода и приложението му в графичен вид, ще отбележим, че въпреки очевидните му предимства пред другите графични методи, тук този въпрос се разглежда съвсем бегло, тъй като при съвременните условия на всеобща

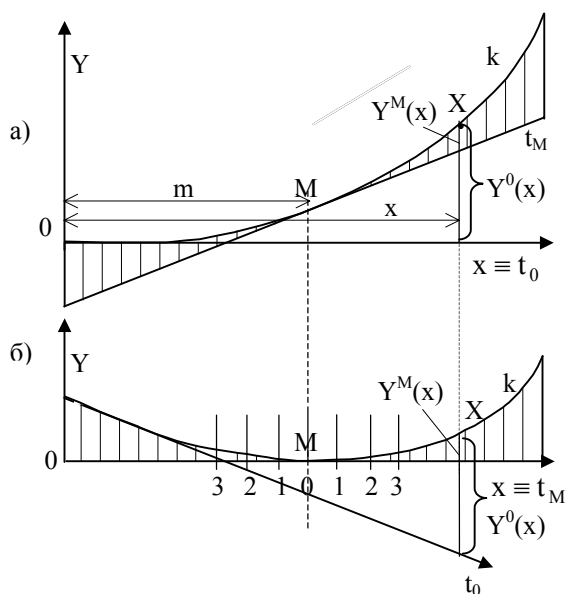
компютързация методите от този вид на практика вече са загубили смисъл за самостоятелно използване. Разглежданията в настоящата точка имат за главна цел да внесат яснота и нагледност за прилагане на числения метод, респ. интеграционните формули от т. 2, особено по отношение на

граничните условия.

4. Привеждане на интеграционните формули към произволни гранични условия

Първичните интеграционни формули, изложени в т.2, макар и да се отнасят за специално въведени гранични условия, наречени нулеви, за началото на координатната система, (т.е. $Y_{x=0} = 0$, $Y'_{x=0} = 0$), могат да се използват и ако нулеви гранични условия са въведени за произволна точка М с абсциса m и тангента t_M от графиката на интегралната крива k , т.е. ако $Y_{x=m} = 0$, $Y'_{x=m} = 0$ (вж. фиг.6а). Тази крива, която първоначално е представена при гранични условия $Y_{x=0} = 0$ и $Y'_{x=0} = 0$ и има тангента t_0 , съвпадаща с абсцисната ос x (т.е. $t_0 \equiv x$), може да бъде пренесена от фиг. 6а на фиг. 6б чрез “хоризонтиране” на тангентата t_M на произволната точка М (т.е. $t_M \equiv x$) и вертикално транслиране на отсечките, заключени между тангентата t_M и кривата k (вж. вертикалните штриховки на фиг.6 а,б).

От изложението е ясно, че за числено определяне на интеграла за текуща абсциса x (т.Х от кривата – фиг. 6 а, б) при наложени нулеви гранични условия за произволна точка М с абсциса m (т.е. при $Y_{x=m} = 0$, $Y'_{x=m} = 0$)



Фиг.6

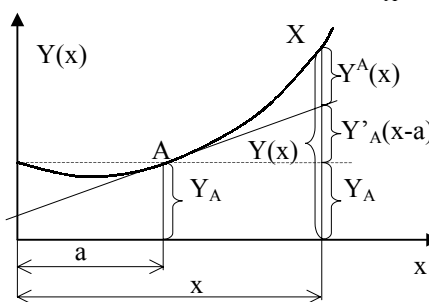
трябва да се приложат първичните интеграционни формули за дясната (надясно от т. М) или лявата част, като практически в двата случая, вземайки за начало т.М (респ. абсцисата m) предварително нанасяме интервалите h и извършваме съответната номерация (вж. фиг. 6 б).

С извършеното тук мислено пренасяне на интегралната крива и хоризонтирането на тангентата в произволна точка М с абсциса m се доказва и възможността за трансформация на коорд. система OxY в коорд. система MxY съгласно зависимостта $x_i = m \pm ih$.

За по-пълна коректност, за да се отбележи, че стойността на интеграла е определена при наложени нулеви гранични условия на т.М с абсциса m (т.е. при $Y_{x=m} = 0$, $Y'_{x=m} = 0$), трябва да се постави съответния индекс (в случая “М”) и така се получава обозначението $Y_{(x)}^M \equiv Y_i^M$ за интеграла в т.Х с абсциса x . В съответствие с това, за всички първични интеграционни формули, дадени в т.2, интегралът би трябвало да се обозначи с $Y_{(x)}^0$ респ. Y_i^0 , но от съображения за краткост и простота индексът “0” е изпуснат.

След горните предварителни пояснения, пристъпвайки към същината на въпроса за привеждане на интеграционните формули към произволни гранични условия, същите ще бъдат разгледани при групирането им в три основни вида: 1) $Y_{x=a} = Y_A$, $Y'_{x=a} = Y'_A$; 2) $Y_{x=a} = Y_A$; $Y'_{x=b} = Y'_B$; 3) $Y_{x=a} = Y_A$, $Y_{x=b} = Y_B$.

4.1. Гранични условия $Y_{x=a} = Y_A$, $Y'_{x=a} = Y'_A$, т.е. за една определена точка А с абсциса a е зададена стойността на интеграла Y_A и неговата първа производна Y'_A .



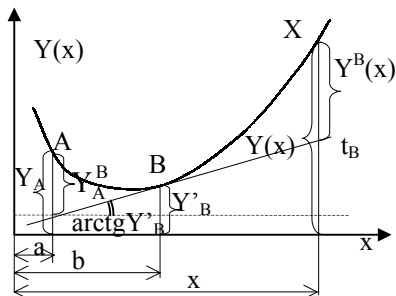
Фиг.7

За този случай от фиг.7 непосредствено се вижда, че интегралът за т.Х от кривата с текуща абсциса x се представя в общия случай (при $Y_A \neq 0$, $Y'_A \neq 0$) като сума от три събираеми:

$$Y(x) = Y_A + Y'_A(x - a) + Y_{(x)}^A \quad (8)$$

където: Y_A и Y'_A са константи (коэффициенти), определени от граничните условия, а $Y_{(x)}^A$ представлява интеграла за произволно абсциса x при наложени нулеви гранични условия за т. А и се изразява с някои от първичните интеграционни формули.

4.2. *Гранични условия* $Y_{x=a} = Y_A$, $Y'_{x=b} = Y'_B$, т.е за една определена точка А с абсциса а е зададена стойността на интеграла Y_A , а за друга (т.В с абсциса b) - неговата първа производна Y'_B .



Фиг.8

Разглеждайки фиг.8 за този случай идваме непосредствено до зависимостта:

$$Y'_B = \frac{(Y(x) - Y_B^B) - (Y_A - Y_A^B)}{x - a} \quad (9)$$

от която се получава работната формула:

$$Y(x) = Y_A + Y'_B(x - a) + Y_B^B - Y_A^B \quad (10)$$

където: Y_A и Y'_B са константи, определни от граничните условия, а Y_B^B и Y_A^B са стойности на интеграла съответно за текуща абсциса x и а при наложени нулеви гранични условия за т. В; същите се изразяват и определят чрез първичните интеграционни формули.

Формула (10) е валидна за произволни стойности на влизашите в нея величини а, b, и x при спазване на знаците им и при съблюдаване на условието, че независимо от взаимното разположение на абсцисите а, b, и x, за абсцисата а е зададена обезателно стойността на интеграла Y_A , а за абсцисата b – първата му производна Y'_B .

4.3. *Гранични условия* $Y_{x=a} = Y_A$, $Y_{x=b} = Y_B$, т.е зададени са стойностите на интеграла за две точки.

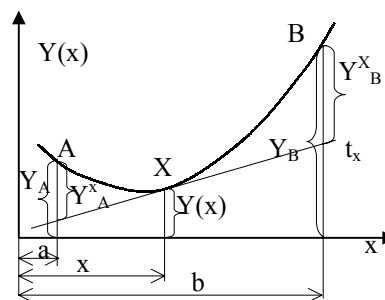
Разглеждайки образуваните подобни триъгълници на фиг.9, идваме непосредствено до зависимостта:

$$\frac{(Y_B - Y_B^X) - (Y_A - Y_A^X)}{b - a} = \frac{Y(x) - (Y_A - Y_A^X)}{x - a} \quad (11)$$

от която получаваме работната формула:

$$Y(x) = \frac{b-x}{b-a}(Y_A - Y_A^X) + \frac{x-a}{b-a}(Y_B - Y_B^X) \quad (12)$$

Разгледаното тук привеждане на първичните интеграционни формули към произволни гранични условия не е свързано с каквито и да било методически грешки, затова



Фиг.9

точността на получените резултати ще се определя единствено от точността на първичните формули.

5. Някои възможности за технически приложения

Настоящият метод може да се прилага за решаване на задачи от различни технически проблеми, които се свеждат до диференциално уравнение от втори ред в обикновен или модифициран вид. Тук ще се спрем съвсем бегло на няколко примера.

5.1. Диференциално уравнение на еластичната линия на права гредка

Обозначавайки с $M(x)$ огъващия момент на гредата около напречната ос у във функция от абсцисата по ос x, съвпадаща с неутралната ос на гредата, с $Z(x)$ – провисването на неутралната ос, с $Jy(x)$ – инерционния момент на сечението на гредата спрямо ос у и с E – модула на надлъжна деформация, диференциалното уравнение на еластичната линия, намерило всеобщо приложение в техническата практика, при сравнително малки провисвания има вида:

$$\frac{d^2 Z(x)}{dx^2} = \frac{M(x)}{E \cdot Jy(x)} \quad (13)$$

При въвеждане за краткост на обозначението $M(x) \equiv M_i = \frac{My(x)}{E \cdot Jy(x)}$, първич-

ната интеграционна формула, например по (4) при нулеви гранични условия за $i = 0$ (което е равносилно на запъване на гредата за тази абсциса), ще има вида:

$$Z_i^0 = \frac{h^2}{2} [(2i-1) M_{0'} + (2i-3) M_{1'} + (2i-5) M_{2'} + \dots + M_{(i-1)'}] \quad (14)$$

като в зависимост от действителните гранични условия може да се прилага в този вид или с трансформиране съгласно дадените в т.4 формули.

5.2. Диференциално уравнение за движение на материална точка

Изминатият път S при движение на

материална точка с маса m под действието на сила P , зависеща от времето t , както е известно, се определя с уравнението на Нютон:

$$\frac{d^2S}{dt^2} = \frac{P(t)}{m} = f(t) \quad (15)$$

което може да бъде решавано точно по изложеният метод (без модифициране), като се извършва една проста замяна на S с Y , на t с x и на $f(t)$ с $f(x) = y$.

По-особен е случаят, имащ подчертана приложимост при транспортните средства (в частност за движение на влак), когато силата P е зависима от скоростта V . Тогава, изхождайки от зависимостите $dV/dt = P_{(V)}/m$ и $dS = Vdt$, получаваме за изминатия път от начална скорост $V_H = 0$ до крайна скорост $V_k = V_n = n(\Delta V)$ или обратно:

$$S = \int_0^{V_n} \frac{VdV}{P_{(V)}} \quad (16) \quad \text{или} \quad S = \int_0^{V_n} r_{(V)} VdV \quad (16')$$

където: $p_{(V)} = P_{(V)}/m$ - специфична ускоряваща сила; $r_{(V)} = 1/p_{(V)}$ - реципрочна стойност на специфичната ускоряваща сила; n - цяло число, номер на скоростния интервал.

Както е известно от обикновеното диференциално уравнение от n -ти ред $Y''(x) = f(x)$, при гранични условия $Y_{x=x_n} = 0$ и $Y'_{x=x_n} = 0$, стойността на интеграла за $x = 0$ може да се представи както следва:

$$Y_{x=0}^n = \int_0^{x_n} f(x) x dx \quad (17)$$

Въз основа на аналогията между (17) и (16), за определяне на изминатият път можем да ползваме първичните интеграционни формули от т.2. Като се имат в предвид, обаче, различията в граничните условия (в единия случай нулевите гранични условия са наложени при $x = 0$, а в другия - при $x = x_n = nh$ респ. $V = V_n = n(\Delta V)$), тук, в интеграционните формули за пътя членовете на аритметичната прогресия се получават в обратен ред. Например, формула (7), приложена тук за определяне на изминатия път от начална скорост $V_H = 0$ до крайна скорост $V_k = V_n = n(\Delta V)$, ще има вида:

$$S_{0-n} = \frac{\Delta V^2}{3} \left[r_0 + 3r_1 + 5r_2 + \dots + (2n-1)r_{(n-1)} + r_1 + 2r_2 + 3r_3 + \dots + (n-1)r_{(n-1)} + \frac{n}{2} r_n \right] \quad (7-2)$$

Изминатият път между скоростите V_i и V_n , т.е. при $V_H = V_i$, $V_k = V_n$ или обратно (като $V_i < V_n$) ще бъде:

$$S_{i-n} = \frac{\Delta V^2}{3} \left[(2i+1)r_i + (2i+3)r_{(i+1)} + \dots + (2n-1)r_{(n-1)} + \frac{i}{2} r_i + (i+1)r_{(i+1)} + (i+2)r_{(i+2)} + \dots + (n-1)r_{(n-1)} + \frac{n}{2} r_n \right] \quad (7-3)$$

Например, при $i = 4$ и $n = 7$ формула (7-3) получава вида:

$$S_{4-7} = \frac{\Delta V^2}{3} \left[9r_4 + 11r_5 + 13r_6 + 2r_4 + 5r_5 + 6r_6 + \frac{7}{2} r_7 \right] \quad (7-4)$$

Ако целият скоростен диапазон от $V_H = 0$ до $V_k = V$ се разглежда като един интервал, формула (7-2) за този случай ($i = 1$) добива вида:

$$S_{0-V} = \frac{V^2}{3} \left[0,5r_V + r_{\frac{V}{2}} \right] \quad (7-5),$$

който при плавна крива на $r_{(V)}$ респ. $p_{(V)}$ има съвсем задоволителна точност, макар и при сравнително голям скоростен диапазон.

Прилагането на изложения метод за интегриране в реално време в системите за автоматично управление движението на влака и съответните тренажорни системи позволява по-бързото извършване на интеграционните изчисления, което дава възможност за своевременно формиране на адекватна реакция по отношение режимите на управление.

5.3. Усукващи трептения на валове

При безтегловен вал с n диск, свързани с него, имащи масови инерционни моменти J_1, J_2, \dots, J_n , при ъглова коравина на вала в участъците между дисковете k_1, k_2, \dots, k_{n-1} и ъглова коравина на еластичните опори в местата на дисковете C_1, C_2, \dots, C_n , при ъгли на завъртане на дисковете в процеса на трептенията $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$, и амплитудни стойности на същите ъгли $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, диференциалните уравнения на трептенията на различните дискове могат да се запишат във вида:

$$J_i \ddot{\theta}_i - k_{i-1}(\theta_{i-1} - \theta_i) + k_i(\theta_i - \theta_{i+1}) + C_i \theta_i = 0 \quad (18)$$

а честотните уравнения (при честота p) -

$$J_i \lambda_i p^2 + k_{i-1}(\lambda_{i-1} - \lambda_i) - k_i(\lambda_i - \lambda_{i+1}) -$$

$$-C_i \lambda_i = 0 \quad (19)$$

от където след преобразуване в безразмерни величини получаваме диференциалната форма на тези уравнения:

$$\lambda_{i-1} - 2\lambda_i + \lambda_{i+1} = -\left(\frac{J_i p^2}{k_i} + \frac{C_i}{k_i}\right) \lambda_i \quad (20)$$

имаща аналогия с уравнение (1) при различие, заключаващо се в това, че в дясната част освен подинтегралната функция съществува като множител на нея и стойността на интегралната функция λ_i . При това положение все пак съществува възможност за прилагане на изложения метод, макар и с някои нюанси към усукващите трептения на валове.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Представеният тук числен метод за пряко интегриране на обикновеното диференциално уравнение от 2-ри ред се основава на интеграционни формули, коефициентите пред отделните членове на

които обикновено образуват аритметична прогресия. За интеграционните формули съществува пряка и удобна за използване геометрична интерпретация, представена съкратено в статията.

2. Получените интеграционни формули могат да се преобразуват за произволно зададени гранични условия.

3. Благодарение на характерните качества на метода – директност и опростеност – той би намерил приложение във вградени микропроцесорни системи, извършващи интегриране в реално време, което позволява своевременно формиране на адекватна реакция върху обекта за управление.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бахвалов Н.С. Численные методы. Изд. "Наука", М. 1973
- [2] Ралстон А. Начален курс по числени методи (превод от английски) Изд. "Наука и изкуство", С. 1972



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**РЕСУРСИ ПОД СМЕСЕНО И
ДИФЕРЕНЦИРАНО НАТОВАРВАНЕ**

**ГЕОРГИ ГЕНАДИЕВ
ТАТЯНА АВДЖИЕВА
ОЛЕГ КРЪСТЕВ**

ABSTRACT

The paper presents the life of machine objects such as machines and their units, aggregates, etc. with possibilities of localization, i.e. making the spectra of their operational loading narrower. To make the spectra narrower may be achieved by organizational activities. As a result one can observe an increase of the objects life.

Ключови думи: техническа експлоатация, надеждност, ресурс.

ВЪВЕДЕНИЕ

Транспортните машини изразходват техническия си ресурс с различна скорост - в зависимост от експлоатационното натоварване. Влиянието на експлоатационното натоварване (спектъра на натоварването) върху техническия ресурс е сравнително слабо изучена област. При транспортните машини теоретично или реално съществуват възможности за експлоатиране в отделни или конкретни условия, например локомотив в пътническо движение, в товарно движение и пр.; автомобил по пътища с твърдо покритие, по черни пътища, по асфалтобетонни пътища и пр. На всяко отделно експлоатационно условие съответства най-често неизвестен многомерен спектър на натоварването на транспортната машина.

Обект на настоящата работа е едно сравнително изследване на ресурсите в условията на диференцирано натоварване и в смесено натоварване.

**РЕСУРСИ НА ДЕТАЙЛИ В
ТРАНСПОРТНИТЕ МАШИНИ -
ВЛИЯНИЕТО НА
ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ УСЛОВИЯ**

За граничния по дълготрайност пробег на детайлите на автомобил в смесени експлоатационни условия в [1] е изведена зависимостта:

$$L_{\text{смес}} = \frac{1}{\frac{\alpha_1}{L_1} + \frac{\alpha_2}{L_2} + \dots + \frac{\alpha_n}{L_n}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i}{L_i}}, \quad (1)$$

където

L_i , $i=1, 2, \dots, n$, е граничният пробег на автомобилния детайл, формиран при i -тото експлоатационно условие, т.е. при отделното експлоатационно условие;

α_i , $i=1, 2, \dots, n$ - продължителността на работата при съответното експлоатационно условие, изразена като част от общия пробег

Георги Генадиев, доц., д-р, инж., катедра “Локомотиви и вагони”,
Татяна Авджиева, гл. ас., инж., катедра “Технология на машиностроителното производство и химия”,
Олег Кръстев, гл. ас., инж., катедра “Локомотиви и вагони”
- ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев 158, 1574 София

при смесените експлоатационни условия -

$$L^{\text{мес}} \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \right).$$

Зависимостта (1) е изведена при едно съществено физическо предположение: отделните режими на движение на автомобила влияят независимо върху якостта на детайла.

Нека допуснем възможността всеки автомобил да работи при отделно експлоатационно условие и още, че тази възможност се отнася към еднакъв брой автомобили. Тогава общо в наличния автомобилен парк ще се реализира средният пробег:

$$L_{\text{cp}} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad (2)$$

където L_{cp} е означението на средния граничен пробег на детайла.

Резултати от оценяването на пробезите на полуоси на товарен автомобил са дадени в таблица 1 - при четири експлоатационни условия: 1 - съответства на пътища с твърдо покритие и в много лошо състояние; 2 - на лоши черни пътища; 3 - на черни пътища, характерни за селска местност; 4 - на пътища с добро асфалтобетонно покритие. Стойностите на L_1, L_2, L_3 и L_4 са дадени в [1] (там стойността на L_4 е неопределена, т.е. "безкрайност", като стойността в таблицата сме избрали по експлоатационно-технически съображения). В таблица 1 се вижда, че:

$$L_{\text{cp}} > L^{\text{мес}}. \quad (3)$$

Таблица 1

Стойности на пробезите $\frac{L^{\text{мес}}, \text{ km}^*}{L_{\text{cp}}, \text{ km}}$:

		↓ α_2								
		0,15	0,00	0,10	0,25	0,05	0,03	0,01		
⇒ α_1	0,00	30 401	238 244	42 867	19 222	72 660	×	×	×	0,75
		398 400	595 000	398 400	97 600	398 400				
	0,15	3 545	3 946	3 669	3 320	3 803	×	×	×	0,60
		298 950	396 867	298 950	65 267	298 950				
	0,50	1 158	1 198	1 171	1 133	1 184	×	×	×	0,25
		298 950	396 867	298 950	65 267	298 950				
	0,55	1 056	1 089	1 067	1 035	1 078	×	×	×	0,20
		298 950	396 867	298 950	65 267	298 950				
	0,60	971	999	980	953	989	×	×	×	0,15
		298 950	396 867	298 950	65 267	298 950				
0,75	782	800	788	770	794	×	×	×	0,00	
	335 267	500 300	335 267	2 900	335 267					
0,90	×	×	×	×	×	$\frac{664}{298 950}$	×	×	0,02	
0,00	×	×	×	×	×	×	×	$\frac{338 328}{398 400}$	0,01	
		0,10	0,25	0,15	0,00	0,20	0,05	0,01	0,98	
		↑ α_4								

* Пробезите са дадени под и над черта: отдолу - L_{cp} , отгоре - $L \equiv L^{\text{мес}}$ за посочените комбинации на $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3,$ и α_4 ; срещу невъзможните комбинации стои знакът "×".

Не съществуват физически ограничения да обобщим зависимостта (1) за произволна транспортна машина, т.е.:

$$T \equiv T^{\text{мес}} = \frac{1}{\frac{\alpha_1}{T_1} + \frac{\alpha_2}{T_2} + \dots + \frac{\alpha_n}{T_n}}, \quad (4)$$

където

T_i , $i = 1, 2, \dots, n$, е ресурсът на транспортния обект (разбираме детайл, възел, агрегат и пр. на транспортната машина или цялата транспортна машина) при i -тото експлоатационно условие;

α_i , $i = 1, 2, \dots, n$, - частта от сумарния ресурс - $T^{\text{смес}}$, изразходвана от присъствието на i -тото експлоатационно условие (отново $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$).

Сега се връщаме към възможността всяка транспортна машина от определен наличен машинен парк да работи при едно отделно експлоатационно условие. На тази възможност, отнесена към еднакъв брой машини, съответства реализирането общо за машинния парк на средния ресурс на обекта - с означение T_{cp} :

$$T_{\text{cp}} = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}. \quad (5)$$

ОЦЕНКИ НА РЕСУРСИТЕ НА ДЕТАЙЛИ В ТРАНСПОРТНАТА ТЕХНИКА - ВЛИЯНИЕТО НА РАЗДЕЛЕНИТЕ СПЕКТРИ НА НАТОВАРВАНЕТО

Изхождаме от една известна зависимост за оценяването на ресурса (по-точно – на средния ресурс) на детайл, подложен на уморно разрушаване [2]:

$$T \equiv T^{\text{смес}} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_A^B \frac{f(s)}{N(s)} ds \right]^{-1}, \quad (6)$$

където

$T \equiv T^{\text{смес}}$ е означението на ресурса;

a_p - величина, зависеща от материала на детайла и от условията на неговото натоварване;

ω_{cp} - средният брой цикли на натоварването;

$f(s)$ - спектърът на натоварването;

$N(s)$ - аналитичният вид на кривата на умора;

s - текущата стойност на амплитудата на напрежението (нормално или тангенциално);

$A=s_{\text{min}}$, $B=s_{\text{max}}$.

Нека сега да считаме, че изходният пълен

спектър на натоварването $f(s)$ е разделен на теоретично непрепокриващи се частични спектри - $f_i^{\text{спектър}}(s)$, $i=1, 2, \dots, n$. Ресурсът, продукт на i -ия частичен спектър на натоварването, оценяваме със зависимостта:

$$T_i = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_C^D \frac{f_i^{\text{спектър}}(s)}{N(s)} ds \right]^{-1} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_C^D \frac{c_i^{\text{норм}} f_i(s)}{N(s)} ds \right]^{-1}, \quad (7)$$

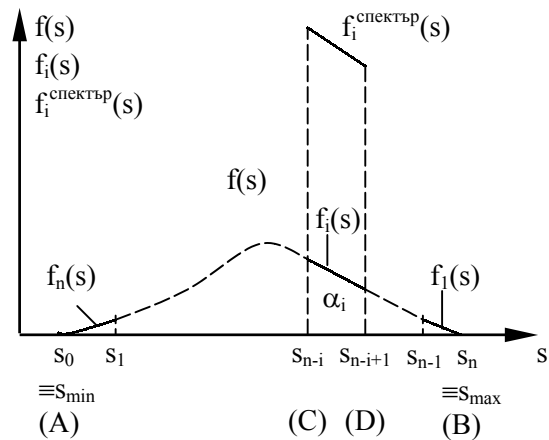
където

$f_i(s)$ е формалният отрязък от пълния спектър, в граници от s_{n-i} до s_{n-i+1} (фиг.1);

$$f_i^{\text{спектър}}(s) = c_i^{\text{норм}} f_i(s);$$

$c_i^{\text{норм}} = \frac{1}{\alpha_i}$ - нормиращата константа, която

нормира (“повдига”) отрязъка $f_i(s)$ до спектъра $f_i^{\text{спектър}}(s)$, т.е. до плътност на разпределение (вж. също и фиг.1);



Фиг. 1

Частичен спектър на натоварване.

α_i – площта под кривата $f_i(s)$;

$C=s_{n-i}$, $D=s_{n-i+1}$.

За детайл, подложен на усукване, зависимостите (6) и (7) приемат вида:

$$T^{\text{смес}} \equiv L^{\text{смес}} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_E^F \frac{f(\tau)}{N(\tau)} d\tau \right]^{-1}, \quad (8)$$

$$T_i \equiv L_i = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_G^H \frac{c_i^{\text{норм}} f_i(\tau)}{N(\tau)} d\tau \right]^{-1}, \quad (9)$$

където

L е другото означение ресурса като пробег;

τ - текущата стойност на амплитудата на

тангенциалното напрежение;

$$E=\tau_{\min}, F=\tau_{\max}; G=\tau_{n-i}, H=\tau_{n-i+1}.$$

Нека за определеност приемем още нормален разпределителен закон на спектъра на натоварването и експоненциален закон, описващ кривата на умора на детайла:

$$f(\tau) = \frac{1}{\sigma^{\text{разпр}} \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\tau - M^{\text{разпр}})^2}{2(\sigma^{\text{разпр}})^2}\right), \quad (10)$$

$$N(\tau) = N_{\text{баз}} \cdot \exp(-\mu(\tau - \tau_{-1}^{\text{дет}})), \quad (11)$$

където

$M^{\text{разпр}}$ и $\sigma^{\text{разпр}}$ са параметрите на разпределителния закон;

$N_{\text{баз}}$ (базовото число), μ и $\tau_{-1}^{\text{дет}}$ (границата на умора) - параметрите на кривата на умора на детайла.

За оценяването на ресурсите приемаме следните изходни данни:

$$M^{\text{разпр}} = 120, \text{ МПа}; \sigma^{\text{разпр}} = 10, \text{ МПа};$$

$$N_{\text{баз}} = 5,6 \cdot 10^6; \mu = 0,02, \text{ МПа}^{-1};$$

$$\tau_{-1}^{\text{дет}} = 90, \text{ МПа}; a_p = 1; \omega_{\text{ср}} = 500, \text{ km}^{-1};$$

$$\tau_{\min} \approx M^{\text{разпр}} - 3\sigma^{\text{разпр}} = 90, \text{ МПа};$$

$$\tau_{\max} \approx M^{\text{разпр}} + 3\sigma^{\text{разпр}} = 150, \text{ МПа}.$$

С наша програма за персонален компютър при горните изходни данни получихме оценки за ресурсите - резултатите са дадени в таблица 2 и таблица 3. В действителност ние не реализираме конкретен числен експеримент. Следователно, не се налага съпоставяне на ресурсните оценки с известни показатели за дълготрайност - то няма пряко отношение към нашето изследване. Сравняването на последните два реда на таблица 2 и таблица 3 показва, че:

$$T_{\text{ср}} > T^{\text{смес}}. \quad (12)$$

Установихме с проверка, че получените резултати в таблица 2 и таблица 3 изпълняват зависимостта (4).

Таблица 2

Оценяване на ресурси на детайл при разделен спектър на натоварване - разделяне по равни интервали на цикличното натоварване, и при пълно циклично натоварване:

	Брой разделения на спектъра - n				
	2	3	4	6	12
$T_i, \text{ km}$ $i = 1 \div n$	$T_1 = 5\ 224$ $T_2 = 7\ 172$	$T_1 = 4\ 529$ $T_2 = 6\ 110$ $T_3 = 8\ 288$	$T_1 = 4\ 185$ $T_2 = 5\ 410$ $T_3 = 6\ 938$ $T_4 = 8\ 987$	$T_1 = 3\ 864$ $T_2 = 4\ 656$ $T_3 = 5\ 597$ $T_4 = 6\ 727$ $T_5 = 8\ 097$ $T_6 = 9\ 756$	$T_1 = 3\ 584$ $T_2 = 3\ 953$ $T_3 = 4\ 361$ $T_4 = 4\ 812$ $T_5 = 5\ 302$ $T_6 = 5\ 852$ $T_7 = 6\ 454$ $T_8 = 7\ 112$ $T_9 = 7\ 852$ $T_{10} = 8\ 657$ $T_{11} = 9\ 547$ $T_{12} = 10\ 531$
$T_{\text{ср}}, \text{ km}$	6 198	6 309	6 380	6 449	6 499
$T \equiv T^{\text{смес}}, \text{ km}$	6 044				

Таблица 3

Оценяване на ресурси на детайл при разделен спектър на натоварване - **разделяне по равни вероятности за появата на всяко отделено циклично натоварване**, и при пълно циклично натоварване:

	Брой разделения на спектъра - n			
	2	4	6	8
$T_i, \text{ km}$ $i = 1 \div n$	$T_1 = 5\ 224$ $T_2 = 7\ 172$	$T_1 = 4\ 758$ $T_2 = 5\ 759$ $T_3 = 6\ 553$ $T_4 = 7\ 868$	$T_1 = 4\ 555$ $T_2 = 5\ 369$ $T_3 = 5\ 897$ $T_4 = 6\ 406$ $T_5 = 7\ 029$ $T_6 = 8\ 232$	$T_1 = 4\ 429$ $T_2 = 5\ 145$ $T_3 = 5\ 574$ $T_4 = 5\ 953$ $T_5 = 6\ 343$ $T_6 = 6\ 781$ $T_7 = 7\ 341$ $T_8 = 8\ 472$
$T_{cp}, \text{ km}$	6 198	6 235	6 248	6 255
$T \equiv T^{смес}, \text{ km}$	6 044			

ЕДНО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ ПРИ СМЕСЕНО И РАЗДЕЛЕНО ДИСКРЕТНО ЦИКЛИЧНО НАТОВАРВАНЕ

Резултати от наше експериментално изследване на **ресурси по брой цикли до разрушаване** на определена контактна площ са представени в таблица 4, където чертичката над циклите N означава статистическо осредняване.

Отношенията $\frac{\bar{n}_1^{смес}}{\bar{N}^{смес}}$ и $\frac{\bar{n}_2^{смес}}{\bar{N}^{смес}}$ придобиват

смысла на съответните части от ресурса, изчерпани от присъствието на всяко от едностепенните циклични натоварвания (вж. зависимостта (4) и поясненията след нея), т.е.:

$$\alpha_1 \equiv \frac{\bar{n}_1^{смес}}{\bar{N}^{смес}}; \alpha_2 \equiv \frac{\bar{n}_2^{смес}}{\bar{N}^{смес}}. \tag{13}$$

Анализът на представените в таблицата 4 резултати показва, че смесеното натоварване е по-неизгодно от разделеното - броят цикли до разрушаване при смесеното двустепенно натоварване е по-малък от средния брой цикли при едностепенните натоварвания:

$$10,260 \cdot 10^6 = \bar{N}^{смес} \equiv T^{смес} < T^{cp} \equiv \frac{\bar{N}_1 + \bar{N}_2}{2} = 13,513 \cdot 10^6. \tag{14}$$

Следователно, изпълнява се зависимостта (12), като:

$$0,164 = \frac{\bar{N}_1}{\bar{N}_2} \equiv \frac{T_1}{T_2} < \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \equiv \frac{\frac{\bar{n}_1^{смес}}{\bar{N}^{смес}}}{\frac{\bar{n}_2^{смес}}{\bar{N}^{смес}}} = 0,456. \tag{15}$$

Тук не коментираме последната зависимост.

ИЗВОДИ

За изложените тук резултати за оценки на ресурсите се изпълнява неравенството (12) - при двукратно и многократно разделяне на общия спектър на натоварването на теоретично непрепокриващи се (на практика най-често леко препокриващи се) съставни спектри. Привличаме и други получени резултати, например в [3] (връзка между ширината на спектъра на натоварването и средните пробези на колоосните бандажи), [4] и [5] (влианието на стабилизираното натоварване върху междуремонтните пробези) и [6] (печалба на ресурс от коригирането на междуремонтните пробези - с корекция според натоварването).

Наблюдаваме интересен ефект: ресурсно предимство на експлоатирането по тесни спектри на натоварването.

Експериментални резултати от изпитване на контактна двойка върху машина за контактна умора тип “Амслер”:

Условен № на натоварването	Вид циклично натоварване	Товар, kg	Напрежение в мястото на контакта, МПа	Брой цикли до контактна умора - N		Повредена площ, mm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)
1	едностепенно	6,460	860	1,53.10 ⁶ = N ₁	$\frac{\bar{N}_1 + \bar{N}_2}{2} = 13,513 \cdot 10^6$	25,100
				3,40.10 ⁶ = N ₁		24,990
6,50.10 ⁶ = N ₁	24,823					
				средно: 3,810.10 ⁶ = \bar{N}_1		средно: 24,971
2	едностепенно	5,460	750	8,90.10 ⁶ = N ₂	$\frac{\bar{N}_1}{\bar{N}_2} = 0,164$	24,785
				31,25.10 ⁶ = N ₂		25,165
29,50.10 ⁶ = N ₂	25,096					
				средно: 23,217.10 ⁶ = \bar{N}_2		средно: 25,015
3	смесено - двустепенно	6,460	860	3,68.10 ⁶ = n ₁ ^{смес}		сумарно: 24,989
		5,460	750	6,20.10 ⁶ = n ₂ ^{смес}		
4	смесено - двустепенно	6,460	860	2,75.10 ⁶ = n ₁ ^{смес}		сумарно: 24,879
		5,460	750	7,89.10 ⁶ = n ₂ ^{смес}		
				средно: 3,215.10 ⁶ = \bar{n}_1 ^{смес}		
				средно: 7,045.10 ⁶ = \bar{n}_2 ^{смес}		
				$\bar{N}^{смес} = \bar{n}_1^{смес} + \bar{n}_2^{смес} = 10,260 \cdot 10^6$		
				$\frac{\bar{n}_1^{смес}}{\bar{N}^{смес}} = 0,313$		
				$\frac{\bar{n}_2^{смес}}{\bar{N}^{смес}} = 0,687$		
				$\frac{\bar{n}_1^{смес} / \bar{N}^{смес}}{\bar{n}_2^{смес} / \bar{N}^{смес}} = \frac{\bar{n}_1^{смес}}{\bar{n}_2^{смес}} = 0,456$		

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гольд. Б.В. и др. Прочность и долговечность автомобиля. Под ред. Б.В. Гольда. М., Машиностроение, 1974.

[2] Лукинский, В.С. и др. Долговечность деталей шасси автомобиля. Под общ. ред. В.С. Лукинского. Л., Машиностроение, 1984.

[3] Генадиев, Г., Ив. Иванов. Ресурсни характеристики на локомотивни бандажи. Сп. “Железопътен транспорт”, 6/2000.

[4] Генадиев, Г. Метод за оценяване на ефективността на системите за техническо обслужване и ремонт на железопътната техника. Сп. “Железопътен транспорт”, 3/1998.

[5] Генадиев, Г., П.Петров. Стабилизиранията експлоатационна натовареност на локомотивите - източник на ресурс. Сп. “Железопътен транспорт”, 3/1999.

[6] Генадиев, Г. и др. Коригиране на междуремонтните пробези на дизеловите локомотиви в системата на НК “БДЖ”. Сп. “Железопътен транспорт”, 10/2001.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ТАЛИГА ТОВАРНА С КОЛООСИ ЗА РАЗЛИЧНИ МЕЖДУРЕЛСИЯ

Александър Диканаров

НИТИЖТ-ЕООД, Технически изпитвателен център, секция "Вагони"
София, гара Илиянци, България

АНОТАЦИЯ

Докладът разглежда експерименталните изследвания на талига с колооси за различни междурелсия - 1435 mm и 1520 mm - за товарни вагони. Тя е изработена в ЖПТ - София по патент на д-р инж. Н. Гайдаров. Прототип на тази талига е изпитван в продължение на няколко години в НИТИЖТ-ЕООД. Упоменати са основните видове изпитвания. Специално е разгледано изпитването на заключващото устройство.

Ключови думи: Жп техника, вагони, талиги, колооси за различни междурелсия, изпитване

Общи сведения

Българската товарната талига с колооси за различни междурелсия е създадена в ЖП завод - София на базата на патент на д-р инж. Н. Гайдаров и на стандартизирана от UIC талига Y25L с осно натоварване 22.5 t/ос. Основните особености на тази талига са способността ѝ да се движи по път с междурелсие 1435 mm и 1520 mm и независимо въртящите се колела на всяка колоос. Преминаването от едно междурелсие на друго става посредством специално преходно устройство със скорост 5÷8km/h. Някои основни параметри на талигата:

-междурелсие	- 1435/1520 mm
-база на талигата	- 1800 mm
-макс. дължина на рамата	- 3250 mm
-макс. ширина на рамата	- 2520 mm
- разстояние между плъзгалките	- 1700 mm
- колоосно натоварване	- 22.5 t
- собствена маса	- 5.6 t
- макс.конструктивна скорост	- 120 km/h

Талигите с раздвижни колооси са перспективна алтернатива на смяната на талигите или претоварването на товарите на други вагони при преминаване на жп състави от едно на друго междурелсие. По тези въпроси работят много страни в Европа, както и подкомисия 45B и 57B на ERRI. Съществуват фишове на UIC, които регламентират видовете изпитвания и условията за допускане в експлоатация на такива талиги [1]. В някои страни, като Испания и Франция например, има значителен натрупан опит за системите за преминаване от едно на друго междурелсие, но за товарните вагони въпросът стои открит. В цяла Европа са работи по различни проекти - Германия, Полша, Русия и други страни. В UIC се подготвя избор на система за движение по различни междурелсия, която да бъде стандартизирана, но до сега няма решение, отговарящо на всички изисквания за техническите качества, безопасност на движението, ниска цена и простота на обслужването и ремонта.

Инж. Александър Диканаров, н.с. I ст., НИТИЖТ-ЕООД, Технически изпитвателен център, секция "Вагони", София, гара Илиянци, България

Изпитвания на талига с раздвижни колооси

В НИТИЖТ - ЕООД, Технически изпитвателен център, секция “Вагоны”, са проведени всички изпитвания на прототипа на талигата [2]. Не са правени само експлоатационни наблюдения и свързаните с тях изследвания. Тук са изброени най-важните видове извършена работа:

-Проведени са стендови статични якостни изпитвания на рамата на талигата съгласно изискванията на фиш 510-3 на UIC;

-Проведени са динамично ходови изпитвания при скорост до 130 km/h при празен и натоварен вагон с 22,5 t/os за определяне на плавност на хода W_z и критериите против дерайлиране по методики на НИТИЖТ и изискванията на фишове 432 и 518 на UIC;

-Проверена е коравината на усукване на талигата и разтоварването на колелата при

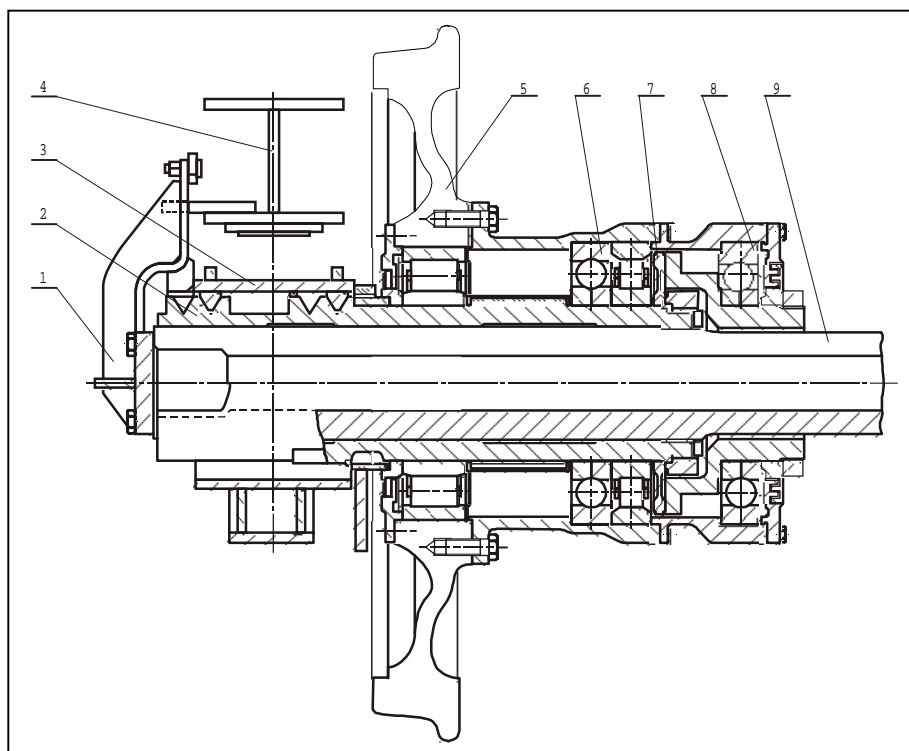
преминаване на неравности в съответствие с ERRI B55 RP 8 ;

- Проведени са стендови изпитвания за изменение на разстоянието между колелата, породени от еластичността на колооста при едновременно вертикално и хоризонтално натоварване с 30% претоварване по методика на НИТИЖТ;

-Стендови изпитвания на умора на раздвижната колоос и заключващото устройство по изискванията на фиш 510-4 на UIC;

-Проведени са експлоатационни изпитвания на преходното съоръжение на Фериботния комплекс - Варна, при което са осъществени 500 преминавания напред и назад, т.е. от междурелсие 1435 mm на 1520 mm и обратно със скорост на преминаване от 5 km/h до 12 km/h.

Изпитването е проведено с натоварен вагон до 90 t брутно тегло.



Фиг. 1. Колело на колоос за различни междурелсия. Заклучващо устройство. Измерителна месдоза.

1. Фиксатор, свързващ псевдобуксата /3/ с неподвижната ос /9/.
2. Подвижна втулка с призматични легла на заключващото устройство.
3. Псевдобукса с призмите на заключващото устройство.
4. Рама на талигата.
5. Колело, лагерувано на подвижна

- В втулка /2/.
6. Аксиален лагер на колелото, който се освобождава при измерванията.
7. Измервателен диск на месдозата, облепен с тензорезистори.
8. Аксиален лагер на месдозата.
9. Неподвижна ос.

В настоящия доклад се разглежда по-подробно изпитването на заключващото устройство.

Изпитване на заключващото устройство

Едно от изискванията за тази талига с колооси за различни междурелсия е да осигурява сигурно заключване и поддържане на разстоянието между колелата във всички случаи на редовна експлоатация /UIC UA 57B/. Друго условие е нормалното функциониране на заключващото устройство при преминаване през преходно устройство от едно на друго междурелсие [1].

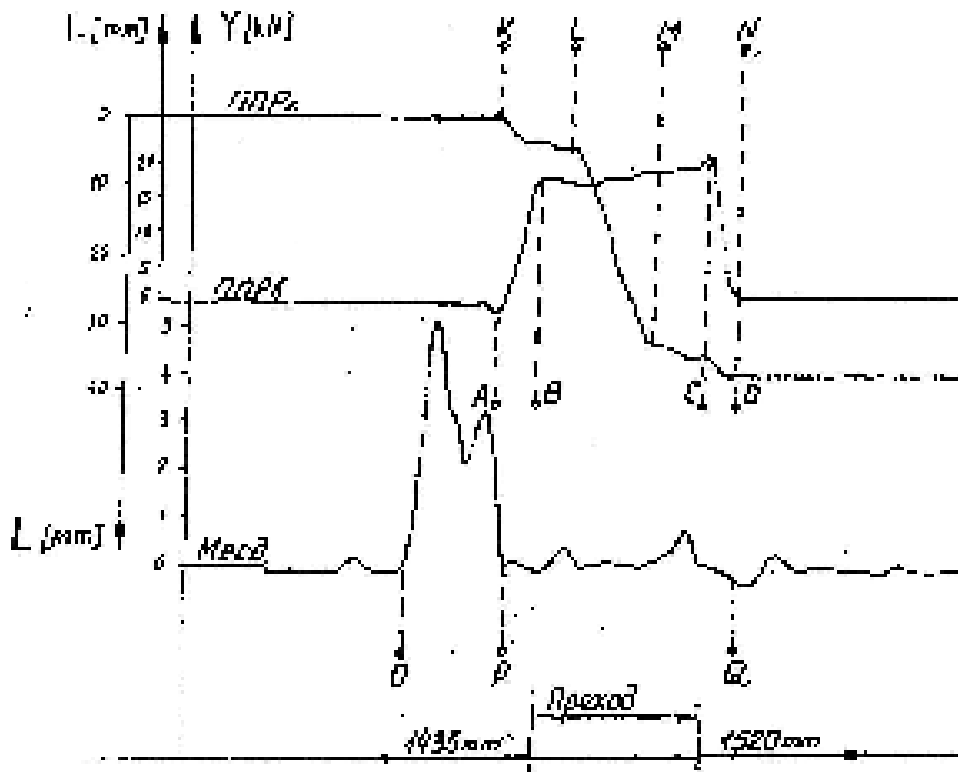
Заклучващото устройство на талигата (Фиг.1) отговаря на тези условия. Това е доказано по експериментален път, като е изследвано поведението на заключващото устройство при динамично-ходови изпитвания, ударни изпитвания и при прехода от едно на друго междурелсие.

За целта са използвани пластинчати прогибомери и индукционни преобразуватели

на преместване, които да регистрират евентуалното отваряне на механизма.

При всички тези изпитвания се има предвид, че заключването се осигурява от собственото тегло на вагона. Евентуалното му отваряне може да стане само под въздействието на вертикални инерционни сили. При това трябва да действа и значителна хоризонтално-напречна на возилото сила.

Проведени са ходово-динамични изпитвания при скорости на движение 70 - 80 km/h в криви с радиус 300 m. Особено внимание е обърнато при преминаване през стрелки и "двойно S" криви със скорости от 5 до 40 km/h. В резултат не са констатирани премествания на монтираните датчици, т.е. няма индикация за отваряне на заключващото устройство.



Фиг. 2. Диаграма на регистрираните сили и премествания.

- A-B - отваряне, повдигане на призмите на заключващото устройство;
- B-C - отворено положение на заключващото устройство;
- C-D - затваряне на заключващото устройство;
- K-L - начало на преместване на колелото от едно на друго междурелсие;
- L-M - преместване на колелото;

- M-N - фиксиране на новото положение на колелото;
- P-Q - сила при преместване на колелото;
- O-P - сила, породена от хоризонтална неравност на преходното устройство.

Потвърждение на нашите предположения, че само големи вертикални инерционни сили могат да повлияят на заключването са експериментите на ударния стенд в НИТИЖТ. При

удар на празна цистерна / 71 m³ / с талигите за различни междурелсия, с 15 km/h в стоящ натоварен вагон с брутно тегло 80 t, задната талига подскача и е регистрирано отваряне на заключващия механизъм от 1 до 2 mm. За да се отвори заключващият механизъм, е необходимо призмите да се повдигнат на 20 mm от леглата си и да има хоризонтално-напречна сила. Такова съчетание на надлъжен удар със скорост над 15 km/h и напречна сила над 20 kN при нормална експлоатация на вагоните не може да се осъществи.

Функционалните изпитвания на талигата за различни междурелсия са проведени на Фериботен комплекс - Варна, където се намира преходното съоръжение за преминаване на вагоните от едно на друго междурелсие. Проверява се нормалното функциониране на заключващото устройство при преминаване през преходното устройство от едно на друго междурелсие. Условието за годност е 500-кратно безаварийно преминаване в двете посоки [1]. Т.е. по време на многократните преминавания да няма случаи на неправилно заключване на колелата на новото разстояние между тях. Изключват се откази по време на изпитванията. Следи се силата, необходима за преместването на колелата и изменението ѝ с течение на времето, т.е. след многократни преминавания през преходното устройство.

Изпитваните талги с колооси за различни междурелсия са поставени под вагон-цистерна 95 m³, натоварена, с брутно тегло 90 t. На едната талига колоосите са оборудвани с разработени в Института аксиални месдозии (Фиг.1), които регистрират осевите сили в лагерите на колелата на колооста. Посредством индукционни преобразуватели на преместване са регистрирани преместванията на колелата по оста на колооста и отварянето и затварянето на заключващото устройство, осигуряващо постоянно разстояние между колелата за съответното междурелсие.

Измерени са силите и преместването при събиране и разтваряне на колелата по време на преминаването през преходното устройство (фиг.2). Измерването е извър-

шено неколккратно в началото, средата и в края на 500-кратните преминавания от междурелсие 1435 mm на 1520 mm и обратно.

По време на изпитванията не е регистриран нито един случай на неправилно заключване.

Силите на отваряне и затваряне на колелото са до 3.0 kN максимално в отделни моменти. Нормално се извършва с 0.5 - 1.0 kN, което е съизмеримо с грешката на измервателните уреди. Няма изменение на силата от първото преминаване до последното, т.е. през целия период на 500-кратните преминавания през устройството. Скоростта на преминаване оказва много малко влияние. Сигурността на прехода е доказана за скорост около 5 km/h. Случайни преминавания от едно на друго междурелсие с по-големи скорости - 8÷12 km/h, не водят до нарушаване на работата на колелата и заключващото устройство.

Изводи и препоръки

Заключващото устройство работи безотказно при преминаване от едно на друго междурелсие. Заключването е сигурно и надеждно в условията на нормална експлоатация.

Може да се предположи отварянето на устройството само при аварийни ситуации - например при дерайлиране на возилото. За изключване на всякаква възможност на отваряне на заключващият механизъм се препоръчва допълнителна блокировка. Поради това, че този въпрос е спорен, окончателно решение ще се търси след задължителните, съгласно изискванията на UIC, експлоатационни наблюдения и съответните изследвания.

Литература:

1. Фиш на UIC 510-4 - Товарни вагони . Ходова част за повече междурелсия 1435 mm / 1520 mm и 1668 mm.
2. Диканаров, А. Й. - Талига с раздвижни колооси за различни междурелсия 1435 mm и 1520 mm за товарни вагони - НИТИЖТ-ЕООД, София, 2000 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА РАЗСТОЯНИЕТО МЕЖДУ КОЛЕЛАТА НА КОЛООС ЗА РАЗЛИЧНИ МЕЖДУРЕЛСИЯ

Александър Диканаров

НИТИЖТ-ЕООД, Технически изпитвателен център, секция "Вагони"
София, гара Илиянци, България

АНОТАЦИЯ

Докладът разглежда направените изследвания на изменението на разстоянието на колелата на колоос за различни междурелсия - 1435 mm и 1520 mm - за товарни вагони. Проблемът възниква при експерименталните изследвания на талига с колооси за различни междурелсия в НИТИЖТ - Технически изпитвателен център. Проведени са няколко стендови изпитвания за изясняване влиянието на еластичността на колооста върху изменението на разстоянието между колелата. Включително на каткови стенд с комбинирано вертикално и хоризонтално натоварване на колооста.

Ключови думи: жп техника, вагони, талиги, колооси за различни междурелсия, изпитване

Общи сведения

Разстоянието между колелата на едно железопътно возило е от особено значение за сигурността на движението му. Безопасното преминаване през преходни криви, уширения, стрелки и кръстовини се осигурява от различни фактори - релсов път, профил на колелата, ресорно окачване и др. Един от факторите е разстоянието между колелата. В тази връзка еластичността на колооста играе особена роля, тъй като оказва влияние както на разстоянието между колелата, така и на контакта колело-релса. При обикновената, конвенционална колоос еластичността е отразена в една или друга степен в изискванията и техническите параметри в нормативните документи.

Изследваната колоос за различни междурелсия / виж. доклад "Експериментални изследвания на талига товарна с колооси за различни междурелсия"/ има съществени различия:

- колелата са независими, свободно лагерувани в двата края на оста;

- оста е неподвижна и куха;
- разстоянието между колелата се поддържа посредством заключващи механизми;
- масата на колооста е около 1800 kg.

Стремежът да се сведе до минимум увеличаването на теглото на колооста е довел до използването на куха ос. Както се оказва в последствие, тя е по-еластична от конвенционалната.

Проведени изпитвания на влиянието на еластичността на колооста върху разстоянието между колелата

Разстоянието между колелата се определя от заключващите устройства, фиксиращи свободните колела спрямо неподвижната ос на колооста, съответно конструктивно заложените допуски на зъбите и тяхното износване. Също така оказват влияние и осевите хлабини в лагерите на колелата, както и хлабините между водачите и фиксаторите. Възможно е увеличаване на хлабините в процеса на експлоатация от износване.

Предвидени са регулиращи пластини, които позволяват да се осигури конструктивно определеното разстояние между колелата. Това разстояние се мени от еластичността на колооста под въздействието на вертикалните и хоризонтално-напречните сили при движение на талигата.

Най-общите изисквания за разстоянието между колелата са посочени в [1], а именно 1360 ± 3 mm, независимо дали измерването се извършва на празен или натоварен вагон.

Това изискване е съобразено с нормалната експлоатация на вагоните и възможността да се извършва измерване без осигуряване на специални условия.

В настоящия случай са извършени различни проверки и измервания с цел изследване на колооста за различни междурелсия [2]:

- измерване на разстоянието между колелата на свободна колоос, за да се установят първоначалните параметри на нова колоос;
- измерване на разстоянието между колелата при натоварване на талигата под тара и брутно тегло на вагона, за да се направи сравнение с конвенционалната колоос;
- измерване на разстоянието между колелата в процеса на изпитване на колооста на каткови стенд при вертикален и хоризонтален товар, близки до максималните експлоатационни натоварвания.

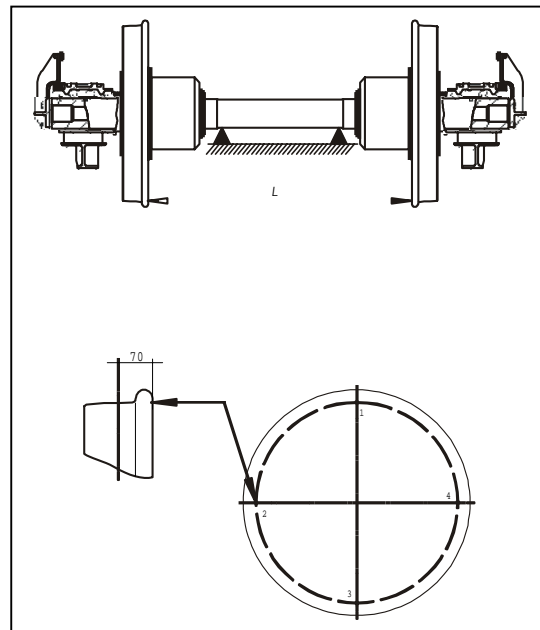
Измерването на разстоянието между колелата в свободно състояние, при заключено устройство и свободно въртящи се колела, е извършено с цел да се установи фактически постигнатата успоредност на равнините, в които колелата се въртят, или тяхната перпендикулярност спрямо неподвижната ос. Разстоянието между колелата L се измерва между вътрешните повърхнини на колелата, като са измерени разстоянията между 4 диаметрално разположени точки на едното колело и 4 на другото по системата всяка точка срещу всяка (фиг.1). Резултатите са посочени в Табл. 1. Постигната е предвидената в документацията точност на успоредността на равнините на колелата - 0,5 mm за всяко колело или съответно 1,0 mm сумарно.

При същата постановка са измерени аксиалните хлабини на лагерите на колелата, като е приложена сила от около 1000 N /посредством лост/. Резултатите варират при натоварване от 0 до 0.5 mm в сравнение с

предходните. Тези резултати са само за сведение, поради това, че не е регистрирана точно големината на приложената аксиална сила. При посочените по-долу изпитвания аксиалните хлабини в лагерите влизат като компонента в отчетените резултати.

Износване на заключващия механизъм не се очаква [2]. Евентуалното износване на лагерите и фиксаторите се установява и отстранява при ремонт на колооста.

Фиг. 1. Схема на постановката при измерване на разстоянието между свободно въртящите се колела на колоос за различни междурелсия.



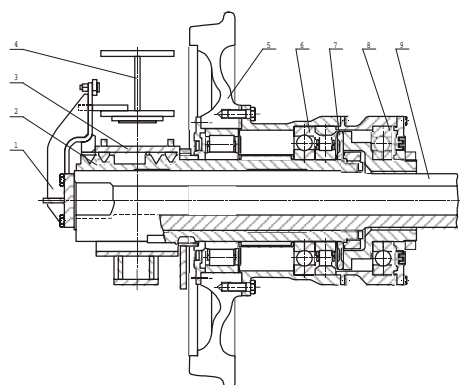
Показани са разположението на точките, между които се извършва измерването.

Извършено е измерване на разстоянието между колелата на ниво "глава релса" при вертикален и хоризонтално-напречен товар в централния лагер на талигата (фиг.2). Приложени са различни съчетания от неблагоприятни натоварвания. При тези изпитвания трябва да се има предвид, че не се елиминира триенето в контакта колело-релса.

Т.е. реалните резултати могат да имат по-голяма стойност. Тази схема на натоварване е удобна за сравнение с аналогични изпитвания на обикновена колоос. Резултатите са посочени в Табл. 2. Максималното изменение на разстоянието между колелата е 3,8 mm. При аналогично натоварване на конвенционалната колоос, изменението е 1,9 mm /на случайно подбрана талига БТ-6 /.

Табл. 1.

Колоос I		Колоос II	
№ на точките на замерване	Отклонение в mm	№ на точките на замерване	Отклонение в mm
1 - 1	+ 0.40	1 - 1	+ 0.29
2 - 2	+ 0.89	2 - 2	+ 0.00
3 - 3	+ 0.58	3 - 3	+ 0.45
4 - 4	+ 0.00	4 - 4	+ 0.53
1 - 2	+ 1.35	1 - 2	+ 0.00
2 - 3	+ 0.79	2 - 3	+ 0.08
3 - 4	+ 0.00	3 - 4	+ 0.53
4 - 1	+ 0.37	4 - 1	+ 0.38
1 - 3	+ 0.99	1 - 3	+ 0.03
2 - 4	+ 0.00	2 - 4	+ 0.13
3 - 1	+ 0.05	3 - 1	+ 0.18
4 - 2	+ 0.88	4 - 2	+ 0.00
1 - 4	+ 0.00	1 - 4	+ 0.27
2 - 1	+ 0.31	2 - 1	+ 0.00
3 - 2	+ 1.08	3 - 2	+ 0.20
4 - 3	+ 0.95	4 - 3	+ 0.25



Фиг. 2. Схема на натоварването на тали-гата с колооси за различни междурелсия при измерването на разстоянието между колелата в статично положение на стенд.

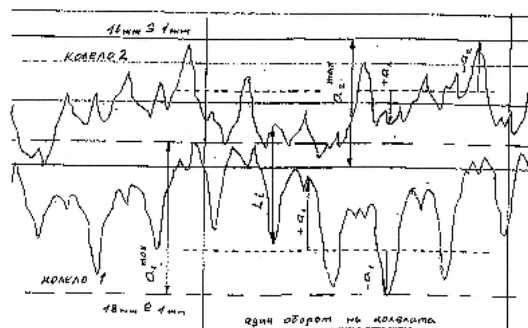
Табл. 2.

№	Натоварване на колоос		Колоос I	Колоос II
	Вертик. товар	Хориз. товар	ΔL [mm]	ΔL [mm]
1	0	0	0.0	0.0
2	20.5 t	0	-0.9	-1.0
3	30.0 t	0	-1.8	-3.8
4	4.6 t	1.8 t	-0.3	-0.2
5	9.3 t	3.8 t	-1.3	-0.8
6	13.9 t	5.6 t	-2.2	-1.5

На каткови стенд е направен запис на изменението на разстоянието между колелата с помощта на пластинчати прогибомери при циклично натоварване, съответстващо на натоварен вагон с динамично претоварване 30%. Колелата се въртят с постоянна скорост с около 3 об./мин, което позволява да се доближи експериментът до нормалните експлоатационни условия и по-специално на коефициента на триене в контакта колело-релса. Хоризонтално в реборда на колелата се прилага знакопроменлива сила с максимална стойност 50 kN. Вертикалното натоварване се прилага с честота 1 Hz, а хоризонталното е с 0,5 Hz. Част от регистрираните изменения на разстоянието между колелата на колооста на ниво "глава релса" са показани на фиг.3.

Максималното увеличаване на разстоянието между колелата на нива "глава релса" е 3,5 mm.

Тук трябва да се отбележи, че при циклични изпитвания на същия стенд с различно претоварване, общо $10 \cdot 10^6$ цикъла, съгласно UIC [3], не са констатирани износвания на призмите и леглата на заключващия механизъм [2].



Фиг. 3. Регистрирано изменение на разстоянието между колелата на каткови стенд за динамични изпитвания при вертикално и хоризонтално-напречно променливо натоварване с 30% динамично претоварване, имитиращо динамичните процеси при движение на натоварен вагон.

$$P = 225 \pm 112,5 \text{ kN, при честота } 1,0 \text{ Hz ;}$$

$$Y = \pm 50,0 \text{ kN, при честота } 0,5 \text{ Hz .}$$

Този резултат може да се приеме като такъв от лабораторни изпитвания. Действителните износвания ще бъдат установени при задължителните експлоатационни изпитвания.

Изводи и препоръки

Еластичността на колооста за различни междурелсия не може да се пренебрегне.

Препоръчва се в чертежната документация на колооста за различни междурелсия раз-

стоянието между колелата на свободна колоос да бъде в горната граница - $1362^{\pm 0,5}$ mm.

За проверка на разстоянието между колелата под вагон се препоръчва да се запише в инструкцията за експлоатация и поддръжка на колооста за различни междурелсия допуск $1361^{\pm 1,0}$ mm.

Резултатите от изпитванията на еластичността на колооста за различни междурелсия могат да послужат при моделиране на динамични процеси на жп вагони с такива колооси.

Литература:

1. Фиш на UIC 510 – 2 Вагони. Условия за използване на колела с различни диаметри.
2. Диканаров, А. Й. - Талига с раздвижни колооси за различни междурелсия 1435 mm и 1520 mm за товарни вагони - НИТИЖТ-ЕООД, София, 2000 г.
3. Фиш на UIC 510-4 - Товарни вагони . Ходова част за повече междурелсия 1435 mm / 1520 mm и 1668 mm.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**РАЦИОНАЛНИ СХЕМИ НА РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА
ВЕРТИКАЛНИ ДЕМПФЕРИ И ОПТИМАЛНИ СТОЙНОСТИ НА
ПАРАМЕТРИТЕ ИМ ЗА ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОНИ**

Добринка Атмаджова

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” №158, България, datmadj@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В статията се прави анализ на съществуващите схеми на демпфериране при пътнически вагони. Предлагат се три основни схеми за постигане на оптимално демпфериране. Всяка от предлаганите схеми е съпътствана от метод за изчисляване на параметрите и разположението на демпферите. Изложеният метод дава възможност да бъдат точно определени параметрите и разположението на демпферите с оглед постигане на оптимално демпфериране.

Ключови думи: пътнически вагон, пътническа талига, ресорно окачване, демпфери.

1. Състояние на въпроса и изходни зависимости

Пътническите вагони, намерили най-масово разпространение в европейските железници, както е известно, са с традиционната схема на двустепенно ресорно окачване с разположени в централната и буксовата степен ресори и демпфери. При това хидравличните (линейни) демпфери, по-конкретно тези за разглежданите тук вертикални трептения, обикновено са разположени също в централната и буксовата или само в централната степен при съответните ресори. Направените изчисления по известните методи и зависимости [1, 2], за конкретни конструкции съвременни пътнически вагони показват за тях невъзможност да се постигне оптимално демпфериране едновременно за всички видове вертикални трептения, т.е. получава се в значителна степен или недостатъчно демпфериране или предемпфериране за определени видове трептения. Този недостатък ще бъде тук основна цел на предприетите анализи и изследвания, с които се прави опит за неговото отстраняване или намаляване.

При разглеждане на съвременен пътнически вагон, изпълнен по

традиционната схема с двустепенна ресорна система с линейно демпфериране, като се изхожда от известните [1,2,3,5], основни зависимости и при коригиране на някои от тях чрез отчитане на различията между рамената на ресорните и демпферните сили при трептенията около надлъжната ос (което ще бъде изведено в следващите разглеждания), оптималните стойности на параметъра на съпротивление β [N.s/m] за различните вертикални трептения ще съставляват:

- за подскачане на коша:

$$(4\beta_{\text{Ц}}^0)_{\text{ПК}} = \gamma_0 \cdot \beta_{\text{ПК}}^{\text{кр}} = 2\gamma_0 \cdot \sqrt{4c_{\text{Ц}} \cdot m_{\text{К}}} \quad (1)$$

- за галопиране на коша:

$$(4\beta_{\text{Ц}}^0)_{\text{ГК}} = \gamma_0 \cdot \beta_{\text{ГК}}^{\text{кр}} = 2\gamma_0 \cdot \sqrt{\frac{4c_{\text{Ц}} \cdot J_{\text{Ку}}}{\ell^2}} \quad (2)$$

- за напречно люлеене на коша:

$$(4\beta_{\text{Ц}}^0)_{\text{НК}} = \gamma_0 \cdot \beta_{\text{НК}}^{\text{кр}} = 2\gamma_0 \left(\frac{b_{\text{Ц}}}{b_{\text{ЦД}}} \right)^2 \sqrt{\frac{4c_{\text{Ц}} \cdot J_{\text{Кх}}}{b_{\text{Ц}}^2}} \quad (3)$$

- за подскачане на талигата (при положение, че се демпферира както буксовата, така и централната степен на ресорната система):

$$(4\beta_{\text{Б}}^0 + 2\beta_{\text{Ц}}^0)_{\text{ПТ}} = \gamma_0 \cdot \beta_{\text{ПТ}}^{\text{кр}} = 2\gamma_0 \cdot \sqrt{(4c_{\text{Б}} + 2c_{\text{Ц}}) m_{\text{Т}}} \quad (4)$$

- за галопиране на талигата (при положение, че се демпфира само буксовата степен):

$$(4\beta_B^0)_{ГТ} = \gamma_0 \cdot \beta_{ГТ}^{кр} = 2\gamma_0 \sqrt{\frac{4c_B \cdot J_{Ty}}{\ell_T^2}} \quad (5)$$

- за напречно люлеене на талигата (при положение, че се демпферират буксовата и централната степен на ресорната система):

$$\left(4\beta_B^0 \cdot \left(\frac{b_{БД}}{b_{ЦД}} \right)^2 + 2\beta_{Ц}^0 \right)_{HT} = \gamma_0 \cdot \beta_{HT}^{кр} =$$

$$= 2\gamma_0 \cdot \left(\frac{b_{Ц}}{b_{ЦД}} \right)^2 \sqrt{\left(4c_B \cdot \left(\frac{b_B}{b_{Ц}} \right)^2 + 2c_{Ц} \right) \cdot \frac{J_{Tx}}{b_{Ц}^2}} \quad (6)$$

където: m_K, m_T - масите на коша, респ. рамата на талигата; J_{Kx}, J_{Ky} , или J_{Tx}, J_{Ty} - масов инерционен момент на коша или талигата спрямо надлъжната респ. напречната ос; $c_{Ц}, c_B$ - вертикална коравина на един ресорен комплект съответно от ЦРС (съотв. на $\frac{1}{4}$ от вагона) и на една букса; $2\ell, 2\ell_T$ - база на вагона, респ. талигата; $2b_{Ц}, 2b_B$ - напречно разстояние между централните, респ. буквите ресорни комплекти; $2b_{ЦД}, 2b_{БД}$ - напречно разстояние между демпферите на централните, респ. буксовите ресори; γ_0 - оптимална стойност на степента на демпфиране; $\beta_{Ц}, \beta_B$ - параметър на съпротивление при демпфиране на един ресорен комплект от централната, респ. буксовата ресорна степен (оптимална стойност - с индекс "0"; критична стойност - с индекс "кр", за подскачане, галопиране и напречно люлеене със съответните индекси "П", "Г", "Н", за коша, респ. талигата - с индекс "К", респ. "Г").

Влизашите в горните изрази параметри за съвременните пътнически вагони варират в сравнително тесни граници; това важи в още по-голяма степен за някои съотношения. Имайки предвид това, с цел за сравнимост на резултатите чрез привеждане на изразите към едни и същи параметри, можем да приемем:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_K/m_T \approx 9; J_{Ky}/m_K \approx 50m^2; J_{Kx}/m_K \approx 1,5m^2; \\ J_{Ty}/m_T \approx 0,64m^2; J_{Tx}/m_T \approx 0,85m^2; \\ \ell_T = 1,25m; \ell = 8,6m; c_{Ц} \approx c_B/2; b_{Ц} = 1m; \\ b_{БД}/b_{ЦД} = 1; b_{Ц}/b_{ЦД} = 0,87; b_B/b_{Ц} = 1 \end{array} \right. \quad (7)$$

В резултат на горните приемания изразите

за оптималните стойности на параметъра на съпротивление β , определени на базата на (1)-(6) за третираните 6 вида трептения, на които за по-голямо удобство можем да поставим индекси i ($i=1,2..6$) при отнасянето им, към една талига могат да се трансформират както следва:

- за подскачане на коша:

$$(2\beta_{Ц}^0)_{ПК} \equiv \beta_1^0 = 4,24 \cdot \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (1a)$$

- за галопиране на коша:

$$(2\beta_{Ц}^0)_{ГК} \equiv \beta_2^0 = 3,49 \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (2a)$$

- за напречно люлеене на коша:

$$(2\beta_{Ц}^0)_{НК} \equiv \beta_3^0 = 3,94 \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (3a)$$

- за подскачане на талигата:

$$(4\beta_B^0 + 2\beta_{Ц}^0)_{ПТ} \equiv \beta_4^0 = 4,47 \cdot \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (4a)$$

- за галопиране на талигата:

$$(4\beta_B^0)_{ГТ} \equiv \beta_5^0 = 2,56 \cdot \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (5a)$$

- за напречно люлеене на талигата:

$$(4\beta_B^0 + 2\beta_{Ц}^0)_{HT} \equiv \beta_6^0 = 3,12 \cdot \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (6a)$$

Ако в лявата част на горните уравнения (1a)-(6a) вместо оптималните стойности на параметъра на съпротивление при различните видове трептения въведем неговите действителни стойности, решението на поставената задача се свежда до възможно най-добро удовлетворяване на тези уравнения от неизвестните $\beta_{Ц}$ и β_B . За прилагане на метода на Гаус с най-малките квадрати, образуваме за различните трептения разликите δ_i между действителните стойности на параметъра на съпротивление и неговите оптимални стойности, както следва:

$$\delta_1 = 2\beta_{Ц} - 4,24 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (1b)$$

$$\delta_2 = 2\beta_{Ц} - 3,49 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (2b)$$

$$\delta_3 = 2\beta_{Ц} - 3,94 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (3b)$$

$$\delta_4 = 2\beta_{Ц} + 4\beta_B - 4,47 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (4b)$$

$$\delta_5 = 4\beta_B - 2,56 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (5b)$$

$$\delta_6 = 2\beta_{Ц} + 4\beta_B - 3,12 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (6b)$$

По-нататък, образувайки квадратите на тези разлики δ_i^2 и тяхната сума $S = \sum_{i=1}^6 \delta_i^2$, от условието за минимум на същата, приравнявайки към нула частните й производни спрямо неизвестните $\beta_{Ц}$ и β_B , получаваме:

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_{Ц}} = 4(2\beta_{Ц} - 4,24 \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T}) + 4(2\beta_{Ц} -$$

$$\begin{aligned}
 & -3,49\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) + 4(2\beta_{Ц} - 3,94\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) + \\
 & + 4(2\beta_{Ц} + 4\beta_B - 4,47\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) + \\
 & + 4(2\beta_{Ц} + 4\beta_B - 3,12\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) = 0 \quad (8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial S}{\partial \beta_B} = & 8(2\beta_{Ц} + 4\beta_B - 4,47\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) + \\
 & + 8(2\beta_B - 2,56\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) + 8(2\beta_{Ц} + \\
 & + 4\beta_B - 3,12\gamma_0\sqrt{c_B m_T}) = 0 \quad (9)
 \end{aligned}$$

и определяме: $\beta_{Ц} = 1,7\gamma_0\sqrt{c_B m_T}$;

$\beta_B = 0,278\gamma_0\sqrt{c_B m_T}$, или, за една талига:

$$2\beta_{Ц} = 3,41\gamma_0\sqrt{c_B \cdot m_T} , \quad 4\beta_B = 1,11\gamma_0\sqrt{c_B \cdot m_T} .$$

Тези стойности на параметъра на съпротивление $\beta_{Ц}$ и β_B , макар и да са математически обосновани, на практика е възможно да не са най-целесъобразните за използване; това е така, защото приложеният тук метод на Гаус изхожда от еднаквата значимост (равнопоставеността) на различните уравнения в системата, респ. на различните видове трептения – нещо, което не е изпълнено априорно както по отношение влиянието им върху меродавните динамични показатели, така и по отношение тяхната интензивност при определени условия. Освен това, отчитането на някои конструктивни и експлоатационно-икономически фактори (напр. монтиране на демпфери в двете ресорни степени или само в централната) може да повлияе за отдаване на определени предпочитания при окончателния избор.

Горните съображения оправдават успешното използване на други методи или подходи за определяне на необходимите стойности на параметъра на съпротивление при талиги за пътнически вагони с традиционната двустепенна схема [1], [2].

При анализа на този клас пътнически талиги на първо място прави впечатление, видно от (1)÷(6), че необходимите стойности на параметъра на съпротивление β за трите трептения на коша, както и за трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата, са от еднакъв порядък; максималните различия от средната стойност съставляват 16,1% и 18,9%. Това показва, че при разположение на демпферите, например само в ЦРС – случай, при който те имат назначение да демпферират трите вертикални трептения на коша плюс трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата – ако параметърът на съпротивление

се избере със средната стойност за 5-те трептения ($2\beta_{Ц}^{cp} = 3,85\gamma_0\sqrt{c_B m_T}$), то във всички случаи фактическите стойности на коефициента на демпфериране γ за всяко от демпферираните 5 трептения ще се намира в препоръчаните граници $0,2 < \gamma < 0,3$ [1,2,3]. В случай на разположение на демпферите едновременно в двете ресорни степени, естествено е да се вземе за централната степен стойност на параметъра на съпротивление, която е средна между оптималните за 3-те трептения на коша, т.е. $2\beta_{Ц} = 3,89\gamma_0\sqrt{c_B m_T}$, а за буксовата степен – $4\beta_B = 2,56\gamma_0\sqrt{c_B m_T}$, т.е. оптималната стойност за демпфериране галопиращите трептения на талигата. Тъй като трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата в този случай се демпферират едновременно от демпферите в двете степени, получаваме сумарно фактическата стойност на параметъра на съпротивление за тези трептения, отнесена към една талига:

$$4\beta_B + 2\beta_{Ц} = (2,56 + 3,85)\gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} =$$

$$= 6,41 \cdot \gamma_0 \cdot \sqrt{c_B \cdot m_T} , \quad \text{т.е.} \quad \text{получаваме}$$

фактическата стойност значително по-висока от оптималните (с 43,4% респ. 105,4%).

И така, резюмирайки възможностите на разглежданата традиционна схема на разположение на вертикалните демпфери за пътнически вагони, може да се каже следното: 1) при разположение на демпферите само в ЦРС могат да се демпферират успешно и общо взето оптимално трите вертикални трептения на коша плюс трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата, като галопирането на същата остава недемпферирано; 2) при разположение на демпферите едновременно в двете ресорни степени (централна и буксова) могат да се демпферират 6-те вертикални трептения, като за трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата се получава предемпфериране.

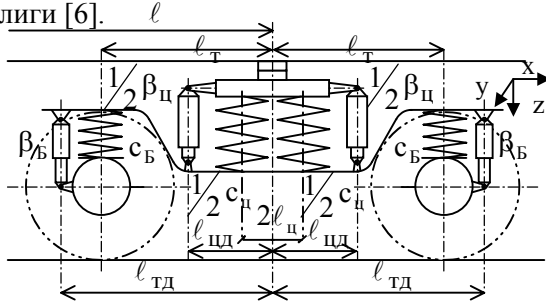
2. Възможности за по-пълно оптимизиране на демпферирането

От горе изложеното се вижда, че съществуващото състояние по отношение на демпферирането на съвременните пътнически вагони се характеризира със съществени отклонения от оптималните стойности на параметъра на съпротивление β - в едни случаи недостатъчно или напълно отсъстващо демпфериране, а в други случаи преде-

мпфериране. Отстраняване на този недостатък може да се постигне чрез разположение на демпферите по други схеми, които се различават от общоприетите и се характеризират с:

- надлъжно изнасяне на буксовите демпфери навън от съответните ресори;
- диагонално свързани демпфери за двойката букси от всяка страна на талигата;
- използване на двойка демпфери (два вместо един!) за всеки централен ресорен комплект, разположени симетрично от двете му страни в надлъжно направление.

Схемата с надлъжно изнасяне на буксовите демпфери навън от съответните ресори по същество се свежда до увеличаване на разстоянието между демпферите и чрез това повишаване на ефекта от демпфериране на галопирането на талигата, без при това да се увеличава степента на демпфериране на другите трептения на талигата. Тази схема всъщност се използва за някои съвременни талиги [6].



Фиг.1

За обосноваването ѝ и съставянето на съответен изчислителен метод с по-голяма общност тук ще изходим от обобщената изчислителна схема - фиг.1, за която свободните галопиращи трептения на рамата на талигата се описват с диференциалното уравнение:

$$J_{Ty} \cdot \ddot{\varphi}_T + 4\beta_B \ell_{TD}^2 \cdot \dot{\varphi}_T + 2\beta_C \ell_{CD}^2 \cdot \dot{\varphi}_T + 4c_B \ell_T^2 \cdot \varphi_T + 2c_C \ell_C^2 \cdot \varphi_T = 0 \quad (10)$$

където: J_{Ty} – масов инерционен момент на талиговата рама спрямо напречната ос y ; φ_T – ъгъл на завъртане на талиговата рама спрямо напречната ос y (тек. координата); $2\ell_T, 2\ell_{TD}$ – надлъжно разстояние между буксовите ресори, респ. между буксовите демпфери; $2\ell_C, 2\ell_{CD}$ – надлъжно разстояние между централните ресори, респ. между централните демпфери, като последните са приети за 2 броя на всеки централен ресорен комплект съгласно фиг.1; β_B, β_C – параметър на

съпротивление на демпфера за един буксов респ. централен ресорен комплект; c_B, c_C – вертикална коравина за един буксов, респ. централен ресорен комплект.

След полагане:

$$\begin{aligned} (4\beta_B \ell_{TD}^2 + 2\beta_C \ell_{CD}^2) J_{Ty}^{-1} &= 2n_{TG}; \\ (4c_B \ell_T^2 + 2c_C \ell_C^2) J_{Ty}^{-1} &= v_{TG}^2 \end{aligned} \quad (11)$$

същото диференциално уравнение се представя с коефициентите n_{TG} и v_{TG} :

$$\ddot{\varphi}_T + 2n_{TG} \cdot \dot{\varphi}_T + v_{TG}^2 \cdot \varphi_T = 0 \quad (12)$$

и има решение от вида $\varphi_T = C \cdot e^{\lambda \cdot t}$ като съответното характеристично уравнение $\lambda^2 + 2n_{TG} \cdot \lambda + v_{TG}^2 = 0$ (13)

има корени: $\lambda_{1,2} = n_{TG} \pm \sqrt{n_{TG}^2 - v_{TG}^2}$, които трябва да бъдат комплексни, за да се извършват трептения, т.е. трябва $n_{TG}^2 - v_{TG}^2 < 0$, а в граничния случай, при апериодично (лимитционно) движение, когато стойността на параметъра на съпротивление на демпфера се приема за критична, имаме:

$$n_{TG}^2 - v_{TG}^2 = 0 \quad (14), \text{ или: } (15)$$

$$\frac{(4\beta_B^{кр} \ell_{TD}^2 + 2\beta_C^{кр} \ell_{CD}^2)^2}{4J_{Ty}} = 4c_B \ell_T^2 + 2c_C \ell_C^2$$

Полученото уравнение в най-общ вид изразява зависимостите между влизащите в него величини и може да се прилага за конкретни конструкции. С цел провеждане на анализ и извеждане на някои основни зависимости, имащи макар и приблизителна валидност при определени предпоставки, ще приложим уравнение (15) за някои специални случаи:

Първи случай – при $\ell_C \ll \ell_T$; $\ell_{CD} \ll \ell_{TD}$ – получаваме: (16)

$$4\beta_B^{кр} = 2 \sqrt{\frac{4c_B \cdot J_{Ty} \cdot \ell_T^2}{\ell_{TD}^4}} = \left(\frac{\ell_T}{\ell_{TD}}\right)^2 2 \sqrt{\frac{4c_B \cdot J_{Ty}}{\ell_T^2}}$$

Следователно, с надлъжното изнасяне на буксовите демпфери навън на разстояние между тях $2\ell_{TD} > 2\ell_T$ параметърът на съпротивление на същите трябва да се намали в съотношение $(\ell_T / \ell_{TD})^2$; по този начин (чрез тази схема) може да бъде намален отрицателният ефект на предемпфериране на трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата при разположение на демпфери в двете степени на ресорната

система. Така за разглеждания обобщен пример, ако приемем $l_T = 1,25m$, $l_{TD} = 1,65m$, то стойността на параметъра на съпротивление, необходима за демпфериране на галопиращите трептения, на талигата вместо $4\beta_B = 2,56 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T}$ ще бъде намалена на: $4\beta_B = (l_T/l_{TD})^2 2,56 \gamma_0 \sqrt{c_B m_T} = 1,47 \gamma_0 \sqrt{c_B m_T}$, поради което за трептенията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата стойността на общия параметър на съпротивление (включително и от централните ресори) ще съставлява:

$$4\beta_B + 2\beta_{Ц} = 5,32 \cdot \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T} \quad (\text{вместо}$$

изчислената по-горе $6,41 \gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T}$), и оттам ще бъде намален отрицателният ефект на предемпфериране при тези трептения.

Втори случай – при $l_{Ц} \ll l_T$; $\beta_B = 0$ (т.е. без буксови демпфери) - получаваме:

$$2\beta_{Ц}^{кр} = \left(\frac{l_T}{l_{ЦД}} \right)^2 2 \sqrt{\frac{4c_B \cdot J_{Ty}}{l_T^2}} \quad (17)$$

т.е. галопиращите трептения на талигата се демпферират чрез двойка демпфери към всеки централен ресорен комплект, разположени симетрично на надлъжно разстояние $2l_{ЦД}$.

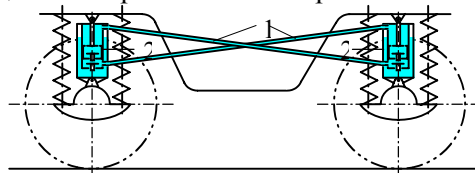
Трети случай – при адаптиране на уравнение (15) към трептенията “напречно люлеене” на талигата чрез просто заместване на надлъжните разстояния $l_{Ц}, l_T, l_{ЦД}, l_{TD}$ с напречните $b_{Ц}, b_T, b_{ЦД}, b_{БД}$, получаваме:

$$\left[4\beta_B^{кр} \left(\frac{b_{БД}}{b_{ЦД}} \right)^2 + 2\beta_{Ц}^{кр} \right]^2 \frac{b_{ЦД}^4}{4J_{Tx}} = \left[4c_B \left(\frac{b_B}{b_{Ц}} \right)^2 + 2c_{Ц} \right] \cdot b_{Ц}^2 \quad (18)$$

$$\text{или: } 4\beta_B^{кр} \left(\frac{b_{БД}}{b_{ЦД}} \right)^2 + 2\beta_{Ц}^{кр} = 2 \left(\frac{b_{Ц}}{b_{ЦД}} \right)^2 \sqrt{\left[4c_B \left(\frac{b_B}{b_{Ц}} \right)^2 + 2c_{Ц} \right] \cdot \frac{J_{Tx}}{b_{Ц}^2}} \quad (19)$$

което по същество съвпада с използваното уравнение (6), написано за оптималната стойност на β_B и $\beta_{Ц}$.

Схемата с диагонално свързани демпферни комплекти към двойката букси от всяка страна на талигата се характеризира с това, че маслопроводите 1 свързват подбуталното с надбуталното пространство на специалните демпфери 2 (вж фиг.2); така се създава възможност при колебанията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата да бъде анулирана съпротивителната сила на демпферите поради диагоналното преливане на маслото между тях; като невъзможността за такова преливане вследствие разнопосочното движение на двете демпферни бутала обуславя демпфериращи сили само при галопиращи трептения на талигата. Следователно при тази схема диагонално свързаните демпфери в буксовата степен гасят само галопиращите трептения на талигата, разбира се при желания (оптималния) режим, а всички останали вертикални трептения ще се гасят от демпферите в централната ресорна степен общо взето при оптималния режим.

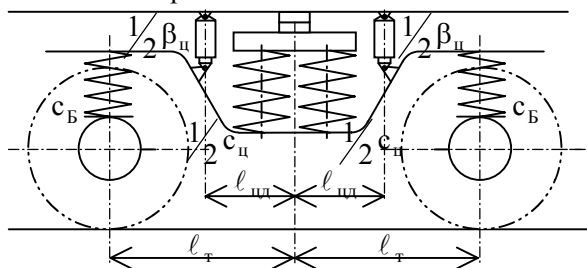


Фиг.2

Схемата на демпфериране с диагонално свързани демпфери би позволила да се реализира оптимално демпфериране и в случаите на евентуално по-високи оптимални стойности на степента на демпфериране γ_0 за трептенията в буксовата ресорна степен, дори и при големи различия между тези стойности за различните видове трептения; за тези случаи, в частност например, ако това се отнася за колебанията “подскачане” и “напречно люлеене” на талигата, преливането на масло по диагоналните свързващи маслопроводите не трябва да бъде свободно, а през дроселни клапани и други, с цел създаване на необходимото съпротивление. Възможно е по принцип и напречно свързване на буксовите демпфери. Изобщо, може да се каже, че схемата със взаимно свързани буксови демпфери има изключително големи възможности за реализиране на оптимално демпфериране при вариране в широки граници и при различни трептения.

Схемата с двойка демпфери за всеки централен ресорен комплект, разположени симетрично от двете му страни (на разстояние $2l_{ЦД}$) в надлъжно направление и свързани

шарнирно с коша и талиговата рама, е представена на фиг.3. От функционална гледна точка характерно при тази схема е това, че четирите демпфери в ЦРС гасят и галопиращите трептения на талигата заедно с останалите 5 трептения.



фиг.3

Схемата се свежда по принцип към втория случай от фиг.1 и изчислението за галопиращите трептения на талигата се извършва на базата на формула (17). При това, предварително параметърът на съпротивление за една талига $2\beta_{ц}$ се определя, съгласно гореизложеното в т.1, за останалите 5 трептения (без галопирането на талигата), а необходимият (оптималният) демпфериращ ефект за трептенето “галопиране на талигата” се постига чрез съответното разстояние между демпферите $2l_{цд}$, изчислено по получената от (17) формула:

$$l_{цд} = l_T \cdot \sqrt{2\gamma_0 \sqrt{\frac{4c_B \cdot J_{Ty}}{l_T^2}} \cdot (4\beta_{ц})^{-1}} \quad (20)$$

от където, за разглеждания обобщен пример, тъй като $2\beta_{ц} = 2\beta_{ц}^{сп} = 3,85\gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T}$ (съгл.

т.1) и $2\gamma_0 \sqrt{\frac{4c_B \cdot J_{Ty}}{l_T^2}} = 2,56\gamma_0 \sqrt{c_B \cdot m_T}$ (съгл.

формула (5a)), получаваме $l_{цд} = 0,815 \cdot l_T$ и $l_{цд} = 1,019m$, т.е. с 4 демпфера на талига, разположени в надлъжно направление на разстояние един от друг $2l_{цд} = 2,038m$, за галопиращите трептения на талигата се постига оптимално демпфериране, а за останалите 5 вида трептения – в границите на оптималното (при $0,2 < \gamma_0 < 0,3$).

Настоящата схема с двойка демпфери на всеки централен ресорен комплект безспорно внася известни изменения в модела на динамичната система, на първо място, например, вследствие несъвпадение на местата на ресорите и демпферите, поради което тя се нуждае от допълнителни

теоретични и експериментални изследвания, излизащи извън обхвата на настоящата статия. Друг проблем, конструктивно-механичен по своя характер, е необходимостта от сферични шарнири за прикачване на демпферите към рамата на талигата и непосредствено към коша (рамата) на вагона.

3. Заключение

При съвременните пътнически вагони с утвърдените схеми на ресорната система демпферирането се характеризира със съществени отклонения от оптималното – недостатъчно или напълно отсъстващо демпфериране при едни случаи и значително предемпфериране при други. Този недостатък може да бъде отстранен или съществено намален чрез разположение на демпферите по предложените тук схеми, характеризиращи се с:

- надлъжно изнасяне на буксовите демпфери навън от съответните ресори;
- диагонално свързване (или изобщо взаимно свързване) на буксовите демпфери;
- разредоточаване (дислоциране) на демпферите към ЦРС, т.е. използване на двойка демпфери (вместо един!) към всеки централен ресорен комплект, разположени на определено разстояние помежду си в надлъжно направление.

С цел сравнимост на резултатите и формиране на общи зависимости, изразите в настоящите изследвания са приведени към едни и същи параметри на базата на съществуващи стойности на същите и на съотношения между тях при съвременните пътнически вагони, като използваните методи и подходи са напълно приложими и при конкретни конструкции.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Караджов Г., Димитров Ж. Вагони. С., ДИ Техника, 1988
- [2] Единные нормы расчета и проектирования механической части несамостоятельных вагонов колеи 1435 mm и 1520mm, М., 1981
- [3] Колебания и динамические качества механических систем (Сб. Научн. Трудов). Отг. Ред. В. Лазарян, К., Научовая думка, 1979
- [4] Корнев Б., Л. Резников. Динамические гасители колебания – теория и технические приложения. М., Наука, 1988
- [5] Челноков И., Гидравлические гасители колебаний пассажирских вагонов. М., 1975
- [6] Hanneforth, W., Fiscer W., Laufwerke. В. transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1986



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ПРИ ДЕПОВСКИ (ЗАВОДСКИ) И ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ НА СУМАРНАТА ХЛАБИНА ПО ДИАГОНАЛИТЕ МЕЖДУ СТРАНИЧНИТЕ ПЛЪЗГАЛКИ НА ТАЛИГОВИЯ ПОДВИЖЕН ЖЕЛЕЗОПЪТЕН СЪСТАВ

Цвятко Пенчев Добринка Ахмаджова Людмил Паскалев¹

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” № 158, България, datmadj@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В статията се обосновава необходимостта от осигуряване на необходимата стойност на сумарните хлабини по диагоналите между страничните плъзгалки на железопътни возила като неотменно условие за гарантиране сигурността срещу дерайлиране и кососиметричните свръхнатоварвания при наличните в експлоатация неравности на релсовия път. Освен традиционния класически метод, приложим при деповски (заходски) условия, тук е разработен експериментално-теоретичен метод за определяне на хлабините между страничните плъзгалки и сумарните такива по диагоналите, приложим при експлоатационни условия – когато талиговото железопътно возило се намира на обикновен коловоз с неравности, деформации и др. В теоретичен аспект методът се основава на имитиране на идеално равен релсов път чрез мислено завъртане на реалния.

Ключови думи: железопътно возило, талигов железопътен състав, хлабина между странични плъзгалки.

1. Физическо значение на проблема

С необходимата сумарна хлабина по диагоналите между страничните плъзгалки на талиговите вагони (локомотиви) се осигурява възможност за по-свободното му нагаждане (в смисъл по-равномерно разпределение на натоварването на колелата) при движение по релсов път с косо разположени неравности, които най-често са меродавни за настъпване на дерайлиране, причинено от недопустимо разтоварване на атакуващото колело.

Липсата на сумарна хлабина по диагоналите между страничните плъзгалки или недостатъчния ѝ размер се отразява особено неблагоприятно (от гледна точка създаване на предпоставки за дерайлиране) при жп возила с голяма дължина на базата и с голяма коравина на усукване на рамата (респ. коша). Защото, както е известно [1, 3], в тези случаи сумарната коса неравност в линейно

измерение се получава твърде голяма, поради което не е възможно да бъде “компенсирана” от посукването на коша и като последица от това се получава недопустимото разтоварване на някои колела (атакуващите – в най-лошия случай) и следователно – реални предпоставки за дерайлиране, особено при празни вагони в преходни криви със стръмен преход на надвишението на външната релса.

Освен това, от якостна гледна точка, осигуряването на необходимата сумарна хлабина по диагонали между страничните плъзгалки е важно и за предотвратяване на значителни кососиметрични натоварвания в конструкцията [1, 2], които в някои случаи могат да се окажат решаващи. От своя страна големите кососиметрични натоварвания в конструкцията неизбежно са свързани с големи вертикални сили, предавани чрез плъзгалките, обуславящи на свой ред

¹ Цвятко Пенчев, доц. д-р инж. , Добринка Ахмаджова, гл.ас. д-р инж. и Людмил Паскалев, гл.ас. инж. ВТУ “Т. Каблешков” катедра “Локомотиви и вагони” София, ул. Гео Милев № 158

прекомерно големи стойности на съпротивителния момент на завъртане на талигите спрямо коша и направляващите ребордни усилия [1].

Необходимо е тук да обърнем внимание на някои коренно погрешни и опасни схващания. Например, не може да бъде меродавна сумарната хлабина за цялото возило (4-те двойки плъзгалки), нито сумарната хлабина за всяка талига поотделно [4, 5]. Също така, съществуването на сумарна хлабина само по единия диагонал, колкото и голяма да е стойността ѝ, не е достатъчно условие за гарантиране сигурността срещу дерайлиране; защото в този случай талиговото возило би имало възможност за по-свободно “нагаждане” само при едностранно разположени (несиметрични) коси неравности – нещо, което е безусловно изключено за реалния железен път.

2. Начини за измерване (определяне) на хлабините между страничните плъзгалки при различни условия

2.1. При новопостроени или излизаци от ремонт жп возила хлабините между страничните плъзгалки обикновено се измерват по класическия (традиционния) начин, който в същност е основен и най-меродавен. Този начин изисква вагонът (локомотивът) да бъде поставен на равен, нивелиран, прав и недеформируем коловоз.

2.2. При особени обстоятелства (след катастрофи и др.), ако се налага измерване на хлабините между страничните плъзгалки, това може да се извърши и на обикновен коловоз или път, ако се подравни и заздрави отсечка от него с необходимата дължина. Разбира се, резултатите, получени по този начин, ще бъдат във всички случаи приблизителни, поради което трябва предварително да се направи преценка доколко те биха удовлетворили конкретните изисквания.

2.3. При експлоатационни условия, т.е. когато талиговото возило се намира на обикновен коловоз (железен път) – деформируем, с неравности евентуално и наклони и криви – измерването на хлабините между страничните плъзгалки е един все още нерешен до сега проблем, представляващ особено голям интерес не само за специални ситуации (напр. при необходимост от разследване на аварии и катастрофи), но и за нормална експлоатация. Очевидно, при наличие на неравности на коловоза, непосредствено измерените хлабини между

плъзгалките са неадекватни; също така би било абсолютна заблуда да се счита, че каквато и да било сума от така измерените хлабини между плъзгалките, включително и сумата от хлабините по диагоналите, не се влияят от неравностите. За тези случаи, когато возилото се намира на обикновен коловоз (железен път), тук се предлага експериментално – теоретичен метод.

3. Експериментално – теоретичен метод за определяне при експлоатационни условия на хлабините между страничните плъзгалки и сумарните такива по диагоналите

3.1. Геометрична интерпретация

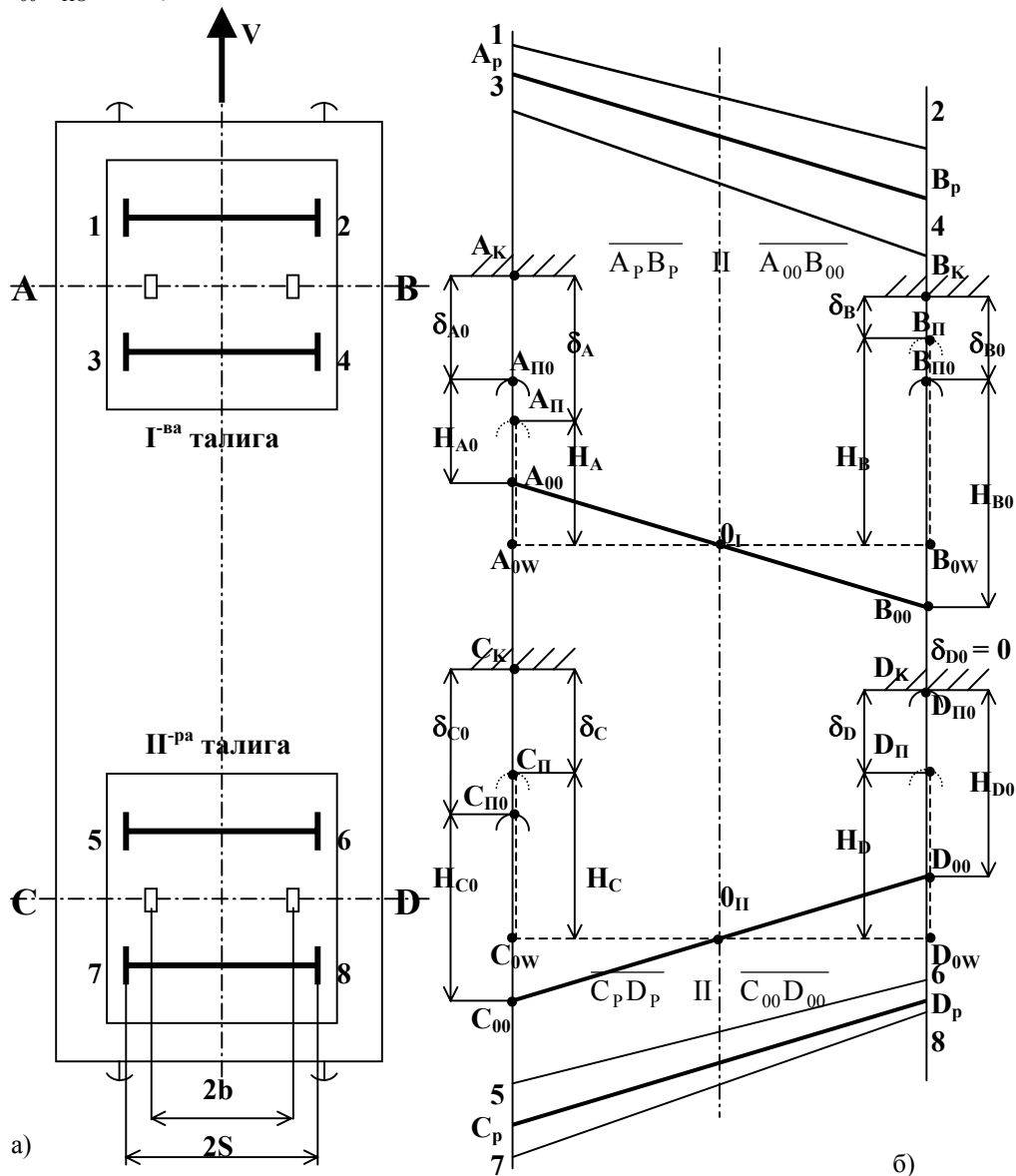
За по-голяма яснота, с цел да се вникне по-нагледно в същността на метода, отначало той ще бъде изложен в геометричен (графичен) аспект.

Нека на фиг.1.б. точките 1 и 2 представляват котите на контактните точки на колелата с релсите за първа колоос (вж. схемата на екипажа – фиг.1.а), а точките 3 и 4 – за втора колоос от I^{-ва} талига. Аналогично с точките 5, 6, 7 и 8 (вж. фиг.1.б – долу) са представени котите на контактните точки на колелата с релсите за II^{-па} талига, като при нея базовата хоризонтална равнина, от която се отчитат котите, с цел да не се претрупва чертежа, е взета на друго ниво. Точките A_p и B_p намиращи се по средите между точките 1 и 3 респ. 2 и 4, определят напречния наклон на релсовия път за I^{-ва} талига; аналогично точките C_p и D_p определят напречния наклон на релсовия път за II^{-па} талига. При това, от геометричните зависимости се вижда, че не е важно къде се намират в чертежа отсечките $\overline{A_p B_p}$ и $\overline{C_p D_p}$, а е важен техният наклон.

След гореописаните първоначални построения нанасяме на друго място в чертежа (с цел да се избегне претупаността му) отсечките $\overline{A_{00} B_{00}}$ и $\overline{C_{00} D_{00}}$, които са успоредни на отсечките $\overline{A_p B_p}$ респ. $\overline{C_p D_p}$. В случая може да се счита, че новата отсечка $\overline{A_{00} B_{00}}$ заема средно положение между осите на колоосите от I^{-ва} талига, а отсечката $\overline{C_{00} D_{00}}$ - между осите на колоосите от II^{-па} талига (при това, първият индекс “0” показва, че съответните точки се отнасят за оста на колооса, а вторият индекс – че се касае за непосредствено получените първични (първоначални) резултати). Предполагайки първоначално, че разстоянието между средите на страничните плъзгалки 2b е равно на

разстоянието между средите на релсите (респ. кръговете на търкаляне на колелата) $2S$, чрез нанасяне от точките A_{00} , B_{00} , C_{00} и D_{00} на измерените вертикални разстояния от тях до плъзгалките (по-точно до горните повърхнини на долните (талигови) плъзгалки), а именно разстоянията (височините) $H_{A0} \equiv \overline{A_{00}A_{\text{ПО}}}$, $H_{B0} \equiv \overline{B_{00}B_{\text{ПО}}}$, $H_{C0} \equiv \overline{C_{00}C_{\text{ПО}}}$ и $H_{D0} \equiv \overline{D_{00}D_{\text{ПО}}}$, получаваме точките $A_{\text{ПО}}$, $B_{\text{ПО}}$,

$C_{\text{ПО}}$ и $D_{\text{ПО}}$, представляващи котите на талиговите плъзгалки. По-нататък, чрез нанасяне на непосредствено измерените разстояния (хлабини) между плъзгалките δ_{A0} , δ_{B0} , δ_{C0} и δ_{D0} получаваме точките A_K , B_K , C_K и D_K , представляващи котите на долните (работни) повърхнини на плъзгалките от коша на вагона.



Фиг. 1

Гореописаното построение се основава на първичните резултати, получени непосредствено от първоначалните измервания. Естествено, непосредствено измерените хлабини между плъзгалките δ_{A0} , δ_{B0} , δ_{C0} и δ_{D0} не са адекватни на търсените хлабини δ_A , δ_B , δ_C и δ_D , които биха се получили при разположение на колоосите на возилото върху идеално равен (нивелиран) и

недеформируем релсов път. Такъв идеален път, обаче, може да се имитира (възпроизведе) на чертежа (фиг. 1.б), ако отсечките между контактните точки $1-2$, $3-4$, $5-6$ и $7-8$ бъдат хоризонтирани чрез завъртането им около средите си; а това е равносилно на хоризотиране на отсечките A_pB_p и C_pD_p , заемащи средно положение между отсечките по контактните точки

(между $\overline{1-2}$ и $\overline{3-4}$ – за I – ва талига и между $\overline{5-6}$ и $\overline{7-8}$ – за II – ра талига), а също така – на хоризонтиране на отсечките $A_{00}B_{00}$ и $C_{00}D_{00}$, заемащи средно положение между осите на колоосите; хоризонтирането на последните е показано на фиг. 1.б, където при завъртането им около средните точки O_I респ. O_{II} се получават изобразените с прекръснати линии хоризонтални отсечки: $A_{0W}B_{0W}$ за I – ва талига и $C_{0W}D_{0W}$ – за II – ра талига. След това, нанасяйки от точките A_{0W} , B_{0W} , C_{0W} и D_{0W} височините до талиговите плъзгалки, получаваме котите на последните, а от там – търсените хлабини между плъзгалките при имитиране на идеално равен ралсов път.

Относно изпълнението на последните операции от построението са възможни следните два случая:

Първи случай – когато между всички двойки странични плъзгалки съществуват непосредствено измерени хлабини, т.е. $\delta_{A0} > 0$, $\delta_{B0} > 0$, $\delta_{C0} > 0$ и $\delta_{D0} > 0$. При този случай съществува основание котите на талиговите плъзгалки да бъдат получени чрез нанасяне от точките A_{0W} , B_{0W} , C_{0W} и D_{0W} на височините H_{A0} , H_{B0} , H_{C0} и H_{D0} , получени при първоначалното измерване, което е и единствено за този случай.

Втори случай – когато за една или повече двойки странични плъзгалки непосредствено измерените хлабини имат нулева стойност. При този случай, очевидно, съществува допълнителен провис на ресорите, който обикновено е положителен откъм страната на нулевата хлабина и отрицателен за другата страна (ако там съществува хлабина). Това показва, че първоначално измерените височини H_{A0} , H_{B0} , H_{C0} и H_{D0} ще се различават от височините H_A , H_B , H_C и H_D , измерени в “освободено” състояние на талигата (т.е. когато липсва контакт и предаване на натоварвания между плъзгалките), от които височини следва да се получат меродавните коти на талиговите плъзгалки, а от там – и търсените хлабини между плъзгалките δ_A , δ_B , δ_C и δ_D . Поради това се налага повторно измерване на височините до талиговите плъзгалки при “освободено” състояние на талигата (т.е. при състояние без опирание на плъзгалките), ако при първоначалното измерване за същата талига е констатирана нулева хлабина макар и за едната двойка плъзгалки. Техническата операция за

привеждане на дадена талига в “освободено” състояние (без опирание на плъзгалките) се осъществява чрез повдигане (завъртане) на коша със сила, упражнявана от крик или лост, опрян едностранно върху другата талига.

3.2. Аналитични зависимости

От анализа на размерните вериги на построението съгласно фиг.1.б, например за страната “А”, произтича следното уравнение:

$$h_{A00} + H_{A0} + \delta_{A0} = h_{A0W} + H_A + \delta_A \quad (1),$$

където новите означения h_{A00} и h_{A0W} са височините (котите) на точките A_{00} и A_{0W} , отчетени от една условно взета базова хоризонтална равнина. Тъй като точка A_{00} заема средно положение между съответните точки от осите на колоосите от I – ва талига (намиращи се на разстояние $S = b$ от средната вертикална равнина), на която колелата от лявата предна част (страната “А”) с номера 1 и 3 имат коти на контактните точки h_1 и h_3 и радиуси на търкаляне r_1 и r_3 , котата h_{A00} може да се изрази както следва:

$$h_{A00} = \frac{h_1 + r_1 + (h_3 + r_3)}{2} \quad (2)$$

а котата $h_{A0W} = h_{O1}$, тъй като се отнася за средната точка O_1 -

$$h_{A0W} = h_{O1} = \frac{h_1 + r_1 + h_2 + r_2 + h_3 + r_3 + h_4 + r_4}{2} \quad (3)$$

Замествайки (2) и (3) в (1) при допускане на най-общия случай, когато $2S \neq 2b$ (т.е. при различия в разстоянията между релсите и между плъзгалките), търсената хлабина δ_A се определя от израза:

$$\delta_A = \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{S} (h_1 + r_1 + h_3 + r_3) - \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{S} (h_1 + r_1 + h_2 + r_2 + h_3 + r_3 + h_4 + r_4) + \delta_{A0} + H_{A0} - H_A \quad (4)$$

или:

$$\delta_A = \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{S} (h_1 - h_2 + r_1 - r_2 + h_3 - h_4 + r_3 - r_4) + \delta_{A0} + H_{A0} - H_A \quad (5)$$

или

$$\delta_A = \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{S} (\Delta h_{12} + \Delta r_{12} + \Delta h_{34} + \Delta r_{34}) + \delta_{A0} + H_{A0} - H_A \quad (6)$$

където:

$$\Delta h_{12} = h_1 - h_2; \quad \Delta h_{34} = h_3 - h_4; \quad (7)$$

$$\Delta r_{12} = r_1 - r_2; \quad \Delta r_{34} = r_3 - r_4$$

При допускане на еднакви радиуси на колелата от една и съща колоос (което е напълно приемливо като се има в предвид

приблизителността на метода), т.е. при $r_1 = r_2$ и $r_3 = r_4$, изразът (6) за δ_A се опростява:

$$\delta_A = \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{S} (\Delta h_{12} + \Delta h_{34}) + \delta_{A0} + H_{A0} - H_A \quad (8)$$

или:

$$\delta_A = \frac{b}{2} (\alpha_{12} + \alpha_{34}) + \delta_{A0} + H_{A0} - H_A \quad (9)$$

където: α_{12} и α_{34} са ъгли на наклона между контактните точки на колелата от съответните колооси, при което:

$$\alpha_{12} = \frac{\Delta h_{12}}{2S} = \frac{h_1 - h_2}{2S}; \quad \alpha_{34} = \frac{\Delta h_{34}}{2S} = \frac{h_3 - h_4}{2S}$$

Така, след като е определена хлабината за двойката плъзгалки “А”, процедурайки по същия начин за останалите плъзгалки – “В”, “С” и “D” – получаваме:

$$\delta_B = \frac{-1}{4} \cdot \frac{b}{S} (\Delta h_{12} + \Delta h_{34}) + \delta_{B0} + H_{B0} - H_B \quad (11)$$

$$\delta_C = \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{S} (\Delta h_{56} + \Delta h_{78}) + \delta_{C0} + H_{C0} - H_C \quad (12)$$

$$-H_C = \frac{b}{2} (\alpha_{56} + \alpha_{78}) + \delta_{C0} + H_{C0} - H_C$$

$$\delta_D = \frac{-1}{4} \cdot \frac{b}{S} (\Delta h_{56} + \Delta h_{78}) + \delta_{D0} + H_{D0} - H_D \quad (13)$$

$$-H_D = \frac{-b}{2} (\alpha_{56} + \alpha_{78}) + \delta_{D0} + H_{D0} - H_D$$

където:

$$\Delta h_{56} = h_5 - h_6; \quad \Delta h_{78} = h_7 - h_8; \quad \alpha_{56} = \frac{h_5 - h_6}{2S}; \quad \alpha_{78} = \frac{h_7 - h_8}{2S} \quad (14)$$

Сумарните хлабини между плъзгалките по диагоналите $\sum \delta_{A-D}$ и $\sum \delta_{B-C}$ се получават чрез механическо сумиране на горните изрази:

$$\begin{aligned} \sum \delta_{A-D} &= \delta_A + \delta_D = \frac{1}{4} \cdot \frac{b}{S} [\Delta h_{12} + \Delta h_{34} - (\Delta h_{56} + \Delta h_{78})] + \delta_{A0} + \delta_{D0} + H_{A0} - H_A + H_{D0} - H_D = \\ &= \frac{b}{2} [\alpha_{12} + \alpha_{34} - (\alpha_{56} + \alpha_{78})] + \delta_{A0} + \delta_{D0} + H_{A0} - H_A + H_{D0} - H_D \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \sum \delta_{B-C} &= \delta_B + \delta_C = \frac{-1}{4} \cdot \frac{b}{S} [\Delta h_{12} + \Delta h_{34} - (\Delta h_{56} + \Delta h_{78})] + \delta_{B0} + \delta_{C0} + H_{B0} - H_B + H_{C0} - H_C = \\ &= \frac{-b}{2} [\alpha_{12} + \alpha_{34} - (\alpha_{56} + \alpha_{78})] + \delta_{B0} + \delta_{C0} + H_{B0} - H_B + H_{C0} - H_C \end{aligned} \quad (16)$$

В горните формули за определяне на δ_A ,

δ_B , δ_C и δ_D , и техните суми $\sum \delta_{A-D}$ и $\sum \delta_{B-C}$ резултатите могат да се получат с положителни нулеви и отрицателни стойности.

3.3. Основни технологични изисквания за провеждане на измерванията

Подлежащите на измервания величини, влизащи във формулите, дадени в предната точка според физическата си същност могат да се разглеждат в три групи.

- величини за характеризирание фактическите неравности на железния път; към тях се отнасят алтернативно (според използваните формули) или котите $h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8$, или разликите между котите $\Delta h_{12} = h_1 - h_2, \Delta h_{34} = h_3 - h_4, \Delta h_{56} = h_5 - h_6$ и $\Delta h_{78} = h_7 - h_8$ или ъглите на наклона $\alpha_{12}, \alpha_{34}, \alpha_{56}, \alpha_{78}$ на контактните точки;

- величини за характеризирание на височините или по-точно – на изменение на височините на талиговите плъзгалки по отношение равнината на осите на колоосите; към тях се отнасят $H_{A0}, H_{B0}, H_{C0}, H_{D0}, H_A, H_B, H_C$ и H_D ;

- фактически измерените хлабини $\delta_{A0}, \delta_{B0}, \delta_{C0}$ и δ_{D0} , между страничните плъзгалки при наличие на неравности на железния път.

3.3.1. Измерване на величините, характеризиращи фактическите неравности на железния път

3.3.1.1. Измерването на котите на контактните точки по начало трябва да се извършва по оптически път, с нивелир. Ако той не е в специално изпълнение, може да се окаже неудобен, особено ако вагоните са включени във влак, поради необходимостта от пренасяне и пребазирането му от двете страни на вагона.

3.3.1.2. Измерването на разликите между котите на контактните точки на двойките колела от различните колооси $\Delta h_{12}, \Delta h_{34}, \Delta h_{56}$ и Δh_{78} се извършва чрез поставен в близост до контактните точки линеал с либела, имаща в единия си край евентуално винт за нагласяване в хоризонтално положение и скала или индикаторен часовник за отчитане на повдигането респ. спускането, равностойно на разликата между котите Δh . С оглед необходимостта от базиране на прибора възможно най-близко до контактните точки, за предпочитане е той да бъде в специално изпълнение (с U-образни участъци за обхождане на ребордите и пр.).

3.3.1.3. Измерването на ъглите на наклона между контактните точки на двойките колела

от различните колооси α_{12} , α_{34} , α_{56} и α_{78} , се извършва със същата по принцип механична конструкция на линеала, но с тази само разлика, че на измерителната скала се отчита директно наклонът обикновено в радиани.

3.3.2. Измерването на височините на талиговите плъзгалки или по-точно на тяхното изменение по отношение равнината на осите на колоосите, т.е. височините H_{A0} , H_{B0} , H_{C0} , H_{D0} , H_A , H_B , H_C и H_D , може да се извършва с универсални или специално пригодени за тази цел измерителни средства в зависимост от конструкцията на талигата. Може да се каже, че за почти всички намиращи се в експлоатация талиги за товарни вагони най-удобно и най-точно би било измерването, ако линеалът на прибора се базира към горните части на бандажния профил на колелата от лявата респ. дясната страна. Това е равносилно в изразите (4) и (5) вместо r_1 , r_2 , r_3 и r_4 , да фигурират $2r_1$, $2r_2$, $2r_3$ и $2r_4$, с което не се внасят изменения в търсения резултат; изменения не се внасят и ако вертикалните разстояния (височини), не се измерват непременно до горните повърхнини на талиговите плъзгалки, а до определени характерни точки (места) от рамата на талигата или надресорната греда. Защото, както се вижда от всички формули за δ_A , δ_B , δ_C и δ_D , и техните суми, в същност са меродавни не стойностите на самите височини, а техните разлики при еднакви индекси (т.е. за едни и същи плъзгалки) – $(H_{A0} - H_A)$, $(H_{B0} - H_B)$, $(H_{C0} - H_C)$, и $(H_{D0} - H_D)$. Във връзка с това трябва да се обърне внимание, че дори и когато липсва повторно измерване на височините (поради това, че не се налага освобождаване на плъзгалките), височините H_A , H_B , H_C , H_D , пак участват във формулите, но с еднакви стойности на едноиндексните величини, т.е. $H_A = H_{A0}$, $H_B = H_{B0}$, $H_C = H_{C0}$ и $H_D = H_{D0}$.

3.3.3. Измерването на хлабините между двойките плъзгалки δ_{A0} , δ_{B0} , δ_{C0} и δ_{D0} , фактически съществуващи при реалния неравен железен път, следва да се извършва с универсални, но подходящи за целта луфтомери или вътромери.

Като обща забележка по отношение на всички измервания следва да се счита, че навсякъде, където се третираат величини или понятия, свързани с контактни точки на релси или колела, те трябва да бъдат използвани в буквалния смисъл само в случаи на по-

специални изисквания за точност. При обикновените случаи измерителните прибори (линеани и др.) се базират просто към горните работни повърхнини от главите на релсите или към средната част на повърхнината на търкаляне на бандажния профил.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Необходимата сумарна хлабина по диагоналите между страничните плъзгалки на талиговия подвижен жп състав е определящ показател за гарантиране на сигурността срещу дерайлиране и кососиметричните свръхнатоварвания на конструкцията и ходовата част при наличните в експлоатация неравности на релсовия път.

2. Освен традиционния класически метод, приложим по начало при деповски (заходски) условия, представлява голям интерес при извънредни ситуации и в нормална експлоатация разработеният тук метод за определяне на хлабините между страничните плъзгалки и сумарните такива по диагоналите при нормални експлоатационни условия – когато жп возилото се намира на неравен и деформируем релсов път, евентуално при наличие на наклони и криви.

3. Основната теоретична предпоставка за определяне хлабините между страничните плъзгалки при нормални експлоатационни условия е имитирането на идеално равен релсов път чрез мислено завъртане (“усукване”) на реалния. В практически аспект необходимите измервания се свеждат до определяне на: разликите между котите на релсите в местата на контакта с двете колела от всяка колоос; измененията на височините на талиговите плъзгалки спрямо равнината на колоосите, вследствие евентуално “освобождаване” (т.е. премахване на допирането) на двойките плъзгалки; непосредствено измерване на фактическите хлабини между двойките плъзгалки при реалния неравен и деформируем релсов път.

Литература

- [1] Караджов Т., Димитров Ж. Вагони, Техника, София, 1988
- [2] Шадур Л. А., Челноков И.И. и др. Вагони, М., Транспорт, 1980
- [3] ERII (ORE) FRAGE B-55 “Entgleisungssicherheit von Guterwagen in Glessisverwinduge”. Bericht №№ 1÷8. Utrecht, 1964 - 1980
- [4] Правилник за среден ремонт на товарните вагони, МТ СО “БДЖ”, С. 1978
- [5] Правилник за капитален ремонт на товарните вагони, МТ СО “БДЖ”, С. 1978



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОТКАЗИ НА КОЛООСИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ЛОКОМОТИВИ ОТ СЕРИЯ 46

Георги Динев¹

Технически университет, 1576 София

gdinev@tu-sofia.acad.bg

Георги Геннадиев²

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, 1574 София

ул. “Гео Милев” №158, България

ggenadiev@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В статията се представят резултатите от изследване на отказите на колооси от електрически локомотиви от серия 46, поради поява на пукнатини. На базата на статистически данни е определен ресурса на колоосите, законите на разпределение на отказите и характеристиките на надеждността им. Това позволява да се направят мотивирани предложения за подобряване на качеството на колоосите и повишаване на експлоатационната им надеждност. Получените резултати са са полезни за ремонта и експлоатацията на тази серия локомотиви и могат да се използват за разработване на подходящи технически решения за осигуряване на безопасност на движението.

Ключови думи: колооси, електрически локомотиви, пукнатини, уморно разрушаване, надеждност.

ВЪВЕДЕНИЕ

Една от най-често срещаните повреди през последното десетилетие в електрическите локомотиви от серия 46 които са в експлоатация у нас е появата на пукнатини в колоосите. От направените проучвания се установи, че около 20% от колоосите на тази серия локомотиви излизат от употреба поради брак.

В отделни случаи са констатирани и скъсвания на колооси в режим на движение на

локомотива (около 1,2 %). Ето защо този вид откази представляват важен проблем за надеждността и безопасността на движението на тази серия локомотиви.

Досега са известни и други подобни случаи на уморно разрушаване на оси от локомотиви и вагони, които са описани от Коцанда [6].

Той установява, че уморните пукнатини са образувани едновременно в много точки, а лома на разрушаването се характеризира с концентричност на уморните линии.

¹ Георги Динев, доцент, д-р, Технически университет – София

² Георги Геннадиев, доцент, д-р, ВТУ “Тодор Каблешков” – София

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Типични примери са разгледани и в литературния източник [7], но основните теоретични постановки за изясняване на механизма за зараждането и разпространението на пукнатините в детайлите са разгледани от Хеллан.

За осигуряване на качеството на използваните в ремонтната дейност колооси се използват ефективно безразрушителните методи за контрол. Предвид на това освен нормативните документи на НК БДЖ през последните няколко години се разработиха и предложиха съвременни решения за подобряване на безразрушителния контрол на колоосите в подвижния железопътен състав [2, 5]. Въпреки това трябва да се вземат предвид и възможни неочаквани проблеми дори и осигурен контрол. За да се разработи изключително сигурна система конструктора трябва да отговори на въпроса : “Какво става когато се случи повреда”.

Разглеждайки неиздръжливостта на колооста , можем да прогнозираме счупване, което може да бъде катастрофално за транспортното средство. Ето защо авторите Drago и Lewicki [10] използвайки теорията на Erdogan и Shi представят резултати които позволяват да се контролира разпространението на пукнатина в желани посоки независимо от нарушената работоспособност на материала.

От направеното по-горе изложение става ясно, че проблема за отказите на колоосите е актуален, необходимо е да се направи анализ на отказите с оглед разкриване на причините и търсят възможности за повишаване на качеството им.

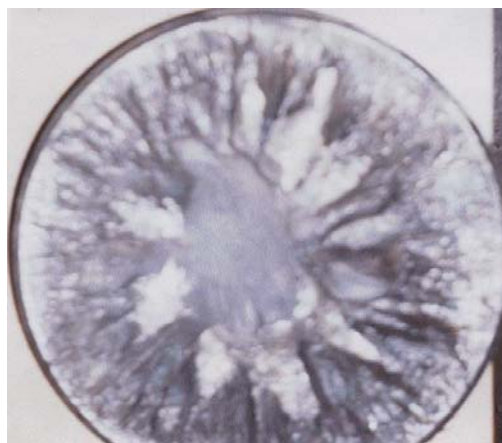
В настоящата работа се изследва ресурса на колоосите от електрически локомотиви от серия 46, излезли от употреба поради поява на пукнатини.

На базата на статистически данни получени чрез дефектоскопия на колооси в условията на Локомотивно депо – Бургас, отчитайки пробега на колооста чрез локомотивите по паспортни данни са определени: законите на разпределение на отказите и характеристиките на надеждността на колоосите.

АНАЛИЗ НА ОТКАЗИТЕ НА КОЛООСИТЕ

Обект на изследването са 52 броя колооси от електрическите локомотиви от серия 46, които са бракувани поради загуба на работоспособност от които 49 поради поява на пукнатини и 3 поради скъсване на колооста. Типични примери на два от случаите са показани на Фиг.1.

От Фиг.1 се вижда, че показаните ломове са характерни за уморно разрушаване на материала В таблица 1 са представени статистическите данни за пробега на отделните колооси.



Фиг.1

Следователно се приема хипотезата за нормално разпределение на случайната величина ресурс на колоосите в локомотивите от серия 46.

Нека съпоставим плановия пробег между капиталните ремонти - $L_{кр} = 900000$, km с ресурса на колоосите , като изчислим частта от

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

колоосите - α^* , недостигаща до капитален ремонт:

$\alpha^* = \Phi (L_{кр} - m) / \sigma = \Phi (-0,619) =$
 $= 1 - \Phi (0,619) = 0,2676$, където Φ е означението на функцията на Лаплас [7].

Следователно, 26,76 % от колоосите в локомотивите от серия 46 изчерпват ресурса си преди да са влезли в капитален ремонт.

Таблица 1

№	Пробег на колооста, km			
1.	177919	1477412	1405710	934737
2.	1390208	1440272	1062369	1445458
3.	992209	1040919	1131488	1400007
4.	1361608	1065479	1218089	1302581
5.	1337721	1186043	1223944	1411399
6.	896912	1291886	1385973	104919
7.	2060765	1103921	1284992	1428699
8.	1382436	1303226	1452349	1025046
9.	1735519	1230026	611304	556458
10.	1291976	724451	1574690	589771
11.	1205861	597753	1390528	663691*
12.	1252398	1627108	916442	733093*
13.	1422304	1251345	1090443	1470132*

Колоосите означени със * са излезли от употреба поради скъсване

Таблица 2

j	Lj , ×1000,km	F _{мп}	F _{хип}	/ Δ F/
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	575	0,096	0,031	0,065
2.	825	0,192	0,184	0,008
3.	1075	0,404	0,520	0,116
4.	1325	0,865	0,841	0,024
5.	1575	0,961	0,974	0,013
6.	1825	0,981	0,998	0,017
7.	2075	1,000	1,000	0,000

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА НАДЕЖНОСТТА НА КОЛООСИТЕ

Надеждността при постепенни откази от недостатъчна динамична якост от подвижния железопътен състав е изяснена от Димитров Ж. [7]. Независимо, че разрушаването на колоосите на железопътните возила се считат за недопустими откази , както се изясни са срещано явление в практиката. От друга

страна, недостатъчно добре изучения процес на натрупването на повреди в материалите при динамично натоварване, т.е. теорията за умората все още затруднява конструкторите. Въпреки това съвременните методи за якостна оценка, като метода на крайните елементи (МКЕ) и др. дават възможност да се усъвършенствуват машиностроителните детайли. Това ни дава основание да

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

препоръчаме следните мерки за подобряване на качеството на колоосите:

- необходимо е да се отстранят всички конструктивни причини, като концентратори на напрежения в колоосите;

- за обосноваване на подходяща геометрична форма на колооста е целесъобразно да се изследват чрез геометрично моделиране напреженията и деформациите в колооста чрез МКЕ;

- при доставката на колоосите е необходимо да се прилагат технически изисквания осигуряващи прецизен контрол към използваната стомана. Характерно е да се отбележи, че наличието на неметални включвания в материала са също един от основните източници на вътрешни пукнатини според Вауер [8] и други автори [9];

- да се приложат възможностите за използване на така наречените “ високояки материали”, чийто експлоатационна характеристика е високата трайност на материала [3]. Например стомани с повишена якост с R_m между 800 и 1500 МРа. Освен това е целесъобразно да се търси съчетаването между висока якост и висока жилавост, като се съобразяваме с икономическата ефективност на материалите, т.е. себестойността на материала;

- от съществено значение е осигуряването на предписаната грапавост на повърхнините, сглобките на пресовите съединения и правилното разглобяване и сглобяване на колоосите при ремонта на локомотивите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нивото на надеждността на колоосите в електрическите локомотиви от серия 46 е относително ниска за детайл от екипажната част на подвижния железопътен състав. Въпреки, че средната стойност на ресурса е по-голяма от планирания пробег между капиталните ремонти:

$$1062500, \text{ km} = m > L_{кр} = 900000, \text{ km}.$$

Необходимо е да се приложат комплексни конструктивно-технологични мерки за

повишаване на експлоатационната надеждност на колоосите. Направения анализ дава основните насоки за разработване на конкретни технически решения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Димитров Ж. Надеждност на железопътната техника, С., ВМЕИ, 1989, с.349
- [2] Динев Г., И. Коларов Относно осигуряването на качеството на колооста в подвижния железопътен състав, Сборник доклади на Трета научна конференция с международно участие на тема” Стандартизация – търговия – потребители, 95”, София, 16-17 окт.1995,127 -130.
- [3] Желев А., В. Анчев, Н. Лолов, В. Тошков Високоэффективни материали и иновации в машиностроенето, Научни известия на НТС, V конгрес на НТС по машиностроене, София, 1998.
- [4] Капур К., Л. Ламберсон Надеждность и проектирование систем, Пер. с англ., М., Мир, 1980, с.604.
- [5] Коларов И., М. Миховски, Г. Димчев, Г. Динев Безразрушителен контрол на безконтактно налягане в пресови съединения от тяговия подвижен железопътен състав, Годишник на ТУ-София, 1995, т.48, кн. 2, 191-193.
- [6] Коцанда С. Усталостное разрушение металов, М., Металургия, 1976, с.455.
- [7] ASM-Handbook, Fractography , Ed. J.R.Davis, ASM, International, vol.12, 1992.
- [8] Bauer E. Beispiele fur Verzahnungsschaden, ausgehend von innenliegenden Fehlstellen, Antriebstechnik ,Allianz Report 68 (1995) Heft 6,230-238.
- [9] Dinev G. Some investigation of failure mechanisms in gears from tractive reducers – Journal of Materials Science and Technology, 2001.
- [10] Lewicki D. and al. Three – Dimensional Gear Crack Propagation Studies , Proc. Of IV World Congress, Paris, 1999, vol.3, 2311-2322.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

НОМОГРАМНО АНАЛИЗИРАНЕ НА СЪПРОТИВЛЕНИЕТО ОТ ПРИДВИЖВАНЕ НА КОЛЕСНА МАШИНА

Борислав Бенчев

ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, 1574 София , България
e-mail: bbenchev@vtu.acad.bg

NOMOGRAM ANALISING THE RESISTANCE OF UNDERCARRIAGE MACHINE MOVEMENT

assoc. Prof. Borislav Benchev, Ph.D.

Higher School of Transport, 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, Bulgaria,
e-mail: bbenchev@vtu.acad.bg

Abstract: *To solve operational problems concerning prognostic evaluations, planned calculations of correcting the conditions of activities taking into account the resistance of the undercarriage machines movement, it is necessary to make fast but competent and adequate decisions. For that purpose nomogram dependencies can be helpful with their clearness, simplicity of usage convenience for work and quickness of answer receiving.*

Key words: undercarriage machines, resistance of movement, nomograms

ЦЕЛЕВИ СЪОБРАЖЕНИЯ

При организация на автомобилния транспорт, особено при управление на бойната дейност на войските в Българската армия техническият личен състав има като основна задача да оцени обстановката и в частност местността. Въз основа на тази оценка трябва да се даде отговор на въпросите, свързани с реалните възможности на автомобилите да изпълнят определени задачи като: основни направления за движения на автомобилите, възможност за използване на определен клас автомобили без и със спомагателни средства; направления, които трябва да се осигурят в инженерно отношение; участъци, в които се очаква затъване на машините и тяхното осигуряване в евакуационно отношение и др.

На практика на ръководителя (или командира от БА) често се налага да определя: възможната скорост за движение и времето, за което може да преодолее даден участък от пътя; възможно-допустимия товар в каросерията с отчитане качеството на пътя и релефа на местността; средната скорост на движение за дадени пътни условия и др.

Ето защо при решаване на операционни въпроси, относно прогнозни количествени оценки, планови пресмятания или извършване на корекции в ситуацията на движение на колесни машини е полезно да се отчетат параметрите, характеризиращи условията на движение.

Борислав Бенчев, доцент доктор инженер, ВТУ “Тодор Каблешков”, София 1574, ул. “Гео Милев”158, България

За постигане на тези изисквания могат да способстват номограмните зависимости със своята нагледност, удобство в работата и бързина на получаване на интересующите ни отговори.

ЦЕЛ НА РАЗРАБОТКАТА

Да се построят номограми, позволяващи да се извърши анализ на действието на контролируемите измерителни параметри: скорост на движение на автомобила $V, m/s$; общо тегло G, kN ; налягане на въздуха в гумите p_g, MPa , върху съпротивлението от придвижване при движение на автомобилите по маршрут в РБългария с различно пътно покритие.

ПОСТРОЯВАНЕ НА НОМОГРАМИТЕ

Въз основа на експериментални данни [1,2] са построени номограми от типа на Коши.

f	$108,98 \cdot 10^{-3}$	$113,36 \cdot 10^{-3}$	$153,24 \cdot 10^{-3}$	$196,80 \cdot 10^{-3}$	$244,03 \cdot 10^{-3}$	$294,92 \cdot 10^{-3}$
ξ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
η	-9,176	-6,809	-5,302	-4,281	-5,546	-2,996

в) поле (x_2, x_3)

То е изчислено по зависимостите

$$\xi = \frac{0,76 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 + 3,36 \cdot 10^{-3}}{0,41 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 x_3 + 3,46 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 + 1,11 \cdot 10^{-3} \cdot x_3 + 20,4 \cdot 10^{-3}} \quad (2)$$

За съпротивлението от придвижване при движение на автомобила по път с асфалтово пътно покритие е получена зависимостта [1]

$$f = 20,41 \cdot 10^{-3} - 3,36 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 + 3,46 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 + 1,11 \cdot 10^{-3} \cdot x_3 - 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 x_2 + 0,41 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 x_3 \quad (1)$$

където: $x_1 = p_g, MPa$; $x_2 = G, kN$;

$$x_3 = V, m/s$$

За построяване на номограмите изчисляваме:

а) скала $x_1 = p_g, MPa$

Таблица 1

x_1	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60
ξ	-2,5	-2,27	-2,08	-1,92	-1,79	-1,67
η	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

б) скала f

Таблица 2

f	$108,98 \cdot 10^{-3}$	$113,36 \cdot 10^{-3}$	$153,24 \cdot 10^{-3}$	$196,80 \cdot 10^{-3}$	$244,03 \cdot 10^{-3}$	$294,92 \cdot 10^{-3}$
ξ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
η	-9,176	-6,809	-5,302	-4,281	-5,546	-2,996

$$\eta = \frac{1}{0,41 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 x_3 + 3,46 \cdot 10^{-3} \cdot x_2 + 1,11 \cdot 10^{-3} \cdot x_3 + 20,4 \cdot 10^{-3}} \quad (3)$$

При зададени x_2 и x_3 се изчисляват ξ и η . Резултатите са посочени в таблица 3.

Таблица 3

x_2	10	14	18	22	26	30
x_3	11,2	12,32	13,44	14,56	15,68	16,8
ξ	0,0968	0,0914	0,0866	0,0823	0,0784	0,0749
η	-8,8213	-6,5250	-5,5814	-4,0979	-5,3907	-2,8612

x_2	14	18	22	26	30	18
x_3	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	16,8
ξ	0,0961	0,0958	0,0956	0,0955	0,0953	0,0756
η	-6,850	-5,625	-4,760	-4,130	-3,640	-5,625

x_2	22	26	30	10	14	10
x_3	16,8	16,8	16,8	12,32	13,44	13,44
ξ	0,0753	0,0755	0,0749	0,0919	0,0870	0,0877
η	-3,245	-2,860	-8,390	-6,240	-7,990	-7,640

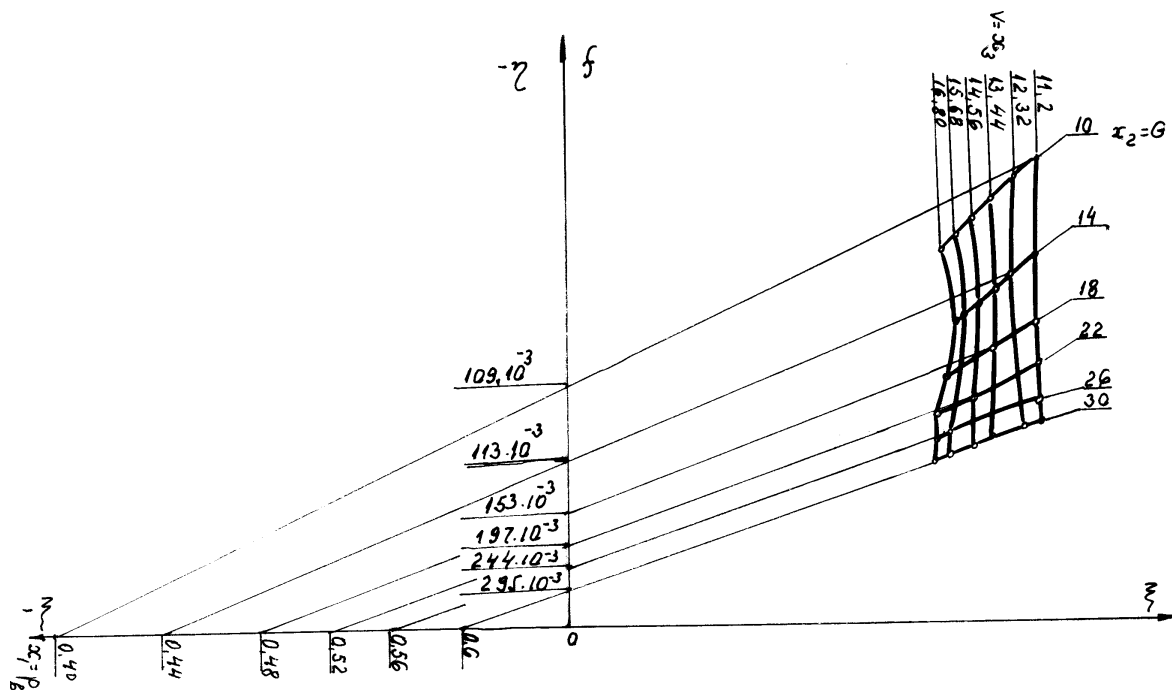
x_2	10	10	10	30	30	30	30
x_3	14,56	15,68	16,8	12,32	13,44	14,56	15,68
ξ	0,0837	0,0802	0,0760	0,0904	0,0850	0,0819	0,0780
η	-7,640	-7,320	-7,020	-3,460	-5,280	-3,130	-2,990

С помощта на така получените стойности за координатите на (ξ, η) се построява номограмата. За да се удовлетворят изискванията към материалите за настоящата научна сесия се наложи да се съставят следните трансформационни формули:

$$\xi_{p_e}^T = (\xi_{p_e} + 1) \mu_{\xi_V} \cdot \mu_{\xi_{p_e} \xi_V} \quad (4)$$

$$\eta = \frac{\xi_V \xi_f}{\xi_{p_e}^T \mu_{\xi_V}^T + \xi_V - \xi_V} + \eta_f \mu_{\eta_f} \quad (5)$$

Построената номограма е показана на фиг.1. С нея могат да се решат редица задачи с важно практическо значение.



фиг. 1 Номограма за съпротивлението от придвижване на автомобил по асфалтов път

Като пример са дефинирани няколко задачи и тяхното решение с помощта на номограмите (фиг.1)

Задача 1: Колко е съпротивлението от придвижване f при скорост на движение $V=12,32 \text{ m/s}$, тегло $G=14\text{kN}$ и налягане на въздуха в гумите $p_e=0,44\text{Mpa}$?

Решение: Търсим в полето $(G;V)$ пресечната точка на линия $V=12,32 \text{ m/s}$ и линията на товара $G=14\text{kN}$. Получената точка свързваме с точката $p_e=0,44\text{Mpa}$ от оста - $\xi = p_e = x_1$. Тази линия пресича ос f в точката $f=113,10^{-3}$.

Задача 2: Как влияе изменението на налягането на въздуха в гумите (p_e) на съпротивлението от придвижване при постоянна стойност на скоростта на движение (V) и теглото (G).

Решение: Точките, например $V=12,32 \text{ m/s}$, $G=14\text{kN}$ свързваме последователно с различни стойности на налягането на въздуха в гу-

мите $p_e=0,40; 0,44; 0,48; 0,52; 0,56; 0,60$ и отчитаме стойността на съпротивлението от придвижване по оста f . От номограмата е видно, че за стойности на p_e от интервала $[0,44-0,60]$ съпротивлението от придвижване f намалява, а за стойности на p_e от интервала $[0,44-0,40]$ нараства. При съответно интерполиране могат да се отчетат и съответните стойности.

Задача 3: Една и съща стойност на съпротивлението от придвижване f от колко комбинации на V, G и p_e може да се удовлетворят?

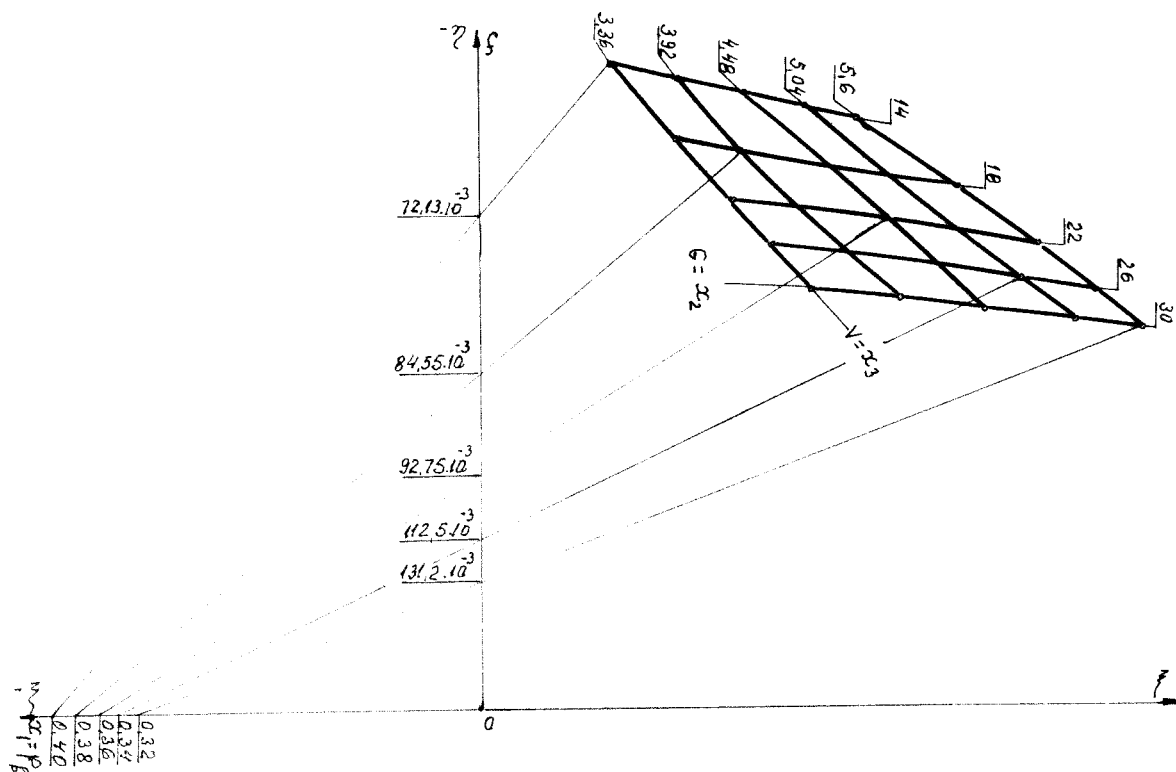
Решение: През точката от f , която съответства на търсената стойност се прекарват снопа прави, които да пресичат в долната (спрямо f) полуравнина оста p_e в интервала $[0,40-0,60]$, а в горната полуравнина същата права от снопа прави да минава през поне една точка от полето (V, G) , определено от границите $V=11,2-16,8$ и $G=10-30$. Анализа подсказва, че

на една стойност на f могат да съответстват различни комбинации от стойностите на V , G и p_v .

От направения анализ в посочените примери се вижда, че по стойностите на кои да са три параметъра може да се търси четвъртия. Тогава, когато стойностите на зададените три параметъра не съвпадат с нанесените на номограмата стойности си служим с интерполация.

Работата с номограмата за коефициента на съпротивление от придвижване по сух земен път (фиг.2.) е както с номограмата на фиг.1. Построението е също аналогично на вече разглеждания случай въз основа на зависимостта [1]

$$f = (35,65 - 2,35x_1 + 1,85x_2 + 0,82x_3 - \dots - 0,15x_1x_2 - 0,15x_1x_3 + 0,15x_2x_3 + \dots + 0,15x_1x_2x_3) \cdot 10^{-3} \quad (6)$$



фиг. 2 Номограма за съпротивлението от придвижване на автомобил по сух земен път

ИЗВОДИ

1. Въз основа на експериментални данни са построени номограми за съпротивлението от придвижване на колесна машина при движението ѝ по маршрути в България с асфалтово покритие и сух земен път.
2. С помощта на номограмите е извършен анализ на взаимното влияние на контролируемите параметри: скорост на движение на автомобила (V); натоварване (G) и налягане на въздуха в гумите върху съпротивлението от придвижване.
3. С построените номограми са решени конкретни задачи с важно практическо значение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Бенчев Б., Игнатов В. Теоретико-експериментално изследване върху съпротивлението от придвижване по асфалтов път. Научни трудове, 2, 1975, В.Търново.
- [2.] Бенчев Б. Изследване съпротивлението от придвижване на автомобилите при различни пътни условия. Дисертация за придобиване образователно – научната степен “доктор”, С., 1983.
- [3.] Вентцель, Е. Теория вероятностей, “Наука”, 1971
- [4.] Корн, Г, Корн, Т. Справочник по математика для научных работников и инженеров “Наука” М, 1973



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на ХХІ век”

ПАРАМЕТРИЧЕН АНАЛИЗ НА ТОПЛИННОТО СЪСТОЯНИЕ НА ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОН

Никола Калоянов, Петко Велев*

Технически университет –София, бул. Климент Охридски № 8
Висше транспортно училище “Т. Каблешков”-София, ул. Гео Милев № 158

Анотация: на базата на създадените модели на многосвързаните нестационарни топлообменни процеси в пътнически вагон са извършени числени експерименти и е направен параметричен анализ на топлинното състояние на българския безкупеен пътнически вагон Z_2 . Оценен е необходимият разход на енергия за осигуряване на параметрите на микроклимата за съществуващата конструкция при летни и зимни условия в съответствие с международните стандарти.

Ключови думи: транспорт, пътнически вагон, топлинно състояние.

1. Въведение.

Осигуряването на условията за топлинен комфорт с минимален разход на енергия в пътническите вагони е една от основните задачи при проектирането, конструирането и експлоатацията им.

Независимо от това, че в редица литературни източници се предлагат методи за топлинни пресмятания на пътнически вагони, липсва цялостен модел, който да описва задоволително извършващите се в тях сложни топло- и масообменни процеси, породени от многосвързани нестационарни въздействия. От една страна това са преносни процеси през външните ограждащи елементи от конструкцията на коша на вагона, а от друга - процеси, причинени от действието на вътрешни топлинни източници (пътниците във вагона и инсталираното в него оборудване). Външните повърхнини на ограждащата конструкция са подложени на въздействието на променящи се във времето интензитет на слънчевата радиация, температура и скорост на външния въздух. Те участват в конвективен топлообмен с външния въздух и в лъчист топлообмен с

небесния свод, земната повърхност и околните обекти. Интензивността на конвективния топлообмен при движещ се влак се определя от неговата скорост, а при спрял влак - от скоростта на вятъра. Пътниците и работещото оборудване във вагона участват в конвективен топлообмен с въздуха в него и в лъчист топлообмен с вътрешните повърхнини. Последните се загряват от преминалата през прозорците слънчева радиация, обменят помежду си енергия чрез излъчване и по конвективен път с въздуха. През неплътностите на коша на вагона се осъществява неорганизиран въздухообмен, а за пътниците организирано се подава пресен въздух. Всички тези процеси са взаимно свързани и си влияят един на друг.

В такава сложна обстановка оценката на топлинното състояние на вагона и определянето на енергийните разходи за подържане на микроклимата в него може да се търси само на основата на третирането му като интегрирана динамична система. За това са възможни два подхода - експериментален и симулационен. Първият е твърде скъп, а

* Никола Калоянов, доцент, д-р, инж., Технически университет – София,
Петко Велев, главен асистент, д-р, инж., ВТУ “Т. Каблешков”- София.

получените резултати се отнасят за конкретен обект. При втория подход се създава модел на интегрираната система, който се използва за анализ и прогнозиране на поведението ѝ чрез компютърно симулиране. Чрез такъв подход е направен параметричен анализ на топлинното състояние на българския безкупеен пътнически вагон Z_2 .

За целта са създадени три модела на многосвързаните нестационарни теплообменни процеси във вагона, основаващи се на: методиката на ASHRAE [1], метода на крайните елементи (МКЕ) [2] и метода на крайните разлики (МКР) [3]. Тези модели съответствуват на различни приложни аспекти, позволяват с тях да се извършват различни по сложност числени експерименти и същевременно предоставят база за проверка на решенията чрез сравнителен анализ.

Основните резултати от извършеното изследване са защитени при получаване на образователната и научна степен доктор от д-р инж. Петко Велев.

2. Избор на представителни дни за летни и зимни условия.

Един от факторите, който оказва влияние върху топлинното състояние на вагона са външните въздействия. Поради това е важно да се направи правилен избор на представителни дни за летен и зимен режим. На основата на критериална оценка от Представителната година климатични данни за гр. София (ПГКД) са избрани два летни и три зимни дни.

Характерни дни за летен режим:

- 16 юни - ден от годината с максимални стойности на сумарната среднодневна слънчева радиация (7471 W.h/m^2) и на директната ѝ компонента (4989 W.h/m^2);
- 24 юни - ден от годината с максимални стойности на температурата на външния въздух ($31,9^\circ\text{C}$) и на средноденонощната температура (25°C).

Характерни дни за зимен режим :

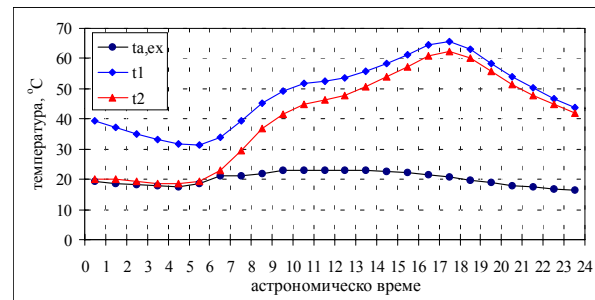
- 7 януари - ден от годината с минимална средна денонощна температура $-9,48^\circ\text{C}$. За него минималната температура на въздуха за денонощието е $-10,7^\circ\text{C}$;
- 21 януари - ден от годината с минимална температура на външния въздух $-12,35^\circ\text{C}$. За него средната температура на въздуха за денонощието е $-6,7^\circ\text{C}$;

- 9 декември - ден с минимална температура $-11,1^\circ\text{C}$ и средна денонощна температура $-9,25^\circ\text{C}$.

3. Влияние на началните условия върху температурата на въздуха във вагона.

Началните условия за решаване на задачата се свързват с познаване на температурното поле във вагона в началото на периода от време. Този период е избран едно денонощие. С цел оценка на влиянието на началните условия върху получаваните решения са изследвани два типа начални условия: температурно поле, получаващо се в резултат на топлинното състояние на вагона от предходния ден (н.у.1), и равномерно температурно поле със стойност на температурата, равна на температурата на външния въздух в началния момент (н.у.0).

Сравнението на резултатите за температурата на въздуха във вагона при н.у.1 (t_1) и н.у.0 (t_2) за летен ден с максимална слънчева радиация и затворени прозорци от обикновено стъкло (фиг.1) показва, че динамиката на процеса се различава съществено в началния участък до появата на слънцегреене (5:30 ч.).



Фиг. 1.

Градиентът на изменение на температурата във вагона за този участък се обуславя преимуществено от обратния лъчист теплообмен с небесния свод. В случая на прозорци от обикновено стъкло той е $-1,9^\circ/\text{h}$, а при абсорбиращо външно и обикновено вътрешно стъкло $-1,4^\circ/\text{h}$, което съставлява 35%. Характерът на изменение на температурата на въздуха във вагона за двата случая след началния участък е идентичен, включително и момента на достигане на максималната стойност. В абсолютни измерения разликата в максимумите при н.у.1 и н.у.0 за най-тежките летни условия не надвишава 4°C .

Резултатите се потвърждават и при зимни условия, където началният участък е по-дълъг, но разликата в максимумите е по-малка от тази при летен режим.

4. Влияние на външните въздействия върху температурата на въздуха в спрял пътнически вагон.

Динамиката на топлинното състояние на вагона преди композиране на влак, определя условията, при които трябва да бъдат включени системите за поддържане на микроклимата в него. Нейното познаване е необходима предпоставка както за правилното им оразмеряване, така и за построяване на управляващи алгоритми, свързани със съкращаване на периодите на топлинен дискомфорт.

Изменението на температурата на въздуха във вагона е резултат от съвместното действие на слънчевото облъчване, температурата на външния въздух $t_{a,ex}$, посоката и скоростта на вятъра, както и на основните му режимни и конструктивни параметри. Влиянието на външните въздействия върху температурата на въздуха в спрял пътнически вагон е изследвано чрез модела, използващ МКР и средата за динамично симулиране ESP_r.

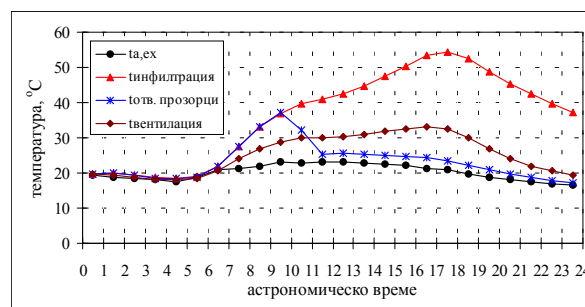
Условия на изследването:

- изменение на ориентацията (оста) на вагона по четири основни посоки С-Ю (0°), ЮЗ-СИ (45°), И-З (90°) и ЮИ-СЗ (135°);
- прозорци с две обикновени стъкла и такива с външно абсорбиращо и вътрешно обикновено стъкло;
- затворени прозорци и наличие на неорганизиран въздухообмен през 2 mm фуга на отваряемите им се части; отворени прозорци;
- вентилация на вагона;
- климатични условията от ПГКД.

Чрез числено симулиране са изследвани общо над 50 варианта на комбиниране на климатичните фактори, режимните и конструктивни параметри на вагона, при които е получена температурата на въздуха в него. Най-голямо топлинно натоварване на вагона при летни условия се получава при ориентация на оста му С-Ю. Максималната температура на въздуха във вагона ($65,5^\circ\text{C}$) се получава в 17:30 ч за деня с максимална слънчева радиация, при затворени прозорци с обикновено външно стъкло и н.у.1 (фиг.1). При същите условия, ако външното стъкло е абсорбиращо, максималната температура на въздуха във вагона е около 57°C , т.е. с $8,5^\circ\text{C}$ (13 %) по-ниска, като часа на максимума се запазва. За летен ден с максимална

температура на външния въздух и затворени прозорци с абсорбиращо външно стъкло, максималната температура на въздуха във вагона е 56°C при н.у.1 и $52,6^\circ\text{C}$ при н.у.0. Тези стойности са с 2-3 % по-ниски от аналогичните за деня с максимална слънчева радиация. Получените стойности за температурата на въздуха във вагона трябва да се имат предвид при подбора на материали, от които са направени отделните елементи от конструкцията на коша.

Случаят на горещ летен ден с максимална слънчева радиация (фиг.2) показва достигане на температура на въздуха във вагона около $55,5^\circ\text{C}$ при инфилтрация, н.у.0 и прозорци с абсорбиращо външно стъкло. В сравнение със случаите на естествено проветряване (отворени прозорци) и организирана вентилация този максимум е изместен във времето в резултат на топлинната инерция на непрозрачните ограждащи елементи.



Фиг.2

Организираната вентилация е изследвана при кратност на въздухообмен $9,5 \text{ l/h}$, което съответства на нормата за осигуряване на минимално количество пресен въздух за един пътник ($20 \text{ m}^3/\text{h}$). Доказва се, че минималната температура, до която може да се достигне чрез такава вентилация е с 2 до $12,5^\circ\text{C}$ по-висока от температурата на външния въздух. За подобни вагони експериментални данни, получени от други автори показват стойност 14°C .

Сравнението на температурите на въздуха във вагона за трите характерни зимни дни при условия на затворени прозорци с абсорбиращо външно стъкло и инфилтрация на въздух през 2 mm фуги на отваряемите им се части показва, че и за трите дни минималната температура се получава около 7-7:30 ч. независимо от началните условия, а стойностите ѝ са между -11 и $-9,5^\circ\text{C}$ при н.у.0 и между -8 и -6°C при н.у.1.

Получените резултати за изменението на температурата на въздуха в спрял пътнически вагон, както за летен, така и за зимен режим, недвусмислено показват необходимост от предварителна топлинна обработка на въздуха. За нея трябва да се знаят необходимата охладителна (отоплителна) мощност, както и времето за предварително включване на системите. Получената база данни предоставя възможност за развитие на оптимизационни процедури за определяне на тези параметри при съвместяване на показатели за разход на енергия и време за достигане на изискваната температура.

5. Анализ на динамиката на топлинния товар от външни въздействия за летен режим.

Познаването на топлинния баланс на вагона и разпределението на отделните му компоненти е изходна предпоставка при оразмеряване на системите за осигуряване на микроклимата в него и основа за последващо търсене на ефективни решения за намаляване на разходите за енергия. Съществена част в топлинния баланс е товара от външни въздействия \dot{Q}_{ex} . За това е важно да се изследва неговата динамика.

Условия на изследването:

- ориентацията на вагона по посоки С-Ю (0°), ЮЗ-СИ (45°), И-З (90°) и ЮИ-СЗ (135°);
- прозорците са двойно остъклени, без засенчване с две обикновени стъкла и такива с абсорбиращо външно и обикновено вътрешно стъкло;
- термичните съпротивления на топлопредаване от външната страна на ограждащата конструкция на коша отчитат съвместния конвективен и лъчист топлообмен. Те са за спрял вагон и за влак, движещ се с 80 km/h ;
- отчита се неорганизирания въздухообмен през неплътностите на коша на вагона;

За топлинния товар от външни въздействия най-неблагоприятна е ориентацията С-Ю. За спрял вагон с абсорбиращи външни стъкла максималната му стойност е 8430 W и се получава за деня с максимална слънчева радиация. Изменението на ориентацията на вагона води до намаляването ѝ с 16% при ориентация ЮИ-СЗ (7082 W); $17,6 \%$ при ориентация СИ-ЮЗ (6945 W) и $28,2 \%$ при ориентация И-З (6053 W).

Максималната стойност на \dot{Q}_{ex} при спрял вагон с обикновени външни стъкла е 10495 W . Също, както в случая с абсорбиращи външни

стъкла тя се получава, при ориентация на вагона С-Ю през деня с максимална слънчева радиация.

Най-голямо влияние за стойността на \dot{Q}_{ex} има слънчевото облъчване през прозорците – от 53% до 67% при различните ориентации.

Използването на абсорбиращо външно стъкло води до намаляване на охладителния товар от външни въздействия за вагона с около 25% (от 10495 W на 8430 W) и на разхода на енергия за охлаждане с около 21% (от $102,6 \text{ kWh}$ на $80,9 \text{ kWh}$).

Дебитът на инфилтрирания въздух през неплътностите на прозорците нараства с увеличаването на големината на фугите им и на скоростта на движение на вагона. Изследването доказва, че:

-при спрял вагон неорганизирания въздухообмен през неплътностите на прозорците практически не влияе върху динамиката на охладителния товар от външни въздействия и може да се пренебрегне

-при влак, движещ се със средна скорост 80 km/h неорганизирания въздухообмен през прозорците има съществено влияние върху стойността на \dot{Q}_{ex} за деня с максимална температура на външния въздух. В този случай разликата в максимумите на товара и в разхода на енергия за охлаждане е около 14% (6972 W и $60,37 \text{ kWh}$ при 2 mm фуга; 6005 W и $51,65 \text{ kWh}$ при неотваряеми прозорци).

Сравнението на топлинните товари от външни въздействия за влак, движещ се с 80 km/h в направление С-Ю и спрял вагон в същата посока при наличие на неорганизиран въздухообмен през 2 mm фуга на прозорците с абсорбиращи външни стъкла показва, че за деня с максимална слънчева радиация разликата в максимумите на \dot{Q}_{ex} е $19,5 \%$ и се дължи на по-интензивния конвективен топлообмен по външните повърхнини на коша. При спрял вагон максималната стойност на \dot{Q}_{ex} е 8430 W , а за влак, движещ се с 80 km/h е 6785 W . Разликата в разхода на енергия за охлаждане е в посочените случаи е около 31% ; За деня с максимална температура на външния въздух разликата в максимумите на \dot{Q}_{ex} е $8,2 \%$;

Изследването доказва, че за топлинния товар от външни въздействия при спрял вагон по-неблагоприятен е деня с максимална слънчева радиация, а за влак, движещ се със средна скорост 80 km/h - деня с максимална температура на външния въздух.

6. Влияние на топлинните мостове от скелета на коша върху топлинния товар от външни въздействия.

Скелетът на коша на пътническите вагони представлява топлинен мост в топлоизолационния слой на ограждащата конструкция и оказва влияние върху топлинния поток от външни въздействия. Тъй като при различните вагони конструкцията на скелета е различна, не е възможно да се намери единен критерий, който да оцени влиянието на топлинните мостове. За това трябва да се правят отделни изследвания. Един възможен подход е моделиране на топлообменните процеси чрез метода на крайните елементи в средата ANSYS.

За разглеждания вагон е анализирано влиянието на стоманените профили, използвани във външните стени. Чрез създадения модел са изследвани температурното поле и топлинния поток в стената при най-неблагоприятните условия (най-висока условната температура на външния въздух). Тези условия са:

- външни въздействия от ПГКД за деня с максимална температура на външния въздух.;
- температура на въздуха във вагона съгласно изискванията на фиш UIC 553;
- спрял вагон, при който коефициентът на топлопредаване по външната повърхност на стената има стойности, при които се получава най-голям топлинен поток;
- стена, ориентирана на юг.

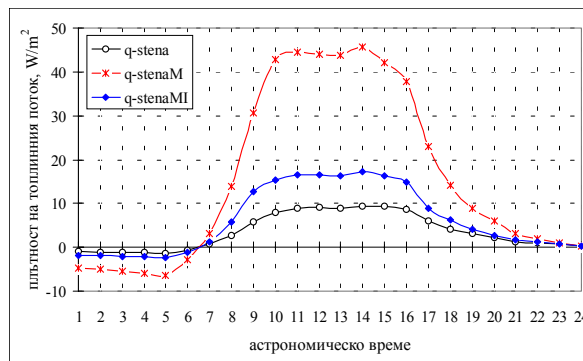
Топлинният поток от топлопреминаване и слънчева радиация през стената на вагона е намерен за три случая: без топлинни мостове от скелета на коша (q-stena); с топлинни мостове от скелета на коша (q-stenaM); с топлинни мостове от скелета на коша и 10 mm от съществуващата топлинна изолация между тях и слоя гетинакс (q-stenaMI).

Решението за всеки случай става при гранични условия от трети род и температура на външния въздух, равна на условната. Получават се температурното поле и полето на вектора на плътността на топлинния поток в стената.

За трите варианта на външна стена е намерена средната стойност на плътността на топлинния поток през вътрешната повърхност на стената, показана на фиг.3.

При спрял вагон плътността на топлинния поток през вътрешната повърхност на външната стена нараства около 4,9 пъти при наличие на топлинни мостове от скелета на коша и около 1,8 пъти при наличие на

топлинни мостове от скелета на коша и 10 mm топлоизолация между тях и слоя гетинакс.



Фиг.3

За деня с максимална температура на външния въздух при спрял вагон топлинният товар от външни въздействия има максимална стойност 7595 W. Около 9 % от тази стойност (683 W) са топлинните притоци от топлопреминаване през външните стени, огрени от слънце. Следователно, ако се отчете влиянието на топлинните мостове от скелета на коша топлинният товар от външни въздействия ще се увеличи с около 35 % (10258W), а при наличие на топлинни мостове от скелета на коша и 10 mm топлоизолация \dot{Q}_{ex} ще нарасне с около 7 % (8142 W).

Направеното изследване показва, че за влак, движещ се със средна скорост 80 km/h в най-неблагоприятното направление, при външни въздействия от ПГКД за деня с максимална температура на външния въздух, топлинният поток през външната стена нараства около 1,9 пъти при наличие на топлинни мостове от скелета на коша и около 1,3 пъти при наличие на топлинни мостове от скелета на коша и 10 mm топлоизолация между тях и слоя гетинакс. Това води до увеличение на максималната стойност на \dot{Q}_{ex} с около 7 % в първия случай и с около 2 % във втория случай.

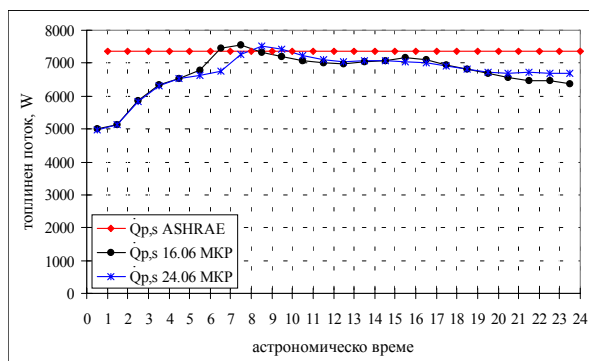
7. Анализ на динамиката на охладителния товар на вагона.

За да се изследва динамиката на охладителния товар на вагона при различни режими на експлоатация трябва да се направи анализ на отделни негови компоненти - топлинните товари от пътниците, осветлението и пресния въздух, подаван във вагона.

Топлинен поток от пътниците във вагона.

Определяне на сухия охладителен товар от пътниците във вагона $\dot{Q}_{p,s}$ е направено по

методиката на ASHRAE и чрез модела, използващ МКР и числено симулиране със средата ESP_r. В методиката на ASHRAE се използва уравнението $\dot{Q}_{p,s} = n_p \dot{Q}_s F_o$, W. При това се приема: брой на пътниците $n_p = 80$ (100 % заетост на местата за сядане); явно отделен топлинен поток от един пътник $\dot{Q}_s = 92$ W, който се отнася за спокойно седнал човек; фактор на охладителния товар $F_o = 1$. При тези условия топлинният товар от пътниците във вагона има постоянна стойност 7360 W. Определянето на $\dot{Q}_{p,s}$ чрез модела, използващ МКР е извършено за двата характерни летни дни при същите условия, като допълнително е прието, че 50 % от явно отделената топлина за един пътник се обменят чрез радиация, а останалите 50 % - чрез конвекция. На фиг.4 са показани получените резултати. Вижда се, че при поточния динамичен модел охладителният товар от хората не е ефект на суперпозиция, а максималната му стойност се получава 7-8 часа след влизането на пътниците във вагона.



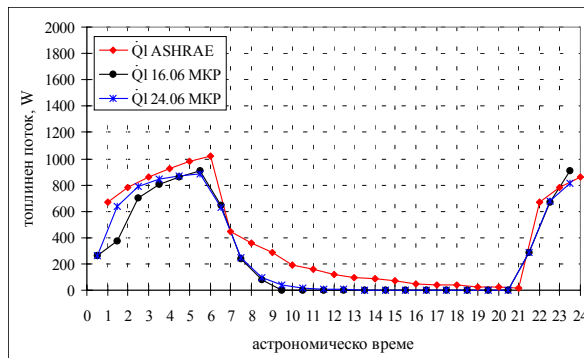
Фиг.4

Топлинен поток от осветлението.

Осветлението на вагона е с луминесцентни лампи, като общата инсталирана мощност P е 960 W. То се включва в интервала от 21 часа до 6 часа. За определяне на охладителния товар \dot{Q}_1 по методиката на ASHRAE се използва уравнението $\dot{Q}_1 = P \psi_i \psi_1 F_o$, W. В това уравнение коефициентът на използване на осветлението има стойност $\psi_i = 1$, а коефициентът за типа на осветителното тяло $\psi_1 = 1,25$.

Определянето на охладителния товар чрез модела, използващ МКР е извършено при същите условия на експлоатация, като е прието, че 60 % от топлинния поток от осветителните тела се обменят чрез лъчист топлообмен, а останалите 40 % - чрез

конвекция. На фиг.5 са показани топлинните притоци от осветлението във вагона, получени по двата начина. Вижда се, че характерът на изменение на \dot{Q}_1 е един и същ, а разликите в стойностите са незначителни. Следователно и двата модела могат да се използват за изчислението му.



Фиг.5

Топлинен поток с пресния въздух

С цел осигуряване на необходимия кислород за пътниците във вагона организирано се подава пресен въздух. Той формира явен топлинен поток, чиято стойност се определя от уравнението:

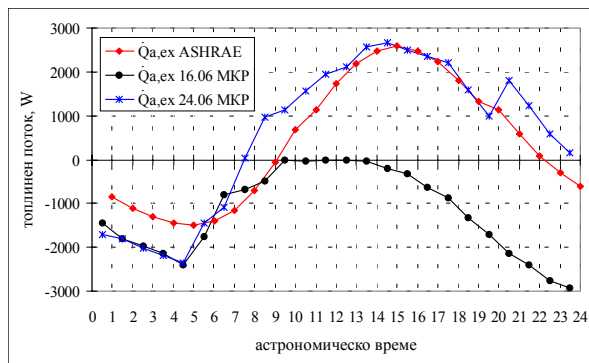
$$\dot{Q}_{a,ex} = \frac{n_p \dot{V}_a \rho_{a,ex} c_{a,ex}}{3600} |t_{a,in} - t_{a,ex}|, W.$$

В това уравнение:

- температурата на външния въздух при използване на методиката на ASHRAE е с денонощен ход, съгласно[1], а в модела, използващ МКР съгласно климатичните данни от ПГКД за двата характерни дни;
- температурата на въздуха във вагона е съгласно изискванията на фиш UIC553;
- обемният дебит на пресния въздух за едно място на сядане \dot{V}_a , регламентиран от фиш UIC 553 е: 20 m³/h за човек при $t_{a,ex} \leq 26$ °C, 15 m³/h за човек при $t_{a,ex} > 26$ °C.

При тези условия $\dot{Q}_{a,ex}$ е изчислен за температури на външния въздух по методиката на ASHRAE и по модела, използващ МКР. Получените стойности са показани на фиг.6. От фигурата се вижда, че характерът на изменение на товара, получен при използване на методиката на ASHRAE и по модела, използващ МКР за деня с максимална температура на външния въздух е един и същ. При това $\dot{Q}_{a,ex}$ има една и съща максимална стойност (2660 W), която се получава по едно и също време (14:30 часа).

За това $\dot{Q}_{a,ex}$ може да се намира и по двата начина.



Фиг.6

Анализ на топлинния товар на вагона при различни режимни условия за летен режим.

Охладителният товар на вагона е намерен по уравнението $\dot{Q}_{car} = \dot{Q}_{ex} + \dot{Q}_{p,s} + \dot{Q}_I + \dot{Q}_{a,ex}$ за най-неблагоприятната ориентация - по направление С-Ю чрез модела, използващ МКР. Анализирани са топлинните баланси при два режима (спрял вагон и влак, движещ се със средна скорост 80 km/h) и два вида двойно остъклени прозорци без засенчване (с абсорбиращо външно и обикновено вътрешно стъкло; с две обикновени стъкла). Външните въздействия са за двата характерни летни дни от ПГКД.

Топлинния товар на вагона през лятото е най-голям за деня с максимална температура на външния въздух. В този ден:

-при всички режимни условия максималната стойност на \dot{Q}_{car} се получава в 15:30 часа и съвпада по време с максималната стойност на топлинния поток от външни въздействия;

- за спрял влак и прозорци с обикновено външно стъкло максималната стойност на \dot{Q}_{car} е 18812 W. При абсорбиращо външно стъкло тя намалява с 8,8 % (17159 W). Разходът на енергия за охлаждане намалява от 264,6 kWh (обикновено стъкло) на 248,4 kWh (абсорбиращо стъкло), т.е. с около 6 %;

- за влак, движещ се със средна скорост 80 km/h и прозорци с обикновено външно стъкло максималната стойност на \dot{Q}_{car} е 18180 W. При абсорбиращо външно стъкло тя намалява с 9 % (16536 W). Разходът на енергия за охлаждане в тези случаи намалява от 254,6 kWh (обикновено стъкло) на 238,4 kWh (абсорбиращо стъкло), т.е. отново с около 6 %;

- намалението на максималната стойност на \dot{Q}_{car} вследствие на по-интензивния конвективен топлообмен при движещ се влак е около 3,5 %, а на разхода на енергия за охлаждане - с около 16 kWh;

- при различните режими пътниците във вагона са значителна част от топлинния товар (от 37 % до 43 %), която не може да бъде намалена;

- тъй като за часовете след 8:30 външният въздух има значително по-висока температура от температурата на въздуха във вагона, се формира топлинен поток с пресния въздух. Неговият дял в топлинния товар на вагона при различните случаи е от 13 % до 15 %;

- топлинният товар от осветлението няма дял в максималната стойност на топлинния товар на вагона.

Основният извод е, че охлаждащият товар на вагона може да се определя и по методиката на ASHRAE, и по модела, използващ МКР за деня с максимална температура на външния въздух. Методиката на ASHRAE е удобна за използване при инженерни изчисления, а модела по МКР - за изследователски цели.

8. Анализ на топлинния товар за зимен режим.

Ако се приеме, че процесът на топлопреминаване е стационарен и се пренебрегне влиянието на слънчевата радиация за изчислителен режим при температура на външния въздух $t_{a,ex} = -20^{\circ}\text{C}$ и коефициент на топлопредаване по външните повърхнини на коша $\alpha_{ex} = 62\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, отнасящ се за средна скорост на движение 80 km/h, приведенният коефициент на топлопреминаване за коша на вагона има стойност $0,693\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, а топлинните загуби през зимата са 8,22 kW.

Топлинен товар от външни въздействия.

Направеното изследване чрез модела, използващ МКР установи, че при движещ се влак направлението на движение практически не оказва влияние върху стойността на топлинния товар от външни въздействия. За това посочените резултати се отнасят за произволно избраното направление С-Ю.

Топлинният товар от външни въздействия за вагон с прозорци, които не се отварят е най-голям в 6:30 часа за деня с минимална температура на външния въздух (-6160 W). За деня с минимална средна денонощна

температура той е с 2 % по-малък (-6000 W). Разходът на енергия за отопление в двата случая е съответно 115,5 kWh и 128,6 kWh.

С увеличаване на големината на фугата при прозорци, които се отварят нараства и топлинния товар от външни въздействия. Изследването доказва, че при широчина на фугата на прозорците до 0,5 mm, топлинният поток от външни въздействия нараства с не повече от 5 %. При прозорци, които се отварят и имат фуга 2 mm топлинният поток от външни въздействия за вагона нараства: средно за денонощието 1,85 пъти, през деня 2 пъти, а през нощта 1,76 пъти. В този случай \dot{Q}_{ex} е най-голям за деня с минимална температура на външния въздух (-11100 W). За деня с минимална средна денонощна температура той е с 4,7 % по-малък (-10580 W). Разходът на енергия за отопление за двата дни е съответно 211,4 и 236 kWh.

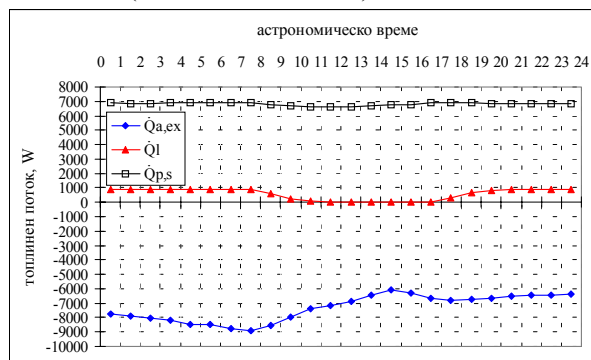
Сравнението на разхода на енергия за отопление при неотварящи се прозорци и прозорци, които се отварят и имат фуга 2 mm показва, че и за двата характерни зимни дни увеличението във втория случай е 83 %.

Топлинен поток от пътниците, осветлението и с пресния въздух, подаван във вагона.

Товарите са определени чрез модела, използващ МКР при следните условия: външни въздействия от ПГКД за деня с минимална средна денонощна температура на външния въздух и за деня с минимална температура на външния въздух; 100 % заетост с пътници на местата за сядане; топлина, отделена от един пътник 92 W; осветлението на вагона се включва от 17 до 8 часа.; температурата на въздуха във вагона се поддържа 22 °C; обемният дебит на пресния въздух е 10 m³/h за човек.

Изследването доказва, че и за двата разглеждани дни топлинните товари от пътниците $\dot{Q}_{p,s}$ и осветлението \dot{Q}_1 се различават незначително. Топлинният поток от пътниците има стойност около 7000 W, а от осветлението практически няма топлинен поток от 10:30 часа до 17 часа. За деня с минимална средна денонощна температура на външния въздух, топлинният поток с пресния въздух, подаван във вагона също има почти постоянна стойност около -8200 W. За деня с минимална температура на външния въздух $\dot{Q}_{a,ex}$ се изменя от -8940 W до -6080 W

(фиг.7). В този случай средната му стойност е -7328 W (с 10,5 % по-малка).



Фиг.7

Топлинен товар на вагона.

За характерните зимни дни са изследвани два режима: вагон без пътници, с изключено осветление и вентилация с предписания обменен дебит на пресния въздух; вагон с пътници, включено осветление и вентилация с предписания обменен дебит на пресния въздух.

За вагон без пътници, с изключено осветление и вентилация с предписания обменен дебит на пресния въздух топлинният товар на вагона е най-голям (-15080 W) за деня с минимална температура на външния въздух. За деня с минимална средна денонощна температура той е с 4,5 % по-малък (-14400 W). Разходът на енергия за отопление в двата случая е 290 kWh за (21.01) и 325,4 kWh (с 12,2 % по-голям) за (07.01).

Ако сеящите места във вагона са заети с пътници и осветлението е включено в посочения интервал, топлинният товар на вагона намалява спрямо товара за вагон без пътници и изключено осветление с 51,6 % (-7300 W) за 21.01 и с 54,2 % (-6600 W) за 07.01. Разходът на енергия за отопление в последните два случая е съответно 147,9 kWh и 113,2 kWh, т.е. с 55 % и 60 % по-малък.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Велев П. "Теоретично определяне на охладителния товар от външни въздействия за пътнически второкласен безкупеен вагон тип Z₂", сп. "Железопътен транспорт", 12/1992.
- [2] Калоянов Н. Велев П. "Един подход за моделиране на нестационарния топлообмен през ограждащата конструкция на пътнически вагон", Научна конференция ЕМФ'98, ТУ София, 1998.
- [3] Калоянов Н. Велев П. "Модел на нестационарния топлообмен в пътнически вагон", Научна конференция ЕМФ'99, ТУ София, 1999.



КОНСТРУКТИВНИ ОСОБЕНОСТИ НА РАДИАЛНА ПНЕВМАТИЧНА ГУМА ЗА ЛЕКИ АВТОМОБИЛИ С ПОДОБРЕНИ ВИБРАЦИОННИ СВОЙСТВА

П. Ц. Петков, Л. П. Кунчев

Abstract: *Constructive tire model with improved vibration properties has been made using a serial radial pneumatic car's tire. The standing tests have been carried out to determine of the vibration activity of the tire model in the frequency range of the 50 to 250 Hz. The trail results received have compared with vibration characteristics of the same type size cross ply pneumatic tire.*

Ключови думи: пневматична гума, предавателно отношение, предавателна функция, резонанс, усилващ слой.

Функционалните качества на автомобила в голяма степен се определят от изходните характеристики на пневматичните гуми /ПГ/. Те се разглеждат като съставна част от еластичната система на окачването на автотранспортното средство. В тази взаимовръзка гумите участват непосредствено във възприемането, формирането и предаването чрез елементите на окачването на смущенията от пътните неравности към каросерията на автомобила.

1. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА И ЦЕЛ НА РАЗРАБОТКАТА

При търкаляне на автомобилното ходово колело поради неравностите на пътя в гумата се генерират трептения със средни (5 – 25 Hz) и високи (25 – 250 Hz) честоти [1, 2]. В областта на средните честоти ПГ се

разглежда като еластичен елемент от окачването на автомобила с основен характеризиращ параметър нейната динамична еластичност. Вибрационните свойства на гуми с радиална и диагонална конструкция в тази честотна област са качествено аналогични, но количествено могат да се различават. Те оказват влияние главно върху механичната страна на функционалния комфорт на автомобила.

Във високочестотната област самата гума става източник на естествени вибрации и се разглежда като механична система с разпределени параметри [1, 2, 7]. Преместванията на оста на колелото практически се прекратяват, но се развиват трептения с висока честота на отделни части от гумата (протектор и страници). Върху амплитудно-честотната характеристика на гумата се проявява ясно изразен основен резонанс с по-голяма амплитуда и няколко

Пенко Цветков Петков, гл. ас. инж. , ВТУ “Тодор Каблешков”, кат. “Локомотиви и вагони”
Лило Петков Кунчев, доц. д-р инж. , ТУ – София, кат. “Двигатели, автомобилна техника и транспорт”

последователни, по-слабо изразени резонанси. Честотата на основния резонанс съществено зависи от структурата и конструкцията на основните съставни елементи на ПГ, който за радиалните е в областта 70 – 100 Hz, а за диагоналните – 140 – 170 Hz. Независимо от ниските стойности на амплитудите високочестотните трептения на гумите не се поглъщат от еластичните елементи в окачването, а се предават към каросерията на автомобила. Понякога тези вибрации се усилват от наличието на местни резонатори (елементи от купето, притежаващи мембранен ефект – под, таван, капаци и др.), особено при леки автомобили с каросерия “самоносещ” тип [2].

Наред с известните предимства на радиалните ПГ в сравнение с диагоналните, при попадане в резонанс те интензивно генерират вибрации в областта 70 – 90 Hz, която е акустично най-наситената зона на автомобила. Повишената вибрационна активност на гумите с радиална конструкция се проявява като повишено ниво на шума в пътническото помещение на движещ се при най-широко използваните експлоатационни скорости (съответстващи на честотата на смущаващата сила при резонанс) автомобил. В практиката явлението е известно като т. нар. “твърда езда”.

Целта на разработката е на базата на радиална ПГ да се създаде конструктивен вариант с подобрени вибрационни свойства. Създадената конструкция трябва да има малка виброактивност, която да осигури вибрационен комфорт на автомобила, аналогичен на комфорта при окомплектоването му с диагонални гуми. Обект на разработката е ПГ с радиална конструкция от типоразмер 245/70HR16 за лек автомобил от висш клас “ЗИЛ – 4104”.

2. ИЗХОДНИ ДАННИ ЗА РАЗРАБОТКАТА

ПГ се проектират с отчитане на условията за сцепление с пътя, повишен ресурс на износване, намалени енергийни загуби при търкаляне, при което почти не се отчитаха виброакустическите им свойства.

Теоретичните и експерименталните работи по изследване на вибрационната активност на ПГ се ограничаваха главно с определяне на основния резонанс. Неговата амплитуда е 5 – 10 пъти по-голяма от амплитудите на последващите резонанси, т. е. той е енергетично най-наситен [3, 4].

Теоретичните изследвания на вибрациите на ПГ се основават на различни математически модели [2, 8]. При едномерните модели радиалната ПГ се разглежда като неразтеглив пръстен с разпределена маса върху еластична основа, а при двумерните гумата се представя обикновено като тороидална черупка.

Експерименталните изследвания се провеждат на вибрационни стендове, както с неподвижна, така и с търкаляща се върху барабан ПГ [2]. Смущаващото въздействие се прилага към ходилото на гумата.

При проектиране на нови ПГ е необходимо да се постигнат подходящи изходящи характеристики по отношение на вибрационните свойства. За целта следва да се установят необходимите параметри (честота и амплитуда) на основния резонанс на гумата. Свободните трептения на ходилото на радиалната ПГ, представена като “пръстен върху еластична основа” се описват чрез диференциалното уравнение [1]:

$$E J \frac{\partial^4 \xi}{\partial x^4} - N \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + c \xi = -m \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \quad (1)$$

където EJ е коравината (деформационен модул) на пръстена, Pa.m⁴;

N – опъновата сила в пръстена от вътрешното налягане в гумата, N;

c – коефициентът на еластичност на основата (страниците на ПГ), N/m²

m – масата на единица дължина от пръстена, kg/m;

ξ - радиалното преместване на точка от пръстена, m;

t – времето, s

Собствените честоти и форми на хармоничните трептения на ПГ се получават от решението на уравнение (1). Те зависят главно от еластичните свойства на

страниците на гумата, т. е. от тяхната конструкция. Влиянието на конструктивните параметри на основните елементи на ПГ върху вибрационните й свойства подробно е изследвано в работите [3, 6].

Количествена оценка на вибрационната активност на ПГ се извършва по следните показатели [1, 4]:

- честотата на основния резонанс $f_p, \text{ Hz}$
 - предавателното отношение $i = \ddot{z}_1 / \ddot{z}_0$
- [z_0 – амплитуда на избрания вибропараметър (преместване, виброскорост или виброускорение) на смущаващата сила, приложена в контактната зона на ПГ; z_1 – амплитуда на аналогичния виброметър, измерен върху оста на изпитваното колело];
- енергетичният критерий M_B , определен по израза

$$M_B = 0,5 \frac{\ddot{z}_0 S_c}{f_p^2}, \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad (2)$$

където $\ddot{z}_0 = \text{const}$ е ускорението на смущаващата сила, m/s^2 ;

S_c – приведената площ под кривата на предавателната функция, $1/\text{s}$ [$S_c = S \cdot M_f \cdot M_i$ (S – площта под кривата на предавателната функция и честотната ос, mm^2 ; M_f – мащабният модул на честотата, $1/(\text{s} \cdot \text{mm})$; M_i – мащабният модул на предавателното отношение, $1/\text{mm}$)];

f_p – честотата на основния резонанс, $1/\text{s}$.

За качествена оценка (измерител) на вибрационните свойства се използва предавателната функция на ПГ – предавателното отношение от изменението на честотата на смущението $i = \varphi(f)$.

3. СЪЩНОСТ НА РАЗРАБОТКАТА

За постигане на поставената цел са разработени три конструктивни варианта на опитни ПГ. Характерно е, че

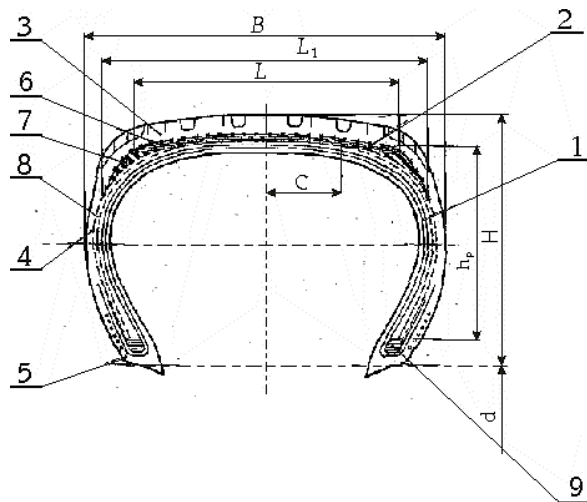
конфигурацията и основните конструктивни параметри на опитните варианти и базовата гума са напълно еднакви. Конструктивните изменения в отделните съставни елементи на опитните варианти в сравнение с базовата радиална ПГ са представени в таблица 1.

Серийната радиална ПГ от типоразмер 245/70HR16 модел И – 241 се състои от трислоен текстилен каркас. Брекерът е съставен от двуслоен гумиран металокорд, като кращата на първия слой са загънати около втория. В бортовата зона е поставена металокордна усилваща лента с височина от петата на борта до началото на работния участък на страницата на гумата. Основните конструктивни елементи на първия и втория вариант и базовата ПГ остават непроменени, т. е. съгласно действащата спецификация (виж. табл. 1). В страниците на опитните ПГ са вградени допълнително двуслойни усилващи ленти, като за първия вариант те са изработени от капронов корд 12К с плътност 94Н/100 mm, а за втория – от металокорд 22Л15 с плътност 86Н/100 mm. Височината на усилващите ленти h_c и за двата варианта е 70% от височината на страницата, а ъгълът на кроене $\beta_c = 60^\circ$ спрямо меридиана на гумата.

По-съществени конструктивни изменения са извършени при третия опитен вариант ПГ с използване на допълнителни елементи. На фиг. 1 е показана схемата на напречното сечение на гумата. Нови конструктивни елементи са двуслойните усилващи ленти в страниците, усилващият брекерен слой и подбрекерните детайли. Разликата от базовата ПГ е, че каркасът 1 е двуслоен. За да се запази неговият коефициент на сигурност е предвидено той да се изработи от полиамиден корд 28АТЛ, който е с по-голяма якост на опън от 25АТЛ. Брекерът на гумата 2 е също двуслоен от металокорд 22Л15, но не е със загънати краища на първия слой, а е със стъпаловидно изпълнение. По такъв начин се увеличава широчината L на брекерните слоеве и за изправяне на краищата им са вградени подбрекерните каучукови детайли 7. Двуслойните усилващи ленти 8 се изработват от капронов корд 12К с плътност 94Н/100 mm и височина $h_c = 100\%$, т. е. те обхващат цялата височина на страниците на ПГ.

Горните краища на усилващите ленти са поставени под подбрекерните детайли и достигат на разстояние c от осовата линия на профила на гумата. Усилващият брекерен слой 6 е поставен над втория брекерен слой като загъва подбрекерните детайли. Изработен е от текстилна тъкан от гумиран капронов корд 12К с плътност на нишките 94Н/100 mm, широчина в състояние на заготовка 260 mm и ъгъл на кроене $\beta_b = 90^\circ$ спрямо меридиана на гумата.

За всеки опитен вариант на ПГ е разработена конструктивна документация. Коефициентите на сигурност на каркаса, брекера и бортовите обръчи са определени по методика на “Клебер – Коломб”. Получените стойности удовлетворяват изискванията,



Фиг. 1. Конструкция и основни размери на опитна радиална ПГ

1 – каркас; 2 – брекер; 3 – протектор; 4 – страница; 5 – борт; 6 – усилващ брекерен слой; 7 – подбрекерен детайл; 8 – усилваща лента в страницата; 9 – бортови обръч;

предявявани към ПГ за леки автомобили.

Съгласно предоставената техническа документация в опитния завод на Научноизследователския институт по пневматични гуми в Москва са изработени образци на гуми от отделните варианти. За сравнение на резултатите допълнително са изработени образци от изцяло еднослоен металокорден каркас и арамид (виж. таблица 1)

4. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

Изпитването за определяне на вибрационната активност на серийната и опитните образци ПГ е проведено на вибрационен стенд на база стандартна апаратура “Bruel & Kjeer” съгласно разработена методика за измерване вибрациите на ПГ [4]. Методиката дава възможност да се извърши качествена и количествена оценка на вибрационните свойства на гумите. Резултатите от изпитванията са представени в таблица 2. За сравнение в таблицата са приведени и резултатите от вибрационното изпитване на ПГ с диагонална конструкция.

От резултатите в таблицата се вижда, че на изискванията за намалена виброактивност, т. е. извън най-наситения енергетичен честотен обхват 70 – 130 Hz, са разположени основните резонанси на диагоналната гума ($f_p = 145$ Hz) и гумата от опитния вариант 3 ($f_p = 133$ Hz). Стойностите на основните резонанси на серийната радиална и всички останали варианти ПГ попадат в тази честотна област и следователно притежават повишена вибрационна активност.

На фиг. 2 са показани предавателните функции на серийната ①, опитната от вариант 3 ② и диагоналната ③ ПГ. За сравнение на вибрационните показатели на гумите са избрани следните условия:

- нивата на вибропараметрите на диагоналната гума са приети за 100 %;
- нивото на виброскоростта е свързано с мощността, излъчвана от гумата;
- нивото на виброускорението е свързано със силовия режим на натоварване на окачването;
- смущението на ПГ по ускорение има характер на “бял шум” (хармонични трептения с постоянна амплитуда при всички честоти).

От приетите условия следва, че:

1. Серийната радиална ПГ има най-ниска амплитуда на основния резонанс, а диагоналната най-висока (виж. фиг. 2);
2. Опитната ПГ от вариант 3 притежава благоприятна предавателна функция в сравнение със серийните радиална и диагонална гуми;

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

3. Относителните нива на вибропреместванията и виброскоростите на опитната ПГ от вариант 3 са най-ниски (таблица 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създадената конструкция радиална ПГ от вариант 3 е с подобрени вибрационни свойства. Потвърдено е влиянието на параметрите на основните и допълнителните конструктивни елементи на гумата върху вибрационната ѝ активност. Установено е,

че чрез изменение на коефициента на еластичност на страниците може да се управлява честотата на основния резонанс на ПГ. Конструктивното изпълнение на радиална ПГ от вариант 3 притежава намалена възможност за разслояване в зоната около краищата на брекера. Получените резултати от разработката следва да се прилагат в практиката при конструирането и производството на ПГ и окомплектоването на автомобили.

Таблица 3

Вариант на ПГ, типоразмер	Резонансна честота f_p , Hz	Относителни нива, %		
		ускорение	скорост	преместване
245/78 – 15 диагонална	145	100	100	100
245/70HR16 серийна	93	53	82	128
245/70HR16 вариант 3	133	74	80	88

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бухин Б. Л. Введение в механику пневматических шин. М. : Химия, 1988. 224 с.
- [2] Вълчев К. Е. Изследване вибрациите на пневматични гуми. Дисертационен труд. С. ВМЕИ, 1980. 167 с.
- [3] Вълчев К., Г. Терзийски и др. Влияние конструкции пневматических шин на их вибрационное поведение. Международная конференция по каучуку и резине. Москва, 1984.
- [4] Исследование вибрационных характеристик системы “шина – подвеска” с целью повышения комфортабельности легковых автомобилей высшего класса “ЗИЛ”. Технически отчет по договор № 38 – 70/1116 – 22. Москва - София, 1988. 271 с.
- [5] Luftreifen in Radialbauart. Deutsche Patenten. Gummibereifung 3/1986. p. 114.
- [6] Yoshimira N., K. Yamagishi, M. Togashi and S. Furuya. Study of Carcass Profile for Increased Tire Performance. Kautschuk + Gummi. Kunststoffe 38. Jahrgang, Nr. 12/85. pp. 1096 – 1099.
- [7] Yoshimira N. On the vibrational properties of tires. IRC 1985. Kyoto, Japan. pp. 153 – 158.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

ТАБЛИЦА 1

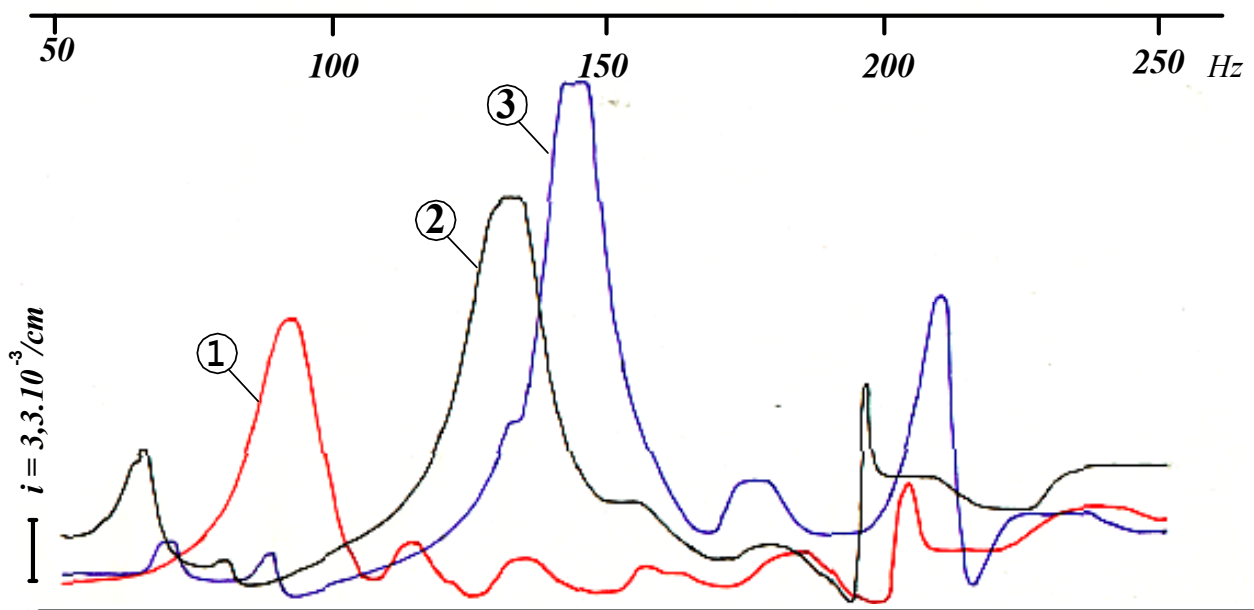
Конструктивни особености на основните и допълнителни елементи на ПГ	Вариант на ПГ, типоразмер 245/70HR16, модел И - 241						Серийна диагонална ПГ, типоразмер 245/78 – 15, модел И - 240
	серийна	1	2	3	металокорд	кевлар	
Каркас: - брой на слоевете - тип на корда	3 1 и 2 – 25АТЛ 3 – 25А2 анид	3 1 и 2 – 25АТЛ 3 – 25А2 анид	3 1 и 2 – 25АТЛ 3 – 25А2 анид	2 28АТЛ анид	1 22Л15 металокорд	1 арамид	6 1 – 4 - 12КТ 5 и 6 - 122КТ капрон
Брекер: - брой на слоевете - тип на корда	2 22Л15 1 слой - загънат	2 22Л15 1 слой - загънат	2 22Л15 1 слой - загънат	2 22Л15 1 слой – срязан	2 22Л15 1 слой – загънат	2 22Л15 1 слой – загънат	
Усилваща лента в страниците: - брой на слоевете - тип на корда - височина h_c^* - ъгъл на кроене β_c^{**}		2 12КТ – капрон 70 % 60°	2 22Л15 – металокорд 70 % 60°	2 12КТ – капрон 100 % 60°			
Усилващ брекерен слой: - тип на корда - ширина, mm - ъгъл на кроене β_b				1 12КТ – капрон 260 90°			
Допълнителни елементи				подбрекерен каучуков детайл ***			

Забележка: * Височината на усилващата лента h_c е в % от височината на страницата на гумата;

** Ъгълът на кроене на усилващата лента β_c се отчита спрямо меридиана на гумата;

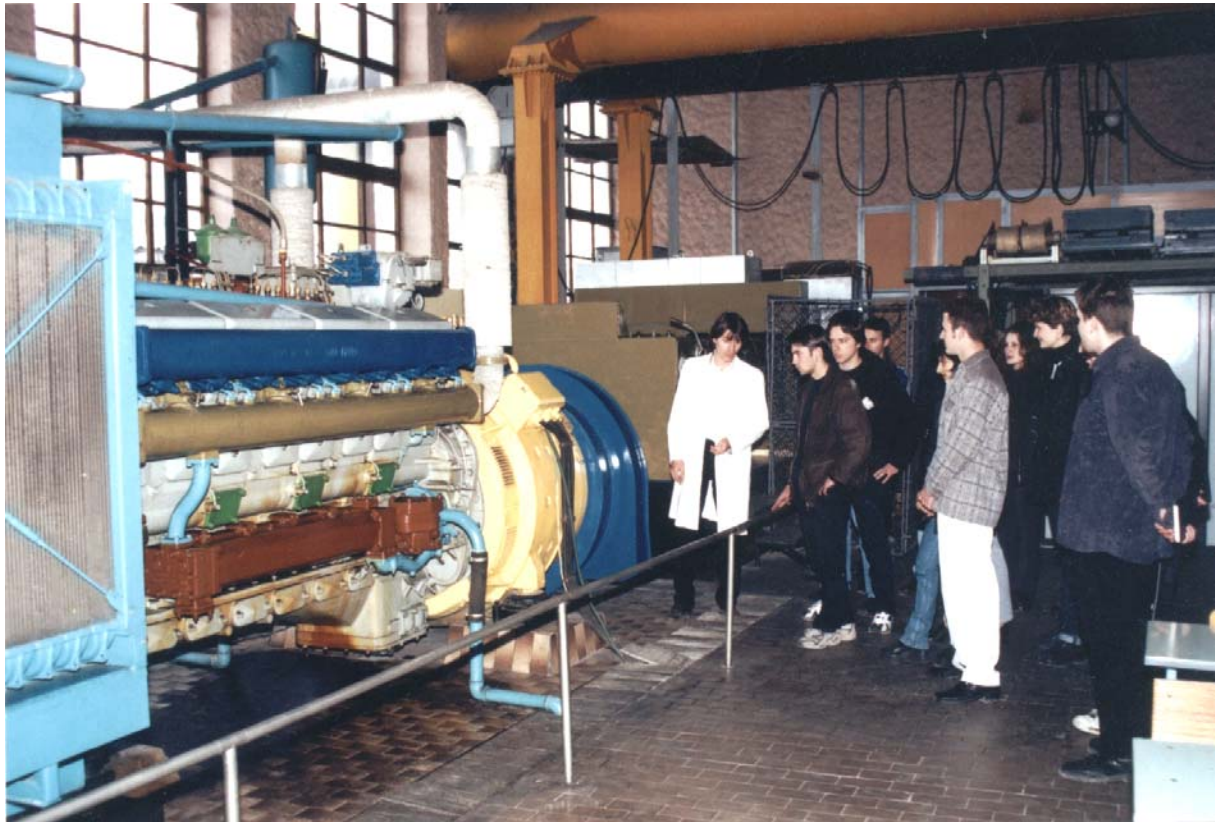
*** Напречното сечение на подбрекерния каучуков детайл е с форма на равнобедрен триъгълник с основа 20 mm, височина 3 mm и площ 30 mm².

№ по ред	Вариант на ПГ, типоразмер	Честота на основния резонанс f_p , Hz	Площ под кривата на предавателната функция S , mm ²	Приведена площ под кривата на предавателната функция S_{cs} , s ⁻¹	Енергетичен критерий $M_B \times 10^{-3}$, m/s
1.	245/70HR16 серийна	93	3190	15,95	0,90
2.	245/70HR16 вариант 1	106	4050	20,25	0,901
3.	245/70HR16 вариант 2	105	4190	20,95	0,95
4.	245/70HR16 вариант 3	133	5340	26,70	0,74
5.	245/70HR16 металокорд	92	3960	19,80	1,17
6.	245/70HR16 кевлар	96	3820	19,10	1,04
7.	245/78 – 15 диагонална	145	5150	25,75	0,61



Фиг. 2. Предавателни функции на ПГ

① 245/70HR16 серийна, $f_p = 93$ Hz; ② 245/70HR16 опитна вариант 3, $f_p = 133$ Hz; ③ 45/78 – 15 диагонална, $f_p = 145$ Hz;



Електрообзавеждане и системи за управление на дизеловите локомотиви

В лабораторията е монтиран стенд за тяговото обзавеждане на дизелови локомотиви. Стенда включва действаща установка на дизел - генераторна група, заедно със системата за управление на дизелов локомотив серия 51-00. Състои се от 16 цилиндров V-образен дизелов двигател XVI Jv 170/240, генератор за постоянен ток и пулт за управление.

Провеждат се занятия по дисциплините - Двигатели с вътрешно горене, Механична част и спомагателни системи на дизеловите локомотиви, Системи за управление на дизеловите локомотиви и Електрообзавеждане на дизеловите локомотиви.

Diesel Locomotives Electrical Equipment and Control Systems

A diesel locomotive drive equipment of diesel locomotives has been installed in the laboratory. It includes a diesel generator group stand in action with a control system of a diesel locomotive of series 51-00. It consists of a 16-cylinder and V-like diesel engine XVI Jv 170/240, a generator of DC and a control-desk.

Classes in Internal Combustion Engines, Mechanical part and aiding systems of diesel locomotives, Diesel Locomotive Control Systems and Diesel Locomotive Electrical Equipment.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**УСТРОЙСТВО ЗА ПОДАВАНЕ НА НАСИПНИ МАТЕРИАЛИ
ОТ ТРАНШЕЕН БУНКЕР**

Венцислав Василев, Борис Петков, Емил Йончев¹

ВТУ “Тодор Каблешков”- гр. София, ул. “Гео Милев” 158

АНОТАЦИЯ

В доклада е описано техническо решение и особености на устройство за подаване на насипни материали от траншеен бункер. Дадени са описания на греблови тласкач, система за хидравлично задвижване и система за управление .

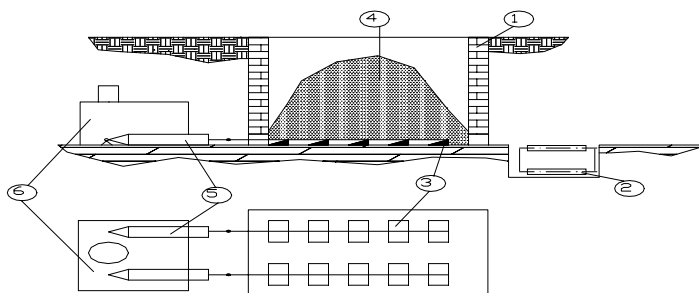
Ключови думи: траншеен бункер, тласкач, хидравлично задвижване.

ОПИСАНИЕ И ОБЩО УСТРОЙСТВО

Описаното устройство е техническо решение на част от система за подаване на дървесни стърготини към горивната камера на парен котел.

Запълването с дървесни стърготини на траншейния бункер се извършва пряко отгоре посредством самосвал или челен товарач. От бункера стърготините се подават към транспортър, който ги

транспортира към парния котел. Устройството за подаване на насипни материали е разположено на дъното на бункера /фиг. 1/. Състои се от два греблови тласкача, извършващи възвратно постъпателно движение в противоположни посоки. Всеки от тласкачите подава материал към транспортъра премествайки се към него, а движението в обратната посока води до разбъркване на насипния материал.



фиг.1

1-теренен бункер; 2- транспортър; греблови тласкач; 4- насипен материал; 5- хидравлични цилиндри; 6- помпена станция.

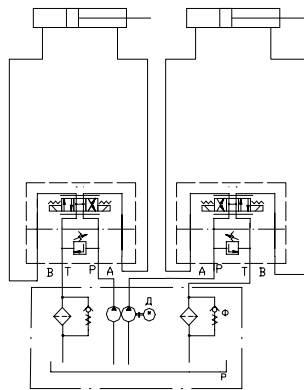
¹ Инж.Венцислав Василев – гл.ас. във ВТУ “Т.Каблешков”

Инж.Борис Петков – гл.ас. във ВТУ “Т.Каблешков”

Инж.Емил Йончев – гл.ас. във ВТУ “Т.Каблешков”

Задвижването на тласкачите е хидравлично /фиг. 2/. Хидравличната система осигурява независимо, възвратно постъпателно движение на всеки един от тласкачите, посредством сдвоена помпа и хидравлични цилиндри. Смяната на посоката на движение става, чрез пропорционални разпределители, командвани от крайни прекъсвачи по два на всеки цилиндър. Такава хидравлична

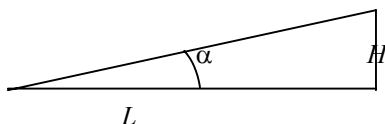
система дава възможност за регулиране на скоростта на хидравличните цилиндри, чрез управление на пропорционалните разпределители и регулиране на хода на цилиндрите, чрез преместване на крайните прекъсвачи. Описаните регулировки се използват за установяване на производителността при подаването на насипния материал.



фиг.2

КОНСТРУКТИВНИ ОСОБЕНОСТИ И ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ

Основен работен елемент на устройството за подаване на насипни материали е гребловият тласкач /фиг. 3/. От формата и броя на клиновете зависи ефективността на подаването и на разбъркването на насипния материал, намиращ се в траншейния бункер.



Фиг.3

да не по- малко от 1,5 - 2 пъти дължината L на клина.

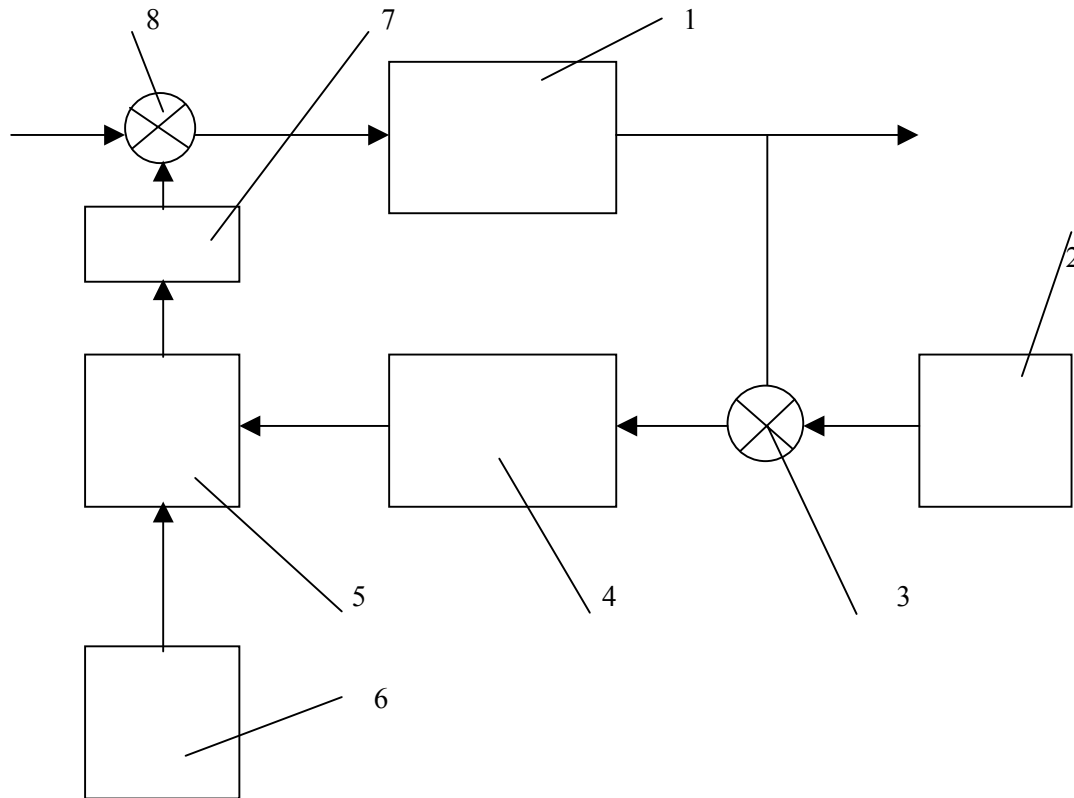
Ширината B на клиновете трябва да е съобразена с ширината на бункера и броя на тласкачите, но не бива да е по- голяма от 1 - 1,20 m от съображения за намаляване на масата на клина, а от там и на триенето му по дъното. Височината H на челото на клина трябва да е около $1/20$ от ширината B , така че площта на челото да не създава особено големи сили при тласкането. Дължината L трябва да е около $1/2$ от ширината B от същите съображения за намаляване на масата, но така че задния ъгъл α да не става по- голям от 20° с цел преодоляване на малки сили при обратното движение на тласкача. От броя на клиновете на един тласкач зависи ефективното придвижване на насипния материал по дъното на бункера. С цел намаляване на триенето се препоръчва броя на клиновете да се избира така, че разстоянието между тях

Тласкачите се задвижват от хидравлична система, изпълнена съгласно схемата на фиг.2. Хидравличните

цилиндри се подбират, така че работното налягане да не превишава 10 - 12 МРа, резервоара да не е по- малък от шесткратния минутен дебит на помпата, за да се предотврати прегряване на хидравличното масло вследствие на дроселното регулиране на скоростта при

условията на непрекъсната работа на системата.

Производителността на устройството се задава, чрез скоростта на движение на тласкачите .



фиг.4

1-обект за регулиране; 2- задаващо устройство; 3,8 – сумиращи устройства; 4- централен управляващ блок; 5- локален блок за управление на хидравличните разпределители; 6-блок за реверсиране на движението; 7-пропорционални магнити на хидравличните разпределители.

СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Системата за управление /фиг.4/ включва четири броя крайни прекъсвачи в блок 6 за реверсиране на двата цилиндъра и локален управляващ блок 5. Към него постъпва аналогов сигнал от централен блок 4 за управление на горивния процес. На база на този сигнал се формира управляващо напрежение, подавано към пропорционалните хидравлични разпределители. От големината на подаденото напрежение линейно зависи скоростта на движение на цилиндрите и производителността на подаващото устройство. В резултат на това се въздейства върху горивния процес. Изходящите параметри на обекта за

регулиране 1 се подават към сумиращото устройство 3 и се сравняват със зададените посредством задаващо устройство 2. Разликите постъпват като сигнали към централния управляващ блок, който формира управляващи въздействия за локалния блок 6 и други, ако има такива.

Описаното устройство за подаване на насипни материали от траншеен бункер може да бъде прилагано не само за дървесни стърготини като гориво за парен котел, но и за насипни мателиали /пясък, чакъл, зърнени храни и др./ в кариери, бетонови възли, асфалтови бази, силози.

Такова устройство е реализирано в паровата централа на завод “Фазерлес” – гр. Силистра.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Литература:

- | | |
|---|--|
| 1) Техничко-съпроводителна документация – VECOPLAN – Германия; | 4) Комитовски М. – “Елементи на хидро-пневмозадвижването”, Техника, 1985 |
| 2) Техничко-съпроводителна документация – Danfoss – Германия; | 5) Петров Д.П и др., Механизация на товарно-разтоварните работи в железопътния транспорт . С., Техника , 1972 |
| 3) Техничко-съпроводителна документация – DATA INSTRUMENTS – България; | |



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АНАЛИЗ НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ВЛАКОВИТЕ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЛОКОМОТИВИ ОТ ПАРКА НА ОБЕДИНЕНО ЛОКОМОТИВНО ДЕПО - СОФИЯ

Панто Пантев, Георги Димитров, Чавдар Джамбазки¹

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158, България

АНОТАЦИЯ

В доклада се разглежда експлоатацията на влаковите електрически локомотиви на Обединено локомотивно депо - София през 2000г. Анализират се експлоатационният парк, превозната работа, производителността, пробега, техническата скорост и брутната маса на влаковете годишно, по месеци, по видове движение. Правят се препоръки за подобряване на експлоатационните показатели.

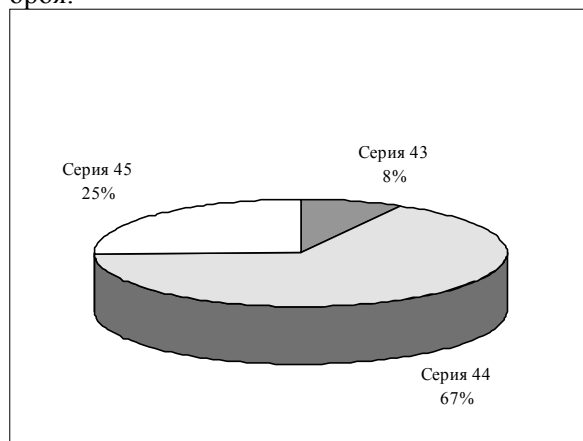
Ключови думи: Електрически локомотив, експлоатация на локомотивите, показатели за планиране и отчитане работата на локомотивното стопанство.

Предстоящото откриване на електрификацията на жп. участъка София-Кулата ще промени преди всичко условията за експлоатация на влаковите електрически локомотиви от парка на Обединено локомотивно депо /ОЛД/ - София. Необходимо е да се оцени сегашното състояние на организацията на експлоатация на тези локомотиви чрез анализ на експлоатационните показатели. Избран е периода от 01.01.2000г. до 31.12.2000г.

В инвентарния парк на ОЛД са включени влакови електрически локомотиви, производство на заводите “Шкода” серии 43, 44 и 45. Относителният дял на локомотивите по серии от експлоатационния парк през 2000г. е показан на фиг. 1.

Експлоатационният парк средногодишно

включва 36,6 локомотива. Най-много локомотиви са използвани през месец януари - 39 броя, а най-малко през месец август - 32 броя.



фиг.1

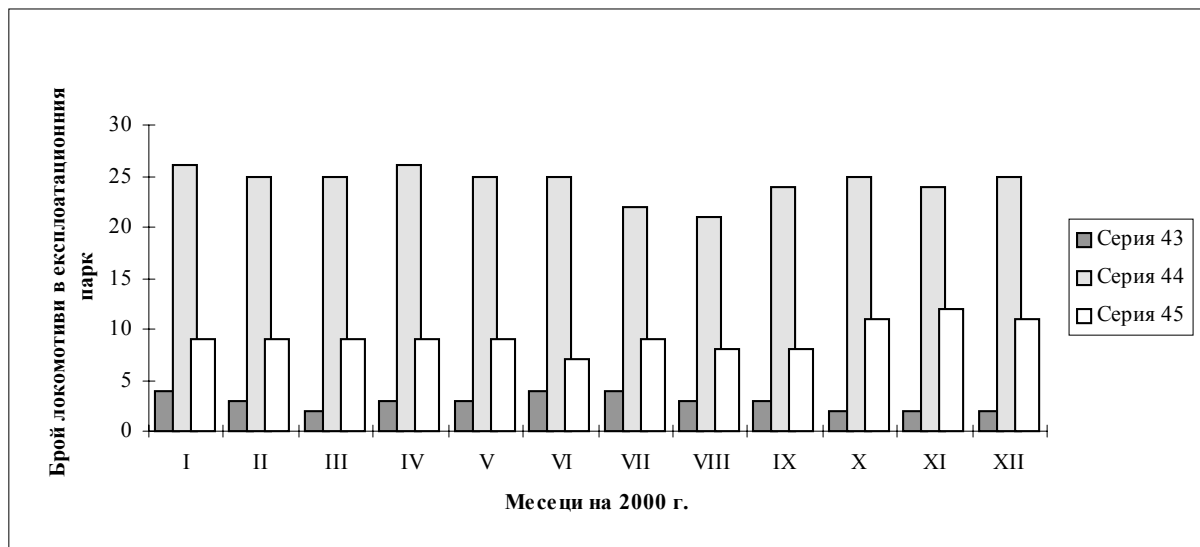
¹ Панто Пантев, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Георги Димитров, старши асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Чавдар Джамбазки, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

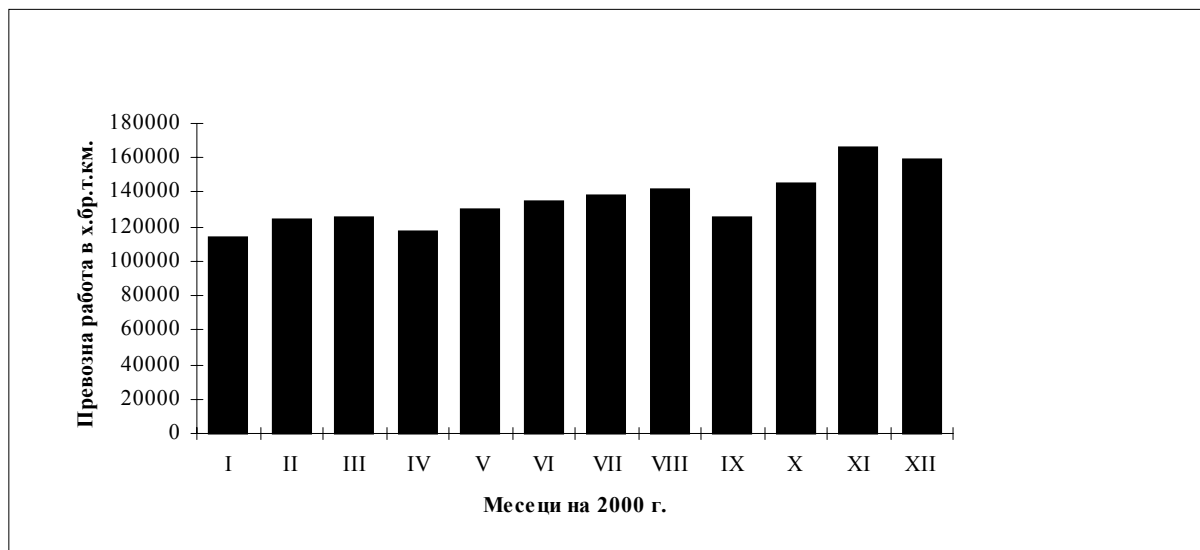
Броят на локомотивите в експлоатационния парк по месеци и серии е показан на фиг. 2.

Превозната работа извършена от влаковете електрически локомотиви през 2000г. е 1 689 280 х.бр.т.км. Извършената работа през

отделните месеци е различна - фиг. 3. Най-много работа е извършена през м. ноември - 175 343 х.бр.т.км, а най-малко през месец януари - 117 536 х.бр.т.км. Отклонението спрямо средномесечната превозна работа е от -17% до +24%.



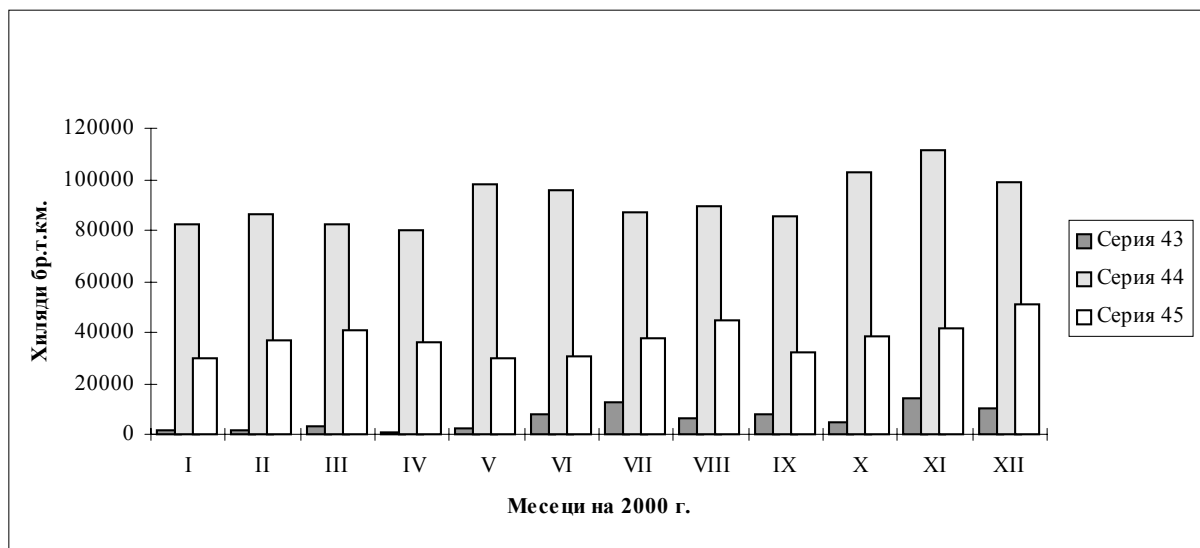
фиг. 2



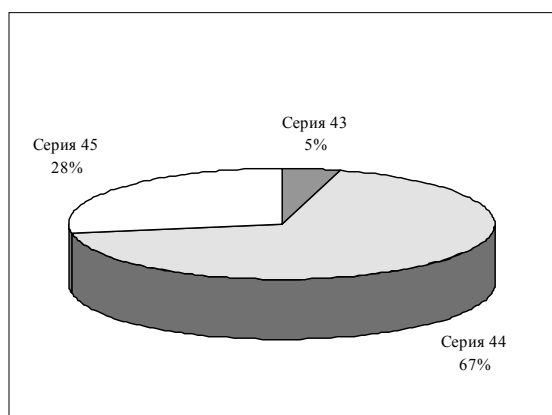
фиг. 3

Относителният дял на извършената превозна работа от отделните серии локомотиви е даден на фиг. 4. Делът на извършената работа от локомотивите серия 44 през 2000г. е 67%, какъвто е и процентът на локомотивите от експлоатационния парк. Съвпадението в дяловете в определяща степен се дължи на голямото им процентно участие в експлоатационния парк. Забелязва се, че локомотивите от серия 45 са извършили с 3%

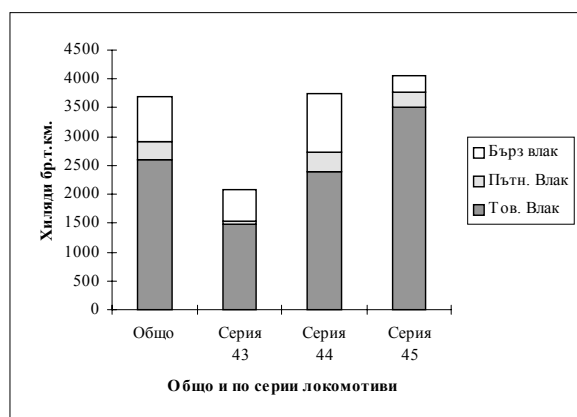
повече работа в сравнение с тези от серия 43. На фиг. 5 е показана извършената превозна работа от различните серии локомотиви през отделните месеци на 2000г. Разпределението на извършената работа по месеци е различно. Например през месец април разпределението между сериите локомотиви е 1% за серия 43, 67% - серия 44 и 32% - серия 45. За месец ноември разпределението е съответно 9%, 66% и 25%.



фиг. 5



фиг. 4



фиг. 6

Средномесечната производителност на локомотивите 3 696 х.бр.т.км. (фиг. 6). За локомотивите серия 44 тя е с 1,6% по-висока от тази на всички локомотиви от парка, на локомотивите серия 45 е по-висока с 9,6%, а на локомотивите серия 43 е по-малка с 43,5%. Много голяма е разликата между производителността на

локомотивите серия 43 и серия 45, като съотношението е приблизително 1:2.

Всички серии локомотиви са обслужвали бързи пътнически и товарни влакове. В табл.1 е показано дяловото им участие в производителността на локомотивите при различните видове движения.

Таблица 1

Серия локомотиви	43	44	45	ОБЩО
Категория влак				
Товарен влак	70,8%	63,6%	86,8%	70,4%
Пътнически влак	2,6%	9,3%	6,6%	8,2%
Бърз влак	26,6%	27,1%	6,6%	21,4%

Естествено е производителността да се формира предимно от товарното движение и участието на локомотивите от серия 45 в това движение да е най-голямо. Логично е и голямото участие на локомотивите от серия 44 при обслужването на бързите влакове.

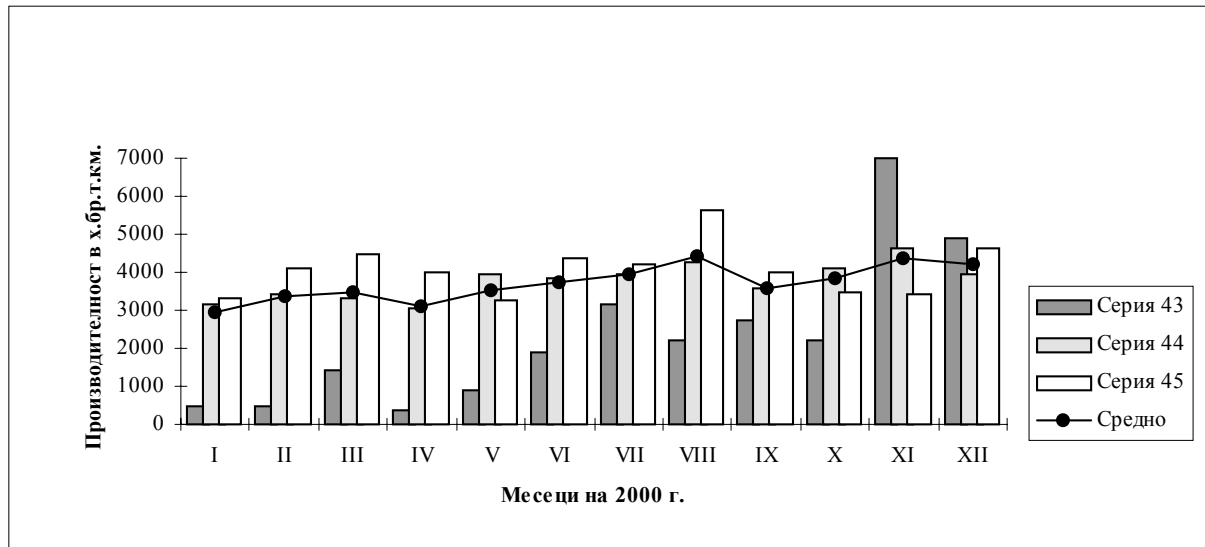
Смушаващо обаче е дяловото участие на локомотивите от серия 43 при обслужването на бързите влакове.

Производителността през отделните месеци на локомотивите по серии е показана на фиг. 7. Средната месечна

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

производителност на всички локомотиви се колебае от 3 014 х.бр.т.км. за м. януари до 4 614 х.бр.т.км. за м. ноември. Характерен е пикът през м. август - 4 603 х.бр.т.км. и по-

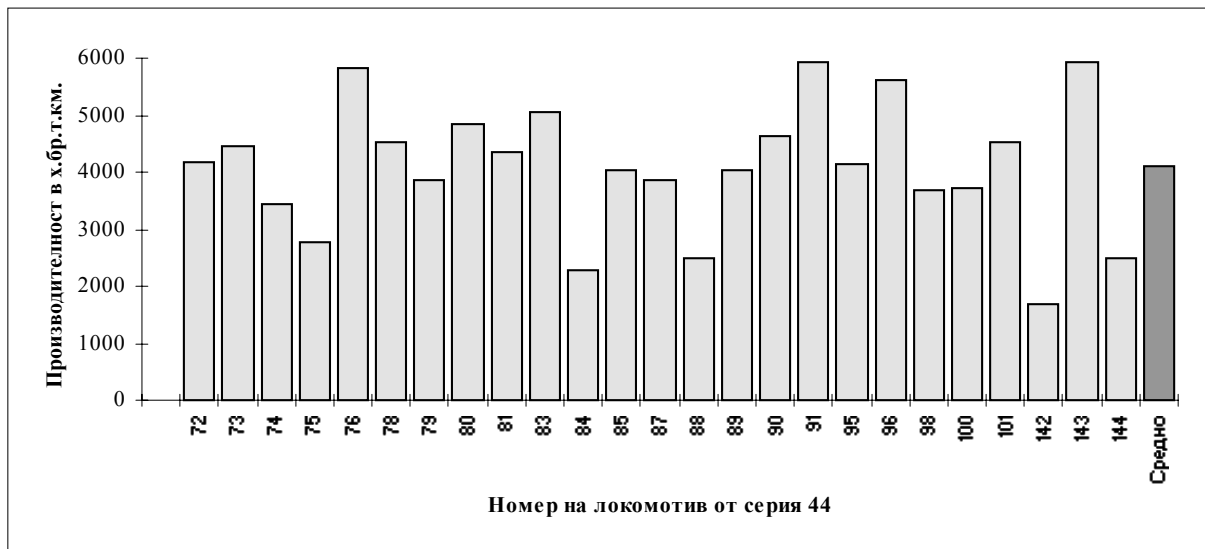
високата стойност през второто полугодие. Най-голямо е колебанието на производителността на локомотивите серия 43.



фиг. 7

Производителността на отделните локомотиви от една серия също значително се различава. На фиг. 8 е показана производителността на 25 броя локомотиви от серия 44, като са показани индивидуалните номера на всеки от тях и средната производителност на локомотивите от

серията. Забелязва се, че производителността на 10 броя локомотиви е в границите от 90% до 110% спрямо средната, а на 9 от тях - от 110% до 150%. Производителността на 5 броя локомотиви е под 70%, но това вероятно се дължи на разход на време за планов и случаен ремонт.



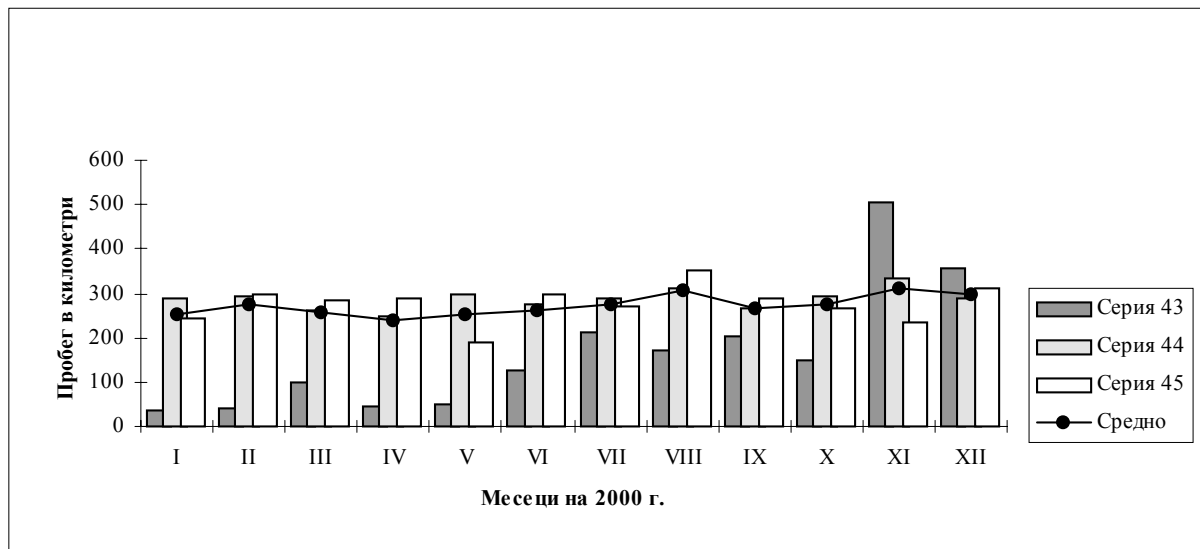
фиг. 8

Максимална производителност от отделните серии са постигнали локомотив № 43-200 през м. ноември - 9 248 х.бр.т.км., локомотив № 44-144 през м. ноември - 6 595 х.бр.т.км. и локомотив № 45-151 през м. август - 6 390 х.бр.т.км.

Средноденонощният пробег на влаковете електрически локомотиви през 2000г. е 273 km, като за локомотивите серия 43 е 149 km, за локомотивите серия 44 - 287 km, а за локомотивите серия 45 - 275 km. На фиг. 9 е показан средноденонощният пробег на

локомотивите по месеци и серии. Най-голям е пробегът за всички серии локомотиви през м. ноември - 310 km. Най-големи са разликите

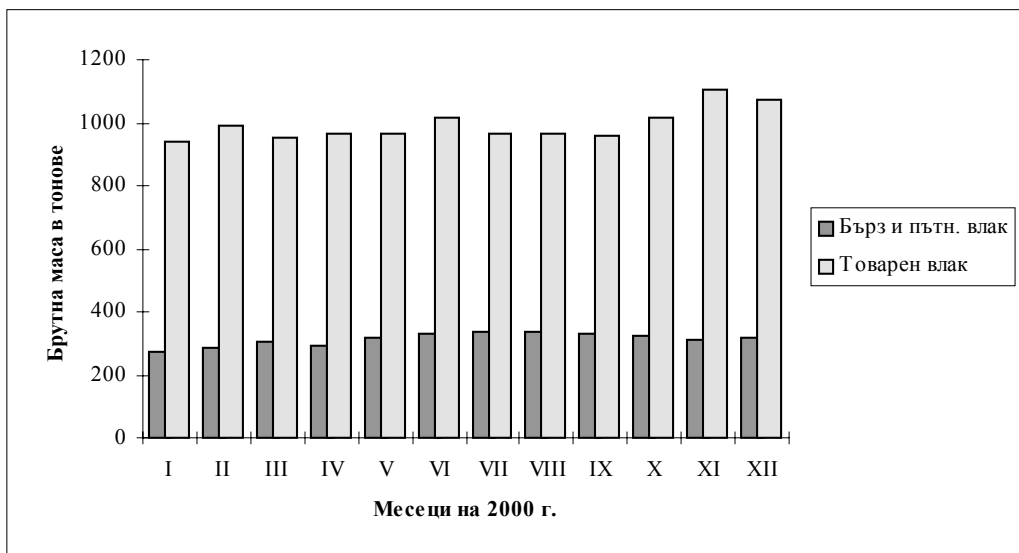
при локомотивите серия 43, чийто пробег е и най-голям през м. ноември - 507 km.



фиг. 9

Средната маса на бързите и пътническите влакове варира между 272 t и 334 t през отделните месеци на 2000г. (фиг. 10). Поради по-големите пътникопотоци през летните месеци се налага да пътуват влакови

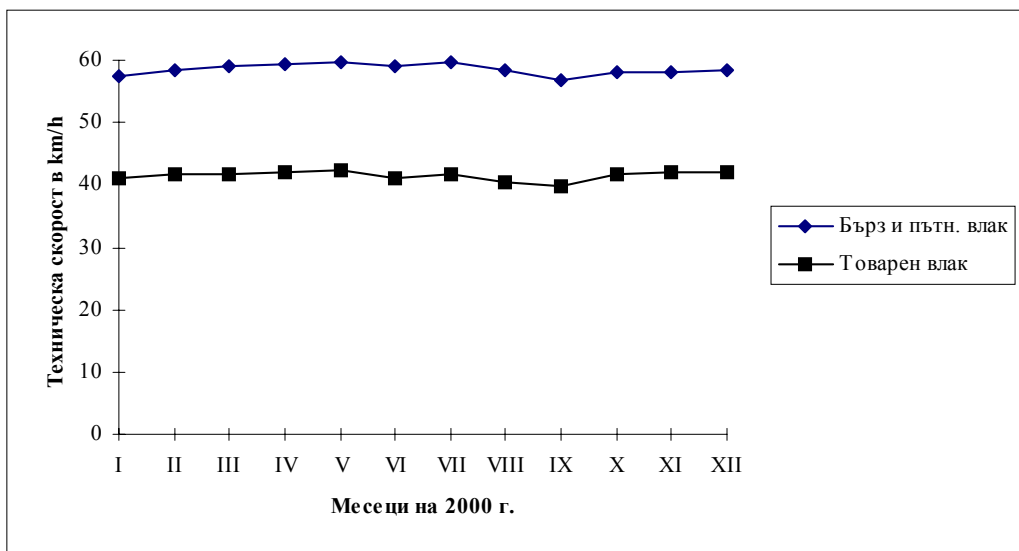
композиции с повече вагони. Брутната маса на товарните влакове се променя в границите от 942 t до 1042 t с малки пикове в края на шестмесечията.



фиг. 10

Техническата скорост на бързите и пътническите влакове през отделните месеци се колебае между 56,64 km/h и 59,81 km/h (фиг. 11). За товарните влакове колебанието е

между 39,86 km/h и 42,51 km/h. Не е открита зависимост между техническата скорост и масата на влаковете през отделните месеци на изследвания период.



фиг. 11

За да се оценят експлоатационните показатели обикновено се прави сравнение с показатели на локомотивния парк от други години на същото депо или с тези на други депа. В разглеждания случай считаме сравнението за неуместно, поради специфичните експлоатационни условия за влаковете електрически локомотиви на ОЛД - София, преди всичко заради късите електрифицирани жп. участъци с променяща се дължина. Смятаме, че изчислените показатели ще бъдат база за сравнение след пускане в експлоатация на електрифицирания участък до гара Кулата.

Месечната производителност на отделните локомотиви варира в широки граници и не зависи от вариациите на превозната работа през отделните месеци на изследваната година. Това се дължи на утежнените условия при изготвяне на графика за оборота на локомотивите. Наложително е да се положат по-големи усилия за неговото оптимизиране. Последното би довело и до намаляване броя

на локомотивите в експлоатационния парк. Не е приемливо през месец януари 39 локомотива да извършат превозна работа 116 292 х.бр.т.км., когато през месец август 32 локомотива извършват работа от 143 982 х.бр.т.км.

За подобряване на всички експлоатационни показатели положително може да повлияе изменение в графика за движението на влаковете.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Месечни отчети за работата на локомотивите на ОЛД-София, 2000г.
 [2] Попов Р. Й., П. Ценов, А. Г. Кювбашиев, П.Ф. Пантев, Експлоатация на електрическите локомотиви, ВВТУ “Т. Каблешков”, 1992г., София.
 [3] Стайков Г., Г. Сапунджиев, А. Г. Кювбашиев, Експлоатация и ремонт на електрическите локомотиви, Техника, 1974г. София.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**ПРОБЛЕМИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА ПОДВИЖНИЯ СЪСТАВ
НА МЕТРОПОЛИТЕНА В ГРАД СОФИЯ**

Панто Пантев, Георги Димитров, Андрей Семизоров¹

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158, България

АНОТАЦИЯ

При въвеждането в експлоатация на нов подвижен състав възникват редица проблеми. За състава на софийския метрополитен допълнителен проблем е продължителното съхранение в консервирано състояние. В доклада се разглеждат някои от тези проблеми и се дава оценка за тяхното преодоляване.

Ключови думи: Метрополитен, подвижен състав на метрополитена, експлоатация на метрополитена.

След продължителни периоди на проектиране и строителство на 28.01.1998г. бе открит първият участък на софийския метрополитен с пет метростанции. Последователно през 1999г. и 2000г. бяха въведени в редовна експлоатация още два участъка с две метростанции и общата дължина достигна 7950m., като дължината, по която се обслужват пътници е 6980m. На фиг. 1 е показана схема на Първи метрорадиус с разстоянията между отделните метростанции.



Фиг. 1

¹Панто Пантев, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Георги Димитров, старши асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Андрей Семизоров, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Превозените пътници през 2000г. са 11 910 хиляди пътника (фиг. 2). Само през първото шестмесечие на 2001г. са превозени 10 500 хиляди пътника. Рязкото увеличение на превозените пътници през 2000г. и 2001г. в сравнение с предходните две години се дължи на създадените удобни връзки с наземния градски транспорт и реорганизацията на

неговите маршрути. Новостроящият се участък с дължина около 1400m и метростанция “Обеля” се очаква да влезе в експлоатация в края на 2002г., а до 2008г. се предвижда метрополитена да достигне до кв. “Младост”. Това в значителна степен ще подобри транспортните връзки на столицани с центъра на града.



Фиг. 2

Въвеждането в експлоатация на всеки нов подвижен състав е свързано с редица проблеми. Тези проблеми са още повече за софийския метрополитен, поради изменения на икономическите условия, липсата на опит от експлоатационния и ремонтния персонал, специфичните условия на работа.

Основен проблем за метрополитена е надеждността на движението. Спирането на метросъстав в тунел между станциите обикновено поражда паника сред пътниците. Възможен е и недостиг на кислород. Паниката е неминуема при възникване на пожар в състава. Още по-голяма опасност за паника с непредвидими последици има след последните терористични актове и случаите на такива в токийското метро в Япония.

Предпоставка за понижена надеждност на подвижния състав е неговото стареене. Над 10г. вагоните в консервирано състояние се съхраняват при не дотам добри условия в депо. Дори и след пускането в експлоатация на метростанция “Сердика” все още има не разконсервиран подвижен състав.

Тяговият подвижен състав е с двигатели за постоянен ток и контакторно-резисторно регулиране. Силовият контролер и превключвателите са интензивно

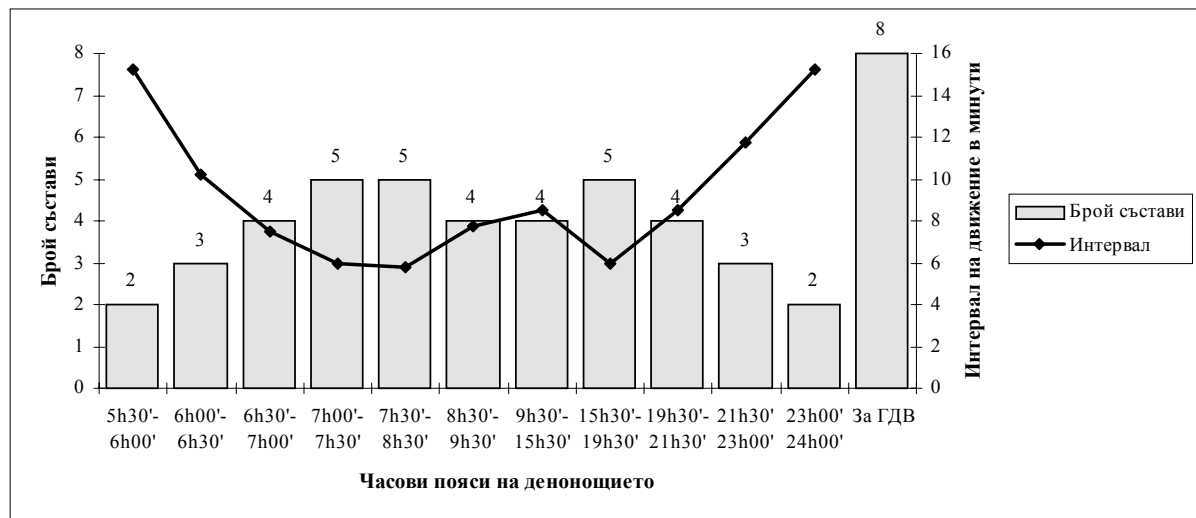
натоварени, поради специфичните режими при движение на метросъставите.

Оценката за надеждността на подвижния състав през трите години на експлоатация е положителна. Няма случаи на откази, застрашаващи безопасността на движението и спиране на състав в тунел между станциите. За това допринася и възприетата система за поддържане и качествено извършване на ремонта. Технически прегледи се извършват след движение в продължение на не повече от 16 h. Броят на случаите на откази по подвижния състав е почти еднакъв с тези по метрозахранването и осигурителната техника. Достоверна и точна оценка на надеждността на подвижния състав може да се направи след по-продължителен експлоатационен период.

Правилната организация на експлоатационната дейност, на режима на труд и почивка на машинистите, на тяхното обучение е съществен фактор за безопасността на движението.

На фиг. 3 са показани бройките метросъстави по часови пояси на денонощието, необходими за обслужване на графика за движение и интервалите на движение в делничен ден. През първия интервал - до 6 h и през последния интервал - след 23 h се движат два състава на интервал от 15 min 15”. През пиковите часови пояси от 7 h до 8 h 30’ и от 15 h 30’ до 19 h 30’ в графика са включени пет състава и интервалът на движение е 6 min. В празничен ден

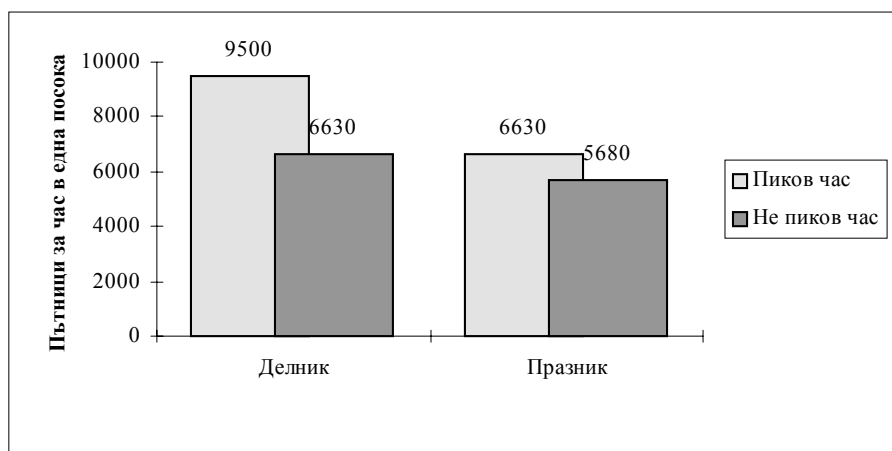
максималният брой на съставите е четири, а 8 min 15". За обслужване на графика за движение (ГДВ) са необходими осем състава.



Фиг. 3

Възможният брой пътници, които могат да бъдат превозени за един час при сегашния график за движение е показан на фиг. 4. В делничен ден се движат общо 268 влака. Средноденонощният пробег на

състав е около 350km, а техническата скорост е 44,1km/h. Смушаващ е факта, че от откриването на метрото има участъци с намаления на скоростта, поради техническото състояние на железния път.



Фиг. 4

Условията за труд на машинистите в метрополитена в някои отношения са по-тежки от тези на локомотивните машинисти и машинистите на моторни влакове в железниците. Като по-съществени могат да се посочат следните особености:

- Работи се непрекъснато под земята;
- Монотонно е пътуването в тунел;
- Графикът за движение е изключително "стегнат";

- Престоят в станциите е около 25 s;
- Времетраенето между две станции е между една и две минути, а общото времетраене е 11 min 30";
- Смяната на кабината за управление в крайните станции се извършва за 3-4 min.

Всичко това води до много голямо психическо натоварване. На фиг. 5 и фиг. 6 са показани времетраенятията (в секунди) в двете направления на метрочастъка.



Фиг. 5



Фиг. 6

Месечната норма часове и продължителността на работната смяна са определени както на всички машинисти. Допуска се работна смяна до 16 h при прекъсване на работата. След всеки четири оборота на състава (обслужване на осем влака) се предвижда задължителна почивка един или два оборота. По време на работната смяна машинистите в метрополитена нямат други задължения освен управление на съставите и следене за безопасността на движението и пътниците. Реално около 60% от работната смяна преминават в пътуване.

Възникналите проблеми при въвеждането в експлоатация на подвижния състав на метрополитена като цяло са успешно решени. Логично е с удължаване на дължината на участъците, увеличаване пробега на подвижния състав и нарастване стажа и възрастта на машинистите да възникват нови проблеми. Могат да се посочат следните важни от тях:

1. Инвентарният парк от подвижен състав може да обслужи графика за движение при удължаване на участъка максимум с една две метростанции. Необходимо е да се достави нов тип подвижен състав - с висока надеждност, по-малки енергийни загуби, по-високо ниво на автоматизация на управлението, по-добра ергономия на кабините за управление и др.
2. Трябва да се контролират психофизиологичните показатели на машинистите, да се извърши оценка на тяхната професионална годност, да се оптимизира тяхната почивка

За в бъдеще са необходими са задълбочени изследвания в тези насоки.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Калиничев В. П., Метрополитени, Транспорт, 1988г., Москва.
- [2] Статистически данни от Метрополитен-София ЕАД, 2001г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА РЕЛСОВ ПЪТ ЧРЕЗ АВТОМАТИЧНО НАВАРЯВАНЕ ПОД СЛОЙ ФЛЮС

Георги Стефанов Бахаров*
Стефан Александров Савов**

*Дендрит ООД, ул. Хр. Стефчов 2а, София 1614, България, E-mail: dendrit@bulnet.bg

** ЕТ Савов, жк Младост, бл. 90, вх. 5, София 1797, България

РЕЗЮМЕ

Приложен е метод за възстановяване чрез наваряване под слой флюс на износени работни повърхнини на релси. Създаден е автомат за подфлюсово наваряване с тел, чрез който се получават ивици от наварен метал върху главата на релсата или надлъжни шевове по страничната повърхнина на релсата. Използването на метода и автомата за възстановяване на трамвайния път осигурява получаване на значителни икономии на средства.

Ключови думи: наваряване под флюс, релсов път.

УВОД

Износването на релсовия път е процес при който, настъпва равномерно намаляване на сечението на главата на релсата по цялата дължина или поява на дефектни участъци като вкопаване, вследствие на пробоксуване, странично износване в кривите на релсите и вълнообразно износване.

Най-често в практиката, повредените релси се заменят с нови.

В трамвайния път подмяната на повредените релси изисква обикновено и основен ремонт на пътя. На практика се оказва, че основният ремонт на пътя е значително по-скъп от разходите за подмяна на релсите. Съществено намаляване на разходите за ремонта на трамвайния път може да се получи, ако се предприеме използването на методи за

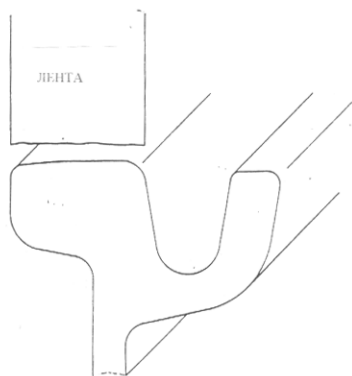
възстановяване на релсите чрез наваряване и последващо шлифоване на повредените участъци.

МЕТОДИ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ ЧРЕЗ НАВАРЯВАНЕ

При съвместната работа на колелото и релсата настъпва износване, при което се променят геометричната форма и размери на сечението. В световната практика се използват методи за възстановяване на първоначалната форма и размери на сечението на релсата, чрез електродъгово наваряване и последващо шлифоване.

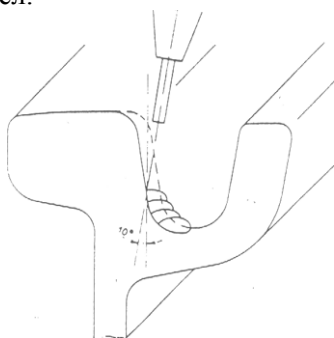
За възстановяване на горната работна повърхнина на релсата се използва наваряване под флюс с прилагане на стопяем материал под формата на лента./Фиг.1/

Георги Стефанов Бахаров, доц. д-р инженер
Стефан Александров Савов, ст.н.с. д-р инженер



Фиг.1

За възстановяване на страничната работна повърхнина на релсата се използва наваряване под флюс с прилагане на стопием материал под формата на тел./Фиг.2/ Флюсът се доставя в зоната на електродното топене отделно или посредством пълнежа на тръбната лента или тел.

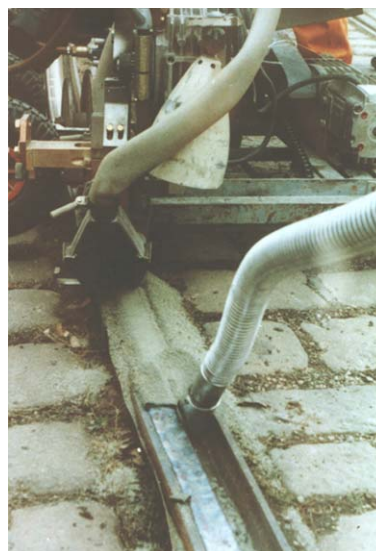


Фиг.2

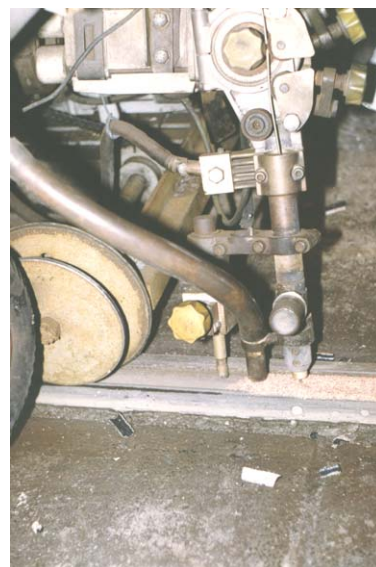
Прилагането на тези методи предполага използване на отделни устройства за наваряване пригодни да работят само със заваръчна лента или само със заваръчна тел.

УСТРОЙСТВА ЗА НАВАРЯВАНЕ НА РЕЛСОВ ПЪТ

Наваряването се извършва посредством автоматично работещи устройства, които се разполагат върху релсовия път. На Фиг.3 е показан автомат за подфлюсово наваряване с лента на горната работна повърхнина на релсата, а на Фиг.4 – за наваряване под флюс с тел на страничната работна повърхнина, разработка на фирмата “Gregorich” – Австрия.



Фиг.3



Фиг.4

Практиката у нас показва, че при ремонт на даден участък от релсовия път е необходимо възстановяване на горни и странични работни повърхнини на релсата, разположени в една и съща или в отделни части от пътя. При относително малък обем на ремонтно-възстановителните работи върху релсовия път не е технически и икономически изгодно използването на два отделни специализирани автомата за наваряване. От друга страна, наваряването с лента е значително по-скъпо, сравнено с наваряването с тел, поради високата цена на лентата. Известно е, че е възможно да се наваряват с тел широки ивици до 100 mm, чрез движение на електрическата дъга по зиг-заг – образна или начупена линия.

АВТОМАТ ЗА ПОДФЛЮСОВО НАВАРЯВАНЕ НА ТРАМВАЙНИ РЕЛСИ

За извършване на ремонтно-възстановителни работи по трамвайните пътища в София, фирмите “Дендрит”ООД и ЕТ”Савов” разработиха автомат за наваряване на горната и страничната работни повърхнини на релсата./Фиг.5/ Посредством отделни моторни задвижвания се осигурява надлъжно, напречно и вертикално движение на телта, респективно на заваръчната дъга. Управлението на посоката и скоростта на движение по трите оси се осъществява посредством електронен блок. С помощта на органи за ръчна настройка се въвеждат стойностите на технологичните параметри на наваряващия процес.



Фиг.5

В режим на ръчно управление, операторът може да установи в изходно положение автомата, т.е. в началото на повредения участък на релсата. Извършва се настройка на ширината на наваряваната ивица, на скоростта на движение на дъгата по надлъжната и напречната оси и големината на заваръчния ток и напрежение.



След превключване от ръчно в автоматично управление, автоматът изпълнява самостоятелно заданието за наваряване без намеса на оператора. В хода на наваряващия процес, операторът може да наблюдава стойностите на технологичните параметри: скорост на наваряване, големина на заваръчното напрежение и ток върху светещи цифрови индикатори. При необходимост в ход

може да промени стойностите на технологичните параметри.

В зависимост от характера на повредата на релсата, операторът може да настрои автомата за наваряване по права линия в надлъжна посока или за наваряване на ивица с ширина до 100 mm. Наваряването по права линия се прилага за възстановяване на странично износени релси в криви.

На Табл.1 са показани основните технически данни на създадения автомат за наваряване.

Таблица 1

№	НАИМЕНОВАНИЕ	МЯРКА	СТОЙНОСТ
1	Скорост на наваряване	m.h ⁻¹	150
2	Заваръчен ток	A	600
3	Заваръчно напрежение	V	100
4	Форма на заваръчната линия	-	-
	- права		
	- зиг-заг		
5	Режим на управление	-	-
	- ръчно		
	- автоматично		

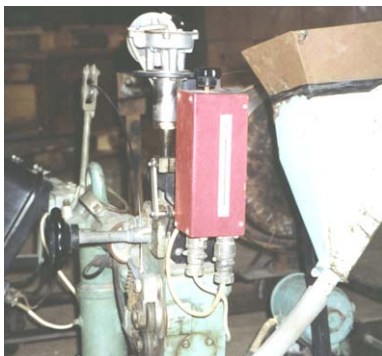
На Фиг.6 е показан пултът за управление. В горната част са разположени индикаторите и органите за настройка на зададените стойности на напрежението на дъгата, големината на заваръчния ток и на скоростта на наваряване.

В долната част са разположени превключватели за избор на режимите на работа.

На Фиг.7 е показано устройството за настройка и управление на големината на напречния ход на заваръчната дъга.



Фиг.6



Фиг.7

Автоматът за наваряване е пуснат в действие през август 2000 г. на бул. “Ал. Стамболийски” в София. До сега са възстановени над 6 км. трамваен релсов път, в

който е имало участъци с вълнообразно износване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Възстановяването на релсов път чрез автоматично наваряване под флюс, довежда до получаване на значителни икономии на средства при ремонта на трамвайните пътища.

При наваряване се използват подходящи материали, с което значително се увеличава износоустойчивостта на възстановените участъци на релсовия път.

Автоматът за подфлюсово наваряване на трамвайни релси показва добри експлоатационни качества и надеждност.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**МЕТОД ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА МИНИМАЛНАТА
ДЪЛГОТРАЙНОСТ НА ЗЪБНО КОЛЕЛО, ПОДЛОЖЕНО НА
ПРОМЕНЛИВИ НАТОВАРВАНИЯ**

Татяна Авджиева¹

ВТУ “Т. Каблешков”, ул. “Гео Милев” № 158, София, България, Avdjieva@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В настоящата разработка се предлага метод за аналитично прогнозиране на минималния ресурс (гарантираната минимална работоспособност) на зъбни колела на етап проектиране, “опитен образец” и експлоатация, когато по различни технически или икономически причини не могат да се получат експериментални данни за реалния спектър на натоварване на зъбното колело.

Ключови думи: минимален ресурс, умора на материала, химико-термична обработка, зъбни колела.

**МЕТОДИКА ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА
МИНИМАЛНИЯ РЕСУРС НА ЗЪБНО
КОЛЕЛО**

Съгласно [7] при използване хипотезата на Палмгрен-Майнер ресурсът може да се прогнозира чрез уравнението:

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_{\max}}\right)^m \cdot V^{-m} \quad (1)$$

Отнесена към зъбно колело формула (1) добива вида:

$$N_{\min} = N_{H \text{ limb}} \cdot \left(\frac{\sigma_{H \text{ limb}}}{\sigma_{\max}}\right)^{q_H} \cdot (\mu_H)^{-\frac{2}{q_H}} \quad (2),$$

$$N_{\min} = N_{F \text{ limb}} \cdot \left(\frac{\sigma_{F \text{ limb}}}{\sigma_{\max}}\right)^{q_F} \cdot (\mu_F)^{-\frac{1}{q_F}}$$

?

¹ Гл. Ас. Татяна Авджиева, ВТУ “Т. Каблешков”, ул. “Гео Милев” № 158, София, България

където:

- $N_{Hlimb} = N_0 = 30 \text{ HB}^{2.4}$ - при контактна умора [2];
- $N_{Flimb} = N_0 \approx 3 \cdot 10^6$ - при умора при огъване [2];
- $q_H = 6$ - степенен показател на контактна уморната крива на зъбите на зъбното колело;
- q_F - степенен показател на кривата на умора при огъване на зъбите на зъбно колело ($q_F = 6$ - за стомани след нормализиране, подобряване, цементиране и нитроцементиране, след повърхностно закаляване; $q_F = 9$ - при азотирана стомана) [9].
- “ μ ” - приведен коефициент на еквивалентност. Коефициентът “ μ ” е в зависимост от вида на режима на работа [9] (таблица 1).

Таблица 1

Режим на натоварване	μ_H	μ_F	
		$q_F = 6$	$q_F = 9$
Тежък (Т)	0.80	0.82	0.84
Среден (СР)	0.63	0.72	0.84
Нормален (СН)	0.56	0.63	0.69
Лек (Л)	0.50	0.58	0.63
Особено лек (ОЛ)	0.40	0.43	0.54

- σ_{Hlimb} - базова контактна якост - максималното контактна напрежение в полюса на зацепване, което дадено зъбно колело може да издържи определен брой цикли на контактна натоварване на зъбите без поява на прогресиращ питинг.

σ_{Flimb} - базова контактна якост на огъване (граница на умора).

Съгласно БДС 17108 [9] базовата якост се определя в зависимост от вида на материала и от приложената обработка. За стомани 12ХН3А и 40Х формулите са посочени в таблица 2.

Максималното напрежение σ_{max} се определя чрез напрежението, съответстващо на транзитната точка “Т” от диаграмата “деформация-брой цикли”, описвана чрез уравнение (6) (фиг.1).

Таблица 2

Стомана марка	Обработ-ка	σ_{Hlimb} [MPa]	σ_{Flimb} [MPa]
12ХН3А	Подобряване	2.HB + 70	650
	Цементация	23.HRC	820
	Нитроцементация	23.HRC	850
40Х	Подобряване	2.HB + 70	1,75.HB
	ТВЧ закаляване	17.HRC + 200	460 - 580
	Азотиране	1,5.HV [7]	290 + 12 HRC (сърцевина)

Фактически, това напрежение е равно на максималното натоварване в спектъра и може да се изчисли по преработена формула на Кофин [8] (формула 7):

$$N^k \cdot \Delta \epsilon_{apl} = C \quad (6),$$

$$\sigma_{max} = \frac{E}{2} \cdot \frac{C}{N_{Hlimb}^k} + \sigma_{Hlimb} \quad (7),$$

където:

E - модул на еластичност на стоманата;

$$C = \frac{1}{2} \ln \frac{S_o}{S_u} - \text{константа на уравнението};$$

S_o, S_u - сечението на пробното тяло преди и след разрушаване при статично изпитване на опън;

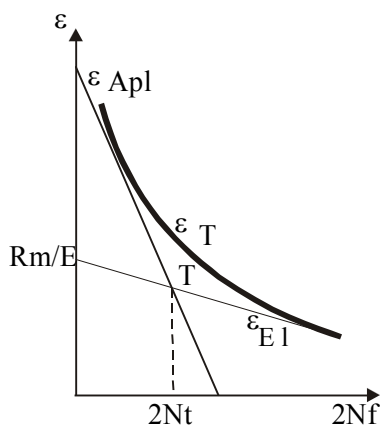
N - брой цикли до разрушаване при изпитване на умора;

k = 1/2 - степенен показател.

Когато няма данни от реално изпитване на опън на материала, от който е изработен съответният детайл, тогава σ_{max} се определя съгласно изискванията на БДС 17108 [9] (таблица 3), въпреки че стойностите, които се получават за максималното напрежение са твърде високи;

Таблица 3

Стомана марка	Обработка	σ_{Hmax} [MPa]	σ_{Fmax} [MPa]
12ХН3А	Подобряване	2.8Re	2800
	Цементация	44.HRC	2800
	Нитроцементация	44.HRC	2200
40X	Подобряване	2.8Re	6.5.HV
	ТВЧ закаляване	44.HRC	2250
	Азотиране	3.HV	1800



Фиг. 1. Диаграма “деформация-брой цикли”

Тъй като във формула (2) се работи с максималното натоварване в спектъра, то ресурсът, който се определя е минималният гарантиран ресурс на зъбното колело.

ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДИКАТА

За потвърждаване на изведените зависимости са използвани резултатите от изследвания на стомана 12ХН3А и стомана 40X, които най-често се използват за изработване на зъбни колела.

Закаляването, обемно и повърхностно, цементирането, азотирането, карбонитрирането са най-често използваните методи за обработване на зъбни колела. В резултат на тези обработки се получават физико-механични свойства с различен диапазон. Това съответно води до различен уморен живот на зъбните колела. Ето защо, на изследване се подлагат стомана 12ХН3А след цементация, нитроцементация и азотиране и стомана 40X след индукционно закаляване, йонно азотиране, карбонитриране. Върху пробни

тела е измерена твърдостта, резултатите, от които могат да се установят в таблица 4.

Таблица 4

Стомана марка	Метод на обработване	Твърдост
12ХН3А	Подобряване	HRC 36
	Цементация	HRC 58
	Нитроцементация	HRC 64
	Азотиране	HV 580
40X	Подобряване	HV 540
	ТВЧ закаляване	HV 701
	Карбонитриране	HV 963
	Йонно азотиране	HV 1100

Резултати от изчисленията на базовия брой цикли, базовата контактна якост и максималното напрежение за стомани 40X и 12ХН3А след различни термични и химико-термични обработки при контактено уморни натоварвания са посочени в таблица 5, а за същите стомани и обработки, но при огъващи напрежения - в таблица 6.

Прогнозирането на стойностите на минималния ресурс на зъбни колела след различна обработка се извършва на основата на получените резултати (таблицы 4 и 5) и при прилагане на формула (2). Изведени са зависимости за минималния живот на зъбното колело при тежък (Т), среден (СР), нормален (СН), лек (Л) и особено лек (Л) режим на работа.

На всеки режим на работа съответства определен приведен коефициент на еквивалентност [9], чиято стойност е отчетена при извеждане на зависимостите.

Таблица 5

Стомана марка	Обработка	HV	HB	$N_{hlim}^{b \cdot 10^{-7}}$	$N_{Hlim}^{b, MPa}$	$N_{max, MPa}$
40X	Без	360	342	3,6	754	714
	Подобряване	540	490	8,5	1050	1061
	ТВЧ закаляване	701	580	12,8	1237	1246
	Карбонитриране	963	630	15,6	1444	1452
	Йонно азотиране	1700	700	20,2	2550	1657
		HRC	HB	$N_{hlim}^{b \cdot 10^{-7}}$		
12XН3А	Подобряване	25	250	1,7	570	595
	Цементиране	56	550	11,3	1288	1297
	Карбонитриране	63	660	17,5	1449	1457
	Азотиране	62	520	9,8	1426	1436

В таблица 7 са посочени стойностите на минималния ресурс при контактна умора, а на фиг. 2 може да се проследи влиянието на твърдостта (респективно вида на обработването) върху минималния ресурс на съответното зъбно колело.

Характерно е увеличението на живота на зъбното колело с увеличаване на твърдостта, независимо от режима на работа.

Таблица 6

Марка стомана		HV	HB	$N_{flimb}^{10^{-7}}$	$N_{Fli}^{mb, MPa}$	$N_{max, MPa}$
40X		360	342	3	598	719
	Подобряване	540	490		857	979
	ТВЧ закаляване	701	580		1015	1136
	Карбонитриране	963	630		1200	1321
	Йонно азотиране	1700	700		1300	1421
		HRC				
12XН3А	Подобряване	25	250	3	650	721
	Цементация	56	550		820	941
	Карбонитриране	63	660		850	971
	Азотиране	62	520		850	971

Максимален уморен живот при контактна умора се установява при лек режим на работа след йонно азотиране на зъбното колело. Минимална е работоспособността на подобреното зъбно колело при тежък режим на работа. При една и съща обработка се предполага, че зъбното колело от стомана 40X би имало по-голяма издръжливост на контактна умора от зъбно колело, изработено от 12XН3А.

Зависимостта на минималния ресурс на зъбно колело, подложено на контактна умора, от твърдостта (вида на термичната или химико-термичната обработка) при различни режими на работа се проследява на фиг.3.

Таблица 7. Стойности на минималния ресурс при контактна умора

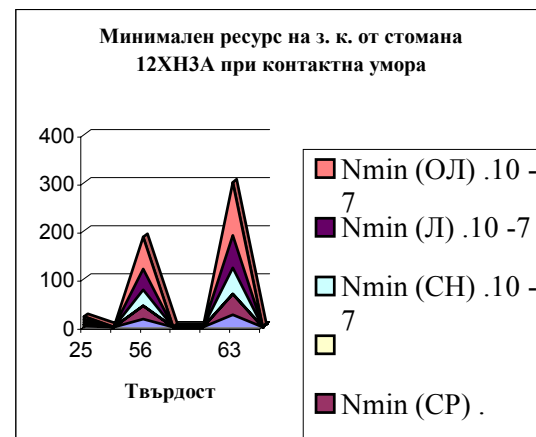
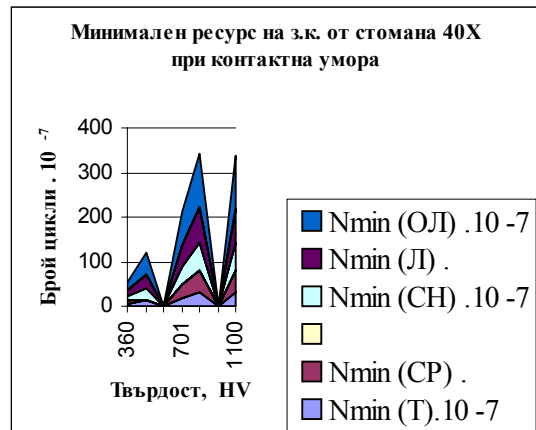
Характеристики	Стомана 40X				
	360	540	701	963	1100
Твърдост, HV	360	540	701	963	1100
Nmin (T).10 ⁻⁷	4,9	12,5	19	31	30
Nmin (CP).10 ⁻⁷	7,9	2,0	31	50	49
Nmin (CH).10 ⁻⁷	10	25,6	39	63	62
Nmin (Л).10 ⁻⁷	12,6	32	49	79	78
Nmin (ОЛ).10 ⁻⁷	19,7	50	77	120	120
	Стомана 12ХН3А				
Твърдост, HRC	25	56	63		
Nmin (T).10 ⁻⁷	2	17	26		
Nmin (CP).10 ⁻⁷	3,3	27	43		
Nmin (CH).10 ⁻⁷	4,2	34	54		
Nmin (Л).10 ⁻⁷	5,4	43	68		
Nmin (ОЛ).10 ⁻⁷	6,8	67	110		

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Изведени са количествени зависимости за извършване на априорна оценка на минималния ресурс на зъбни колела, застрашени от разрушаване поради контактна умора или умора при огъване.

Разработеният инженерен метод е приложим за предсказване на минималния живот на зъбни колела по време на конструирането им, на етап “опитен образец” и при диагностика в периода на експлоатация. Получените стойности за по-висок ресурсен запас се обуславят от по-високата повърхностна твърдост на материала, породена от термична или химико-термична обработка на зъбното колело, подложено на контактна умора.

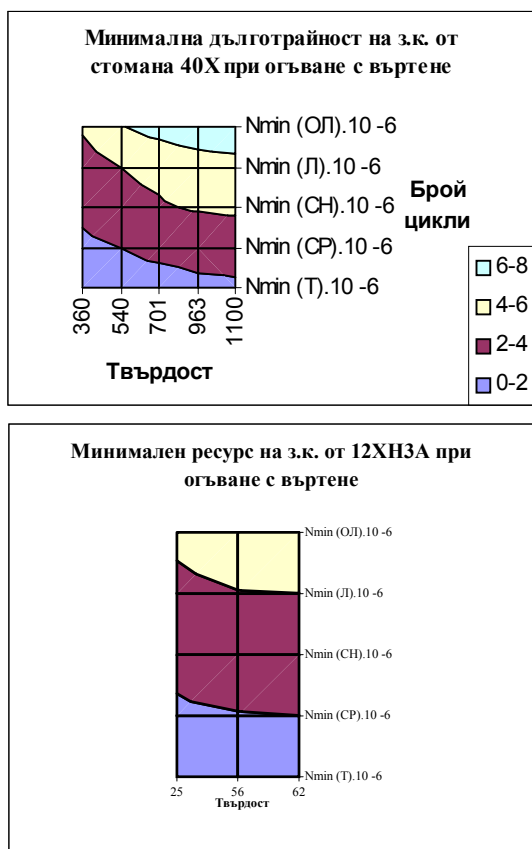
При наличие на циклични огъващи натоварвания азотираният материал проявява по-голяма чувствителност към концентрацията на напреженията и следователно очакваният ресурсен потенциал на зъбното колело е по-малък.



иг.2. Влияние на твърдостта и режима на работа върху минималния ресурс на зъбно колело, подложено на контактна умора

Таблица 8. Стойности на минималния ресурс при огъване

Твърдост	Стомана 40X				
	360	540	701	963	1100
Nmin (T).10 ⁻⁶	0,99	1,4	1,5	1,7	1,8
Nmin (CP).10 ⁻⁶	1,5	2	2,3	2,5	2,6
Nmin (CH).10 ⁻⁶	2,5	3,4	3,8	4,2	4,4
Nmin (Л).10 ⁻⁶	2,9	4	4,5	5	5,2
Nmin (ОЛ).10 ⁻⁶	4,3	5,9	6,6	7,3	7,6
	Стомана 12ХН3А				
Твърдост	25	56	62		
Nmin (T).10 ⁻⁶	1,1	1,3	1,3		
Nmin (CP).10 ⁻⁶	1,6	1,9	2		
Nmin (CH).10 ⁻⁶	2,7	3,3	3,4		
Nmin (Л).10 ⁻⁶	3,2	3,9	4		
Nmin (ОЛ).10 ⁻⁶	4,7	5,7	5,9		



Фиг.3. Влияние на твърдостта и режима на работа върху минималния ресурс на зъбно колело, подложено на огъване с въртене

Литература

[1] Гулида Э., Управление надежности цилиндрических зубчатых колес, Львов, Высшая школа, 1983

[2] Прочность и надежность механического привода, под ред. Кудрявцева Л., Л., Машиностроение, 1977

[3] Bolek A., J. Kochman , Casti strou, SNTL, Praha, 1990

[4] Мечикян Т., Контактна уморна издръжливост на повърхностно уячени конструкционни стомани, Автореферат на дисертация, С., 19778

[5] Кузмов Д. и колектив, Ръководство по вероятностни методи за оценка надеждността на машиностроителни изделия при уморно натоварване, С., ЦМИ, 1976

[5] Staevski K., A Fast Method for Prediction of Reliability and Fatigue Life, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, 1993, N2

[6] Стаевски К., Прогнозиране на ресурса при променливи натоварвания, Машиностроене, №4, 1993

[7] Генкин М., М. Рыжов , Н. Рыжов, Повышения надежности тяжело нагруженных зубчатых передач, М., Машиностроение, 1981

[8] Kocanda S., Fatigue Failure of Metals, Warsaw, Sijthoff & Noordhoff International Publishers, 1978

[9] Авджиева Т., Влияние на геометричния концентратор на напряжение върху уморната якост на повърхностно уячена стомана 40X, Сборник трудове на ВВТУ “Т. Каблешков”, 1998

[10] БДС 17108-89. Предавки зъбни цилиндрични еволвентни с външно зацепване. Якостно изчисляване на зъбите



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ВЛИЯНИЕ НА ПОВЪРХНОСТНИТЕ УЯКЧАВАЩИ ТЕХНОЛОГИИ ВЪРХУ ДЪЛГОТРАЙНОСТТА НА ЗЪБНИ КОЛЕЛА

Татяна Авджиева¹

ВТУ “Т. Каблешков”, ул. “Гео Милев” № 158, София,
Avdjieva@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Цел на тази разработка е установяването на количествена връзка между границата на контактна умора и на огъване и свойствата на зъбното колело, които се формират чрез различни химико-термични процеси. Влиянието на тези свойства се установява чрез коефициент на количественото изменение на границата на контактна умора

ВЪВЕДЕНИЕ

Обезпечаването на надеждността на зъбните колела е една от най-трудните задачи на съвременното машиностроене. Критерият за работоспособност и надеждност на предавателните механизми е в тясна зависимост от функционалното им предназначение и от условията на експлоатация. Най-често намаляването на работоспособността [1] настъпва поради разрушения от питинг (20 % от всички разрушения), от уморно разрушение - 24 % от отказите на зъбните колела, от износване на повърхността на зъбния профил - 18 %, останалите повреди настъпват от задиране, блокиране или поради някакви други случайни откази - 18 %. Разрушаването в резултат на

развитие на уморна пукнатина под действие на контактно или огъващо напрежение е типична форма на гранично състояние на редица машини и съоръжения, включително и на зъбни колела.

Съответно върху контактната якост и якостта на огъване на материала съществено влияние оказват редица физико-механични характеристики, като твърдостта на повърхностния слой на материала (H), наличието и стойността на вътрешни напрежения (σ_1), качеството на повърхностния слой, наличието на концентратори на напрежение [2, 3, 4, 5, 6]. Известно е, че твърдостта и наличието на вътрешни структурни напрежения, са фактори, които зависят от вида на

¹ Гл. ас. Татяна Авджиева, ВТУ “Т. Каблешков”, ул. “Гео Милев” №158, София

приложената термична и химико-термична обработка. Подобряването, обемното и повърхностно закаляване, цементирането, азотирането, цианирането, карбонитрирането са най-често използваните методи за обработване на зъбни колела. При всяка една от тези обработки уморният живот на детайлите е различен. Ето защо, е необходимо да се установи връзката между факторите, които оказват влияние върху надеждността и стойностите на границите на контактна умора и на огъване.

Параметри на надеждността на зъбни колела

Зъбните колела са едни от най-тежко натоварените машинни елементи, което е предизвикано от ограничените им размери и големите стойности на действащите контактни напрежения, напреженията на огъване и стойностите на силата на триене. За да може да се установят стойностите на тези напрежения, а от там да може да се предвиди дълготрайността на зъбните предавки, е необходимо да се извършват редица изпитвания. Липсата на стандартизационни документи, универсални изпитвателни съоръжения за зъбни предавки са причина за моделираното им изпитване чрез ролкова аналогия или чрез изпитване на умора при огъване с въртене. С тези методи се получават данни за граничните стойности на контактните и огъващите напрежения. След това трябва да се установи количествената връзка между границата на контактна умора и на огъване и свойствата на зъбното колело, които се формират от различните технологични процеси. Влиянието на тези свойства се установява чрез коефициент на количественото изменение на границата на контактна умора (k_{σ}). Този коефициент изразява количественото изменение на показателите на надеждността - границата на умора (σ_T), качеството на повърхността (R_a), микротвърдостта ($H_{\mu V}$), стойността на вътрешните напрежения (σ_0) и твърдостта (HRC): $k_{\sigma} = f(\sigma_T, R_a, \sigma_0, HRC)$.

Границата на умора на зъбното колело се дава с израза [1]:

$$\sigma_T = \sigma_T^* \cdot k_{\sigma},$$

където:

σ_T - фактическата граница на

контактна умора на зъбното колело;

σ_T^* - граница на контактна умора, определена при механични изпитвания; k_{σ} - коефициент на количественото изменение на границата на контактна умора.

$$k_{\sigma} = k_{\tau} \cdot k_{Ra} \cdot k_{H_{\mu}} \cdot k_{\sigma_0} \cdot k_{HRC}$$

[1], където

▪ k_{τ} , k_{Ra} , $k_{H_{\mu}}$, k_{σ_0} и k_{HRC} са частни приведени коефициенти, отчитащи влиянието на различните технологични фактори.

▪ k_{τ} - Коефициент, отчитащ точността на изработване на зъбното колело. С понижаване точността на зъбното колело се намалява границата на уморна якост.

$$k_{\tau} = c_{\tau} \cdot \tau^x$$

: c_{τ} - коефициент на пропорционалност; x - показател на степента на влияние на точността. ($c_{\tau k} = 0,6$, $c_{\tau 0} = 0,7$; $x_k = 0,3$, $x_0 = 0,2$).

▪ Коефициент, отчитащ влиянието на качеството на повърхността $k_{Ra} = c_{R} \cdot R^x$: c_R - коефициент на пропорционалност, R_a - средно отклонение на профила, x - показател на степента на влияние на грапавостта върху границата на умора; ($c_{Rk} = 0,87$, $c_{R0} = 0,9$, $x_k = 0,2$, $x_0 = 0,14$).

▪ Коефициент, отчитащ влиянието на повърхностната микротвърдост - $k_{H_{\mu}}$

$$k_{H_{\mu}} = 1,45 - c_{H_{\mu}} \sqrt[2]{H_{\mu}}$$

- при $c_{H_{\mu}} = 0,005$

контактна умора

$$k_{H_{0\mu}} = 1,2 - c_{H_{0\mu}} \sqrt[3]{H_{\mu}}$$

($c_{H_{0\mu}} = 0,01$) - при

умора от огъващи напрежения.

▪ Коефициент, отчитащ влиянието на остатъчните напрежения - k_{σ_0} :

$$k_{\sigma_0} = 1 + C_{\sigma_0} \cdot \sigma_0$$

: C_{σ_0} - коефициент на пропорционалност, σ_0 - стойност на натисковите напрежения ($C_{\sigma_0 k} = 2,5 \cdot 10^{-4}$, $C_{\sigma_0 0} = 4,0 \cdot 10^{-4}$).

Фиг.1,а. Микротвърдост на стомана 40X след различни методи на азотиране

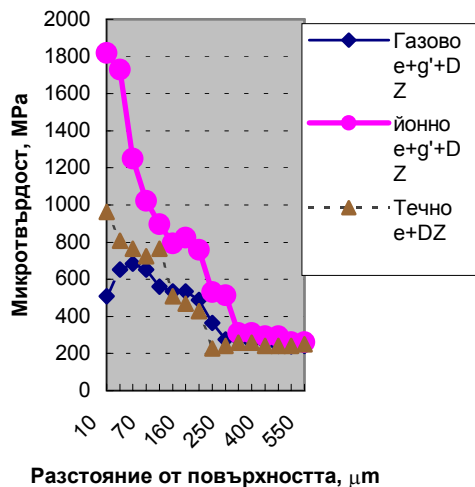


Таблица 2

Стомана	R _e , N/mm ²	R _m , N/mm ²	A, %	Z, %
40X	873	1004	21	56

След механично шлифование на работната част пробните тела бяха подложени на различни уякчаващи обработки: газово азотиране при 570 °С (5 ч.) в среда от NH₃, йонно азотиране при 550 °С в среда от H₂ : N₂ = 1 : 2 с различна продължителност до получаване на слоеве с различен състав, цианиране в среда от NaNO₂ и NH₄Cl при 570 °С (5 ч.). Микроструктурата на стоманата бе изследвана на оптичен металографски микроскоп “Orton”, а микротвърдостта на пробните тела бе измервана на микротвърдомер “ПМТ - 3”. Разпределението на микротвърдостта в дълбочина на слоя е дадено на фиг.1.

- Коефициент, отчитащ влиянието на твърдостта на повърхността на зъбите - K_H

при зъбни козела с твърдост HRC 35 ÷ 64:

$$K_{KHRC} = 1,45 - c_{KHRC} \cdot HRC^x$$

(c_{KHRC} = 0,2, x_K = 0,2)

$$K_{oHRC} = 1,4 - c_{oHRC} \cdot HRC^x$$

(c_{oHRC} = 0,1, x_o = 0,35)

при HB < 3500 MPa:

$$K_{KHB} = 1,2 - c_{KHB} \cdot HB^x$$

(c_{KHB} = 0,06, x_K = 0,15);

$$K_{oHB} = 1,1 - c_{oHB} \cdot HB^x$$

(c_{oHB} = 0,01, x_o = 0,01).

ИЗПОЛЗВАНИ МАТЕРИАЛИ

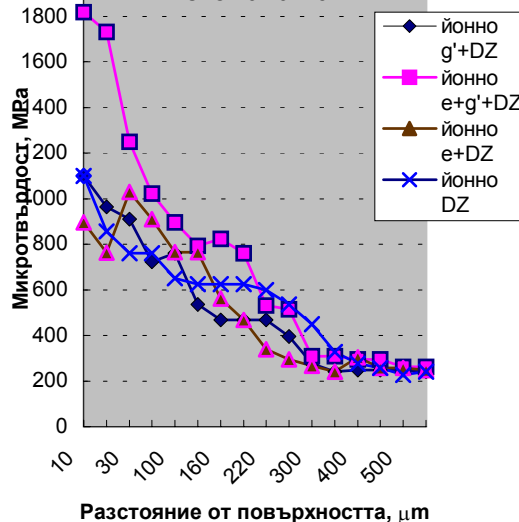
Изследвано е уморното поведение на цилиндрични пробни тела от стомана, чиито химичен състав е посочен в таблица 1.

Таблица 1

Стомана марка	C, %	Cr, %	Ni, %	Mn, %	Si, %	S, %
40X	0,41	1,35	0,9	0,56	0,28	0,02

Всички пробни тела след механичната им обработка бяха закалени от 850 °С във вода, след това бяха отвърнати при 650 °С (60 мин.) и охладени с пещта. Механичните характеристики на стоманата след подобряването са посочени в таблица 2.

Фиг.1, б. Микротвърдост на стомана 40X



Тъй като процесът на контактна умора има редица общи признаци с всеки вид умора - разрушаване в резултат на образуване и постепенно развитие на пукнатина, наличие на физическа граница на умора, еднакво влияние на концентрацията на напрежение, един и същ характер на зависимост на дълготрайността от натоварването, за определяне влиянието на коефициентите на надеждност са използвани резултатите от стандартни изпитвания на огъване с въртене на машина UBM.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

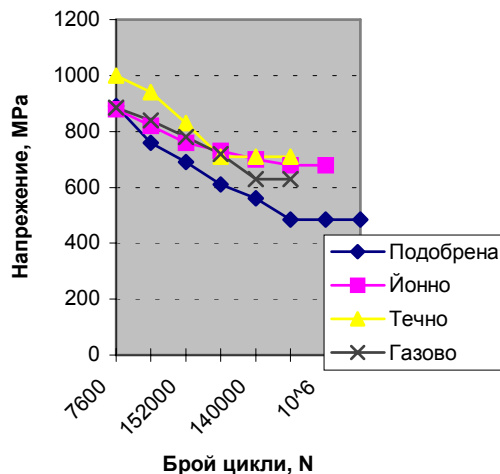
Микроструктура

В изходно състояние (след подобряване) микроструктурата на стоманата представлява ферито-цементитна смес - сорбит. След газово азотиране на повърхността на пробите се образува зона на свързани нитриди, която се състои от $\epsilon+\gamma'$ фази. На няколко микрона под зоната на свързаните нитриди се констатира трифазно състояние $\epsilon+\gamma'+DZ$. След азотиране в соли (течно азотиране) зоната на свързаните нитриди се състои от $\epsilon +DZ$. След йонното азотиране в зависимост от продължителността на процеса са получени различни структури: зона на свързани нитриди състояща се от $\epsilon+\gamma'+DZ$ фази, $\epsilon+DZ$ - фази и DZ зона. Разпределението на микротвърдостта (фиг.1) е различна в зависимост от микроструктурата на слоя. Максимална повърхностна твърдост има структурата след йонно азотиране, състояща се от $\epsilon+\gamma'+DZ$ фази, а най-ниска твърдост - след газово азотиране.

Уморна якост

На фиг.2 са показани Вьолеровите криви на стоманата след различните химико-термични обработки. Азотирането повишава в значителна степен границата на умора на пробните тела, като еднакво е увеличението при йонно и течено азотиране, а по-малко - при газовото азотиране. Базовият брой цикли (N_0) е различен за различните обработки: най-малък е при течното азотиране, еднакъв при йонното и газовото и най-голям при подобрените пробни тела.

Фиг.2. Вьолерови криви



В таблица 4 са посочени характеристиките на стоманата след уморно изпитване. Зависимостта на експерименталната границата на умора от твърдостта е дадена на фиг. 3. Различната стойност на σ_T при една и съща твърдост се е получила при различна химико-термична обработка. По-малка е стойността при йонно азотиране с фазово разпределение $\epsilon+DZ$, докато при карбонитриране при същата структура стойността е по-голяма (680 MPa).

Фиг.3. Зависимост на границата на умора от твърдостта

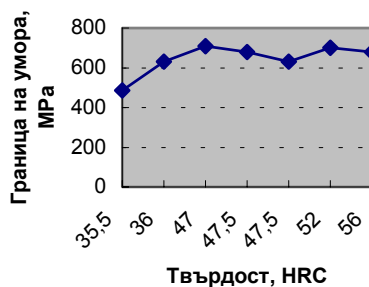


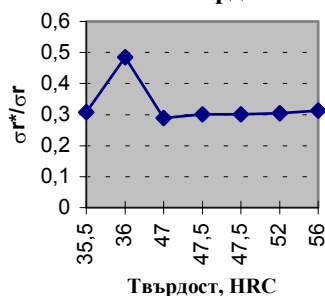
Таблица 4

Вид обработка	Микро структура	Микрогв ърдост на повърхно	Твърдост, HRC	Базов рой цикли, No	Граница на умора σ_T^* [MPa]
Подобр яване	Сорбит	249	36	$2,7 \cdot 10^5$	485
Газово азоти ране	$\varepsilon + \gamma' + \text{DZ}$	500	47	$1,4 \cdot 10^5$	630
Карбо нитри ране	$\varepsilon + \text{DZ}$	909	35,5	$2,7 \cdot 10^5$	710
Йонно азоти ране	$\varepsilon + \gamma' + \text{DZ}$	1818	56	$1,10 \cdot 10^6$	680
	$\varepsilon + \text{DZ}$	963	52	$2,7 \cdot 10^5$	630
	$\gamma' + \text{DZ}$	1100	47,5	$2,7 \cdot 10^5$	700
	DZ	1100	47,5	$2,7 \cdot 10^5$	660

За зъбно колело на тягов редуктор от локомотив със следните данни: $m = 12$; $z = 20$; $\beta = 0^\circ$; $b = 100$; $d_o = 250^{+0,021}$ (7 клас на точност); при $\tau = 8,8$; $Ra = 1,8 \mu\text{m}$; $E_1 = E_2 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$, при стойности на параметрите посочени в таблица 4, са изчислени показателите на надеждността за уморна якост на огъване. Получените резултати са посочени в таблица 5.

Влиянието на твърдостта върху отношението между изчислената и експерименталната граница на умора може да се проследи на фиг. 4.

Фиг.4. Зависимост на отношението σ_T^*/σ_T от твърдостта



ЗАЛЮЧЕНИЕ

Изведени са зависимости за определяне параметрите на умора на зъбно колело чрез изследване на границата на умора на пробни тела, обработвани чрез различни методи на повърхностно уякчаване.

Таблица 5

Вид на обра	$K_{\tau} \cdot 10^6$	$K_{Ra} \cdot 10^6$	$K_{H\mu} \cdot 10^6$	K_{σ_0}	$K_{HRC} \cdot 10^6$	$K_{\sigma} \cdot 10^6$	σ_T^* [MPa]	σ_T [MPa]	$\sigma_T^*/\sigma_T \cdot 10^6$
Подобре на	1,06	0,85	1,14	0,4	1,04	0,48	235	485	0,48
Йонно азотирана									
$\varepsilon + \gamma' + \text{DZ}$	1,06	0,85	1,08	0,3	0,99	0,28	196	630	0,289297
	1,06	0,85	1,12	0,3	1,00	0,30	191	630	0,304099
$\varepsilon + \text{DZ}$	1,06	0,85	1,09	0,3	1,01	0,30	210	700	0,301153
$\gamma' + \text{DZ}$	1,06	0,85	1,09	0,3	1,01	0,30	198	660	0,301153
DZ	1,06	0,85	1,12	0,3	1,01	0,30	194	710	0,308137
Газово азотиран	1,06	0,85	1,10	0,3	1,04	0,31	222	680	0,313569
Карбонит ране	1,06	0,85	1,10	0,3	1,04	0,31	222	680	0,313569

Установено е, че реалните стойности на границата на умора при огъване се намалява 2 до 3 пъти поради влиянието на повърхностната твърдост (вида на обработката), грапавостта на повърхността, точността на изработване на колелото и наличието на вътрешни структурни напрежения. Най-значително влияние върху коефициента σ_T^*/σ_T оказва подобряването. Различните видове азотиране не променят съществено този коефициент.

Таблица 6

K_C	σ_0 , МПа	Обемно закаляване	Цементация и закаляване	Азотиране	Цианране + закаляване	Нитроцементация +закаляване	Повърхностно закаляване
0,45	- 400						
0,72	-250						
0,3	-600						
0,6	-300						
0,75	-240						
0,58	-310						

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гулида, Э., “Управление надежности цилиндрических зубчатых колес”, Высшая школа, 1983, Львов;
- [2] Volek, A., J. Kochman, “Casti stroju”, SNTL, Praha 1990 ;
- [3] Ралев, Длр Х. Христов, “Машинни елементи”, ВВТУ, София, 1997 г.;
- [4] Мечикян, Т., “Контактна уморна издържливост на повърхностно уякчени конструкционни стомани”, Автореферат на дисертация, София, 1977 г.;
- [5] БДС 17107 “Предавки зъбни цилиндрични еволвентни с външно зацепване. Якостно изчисляване на зъбите”;



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МОДЕЛИРАНЕ НА ТЕЛА НА МЕТАЛОРЕЖЕЩИ МАШИНИ

Иван Киров

ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България,
e-mail: i.kirov@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Отбелязани са предимствата при използването на модели в процеса на проектиране на различни корпусни елементи на металорежещи машини. Разглеждат се мащабните коефициенти за геометрично и силово подобие и основните положения при изработване на модел на тяло на металорежеща машина от плексиглас.

Ключови думи: металорежещи машини, моделиране.

УВОД

Точността на обработените детайли зависи от стабилността и виброустойчивостта на металорежещата машина, режима на работа, хомогенността на материала на заготовката износването на инструмента и др. Повишаването на стабилността и динамичната устойчивост на тялото на металорежещата машина е един начин за повишаване на точността им при работа [1, 2].

Моделирането е ефикасен метод за създаване на стабилни и динамично устойчиви конструкции на металорежещи машини. Чрез извършване на експерименти върху пластмасови модели с различна конфигурация лесно се установява кое конструктивно решение е с най-голяма стабилност и динамична устойчивост, и с помощта на теорията на подобие резултатите от модела могат да се пренесат върху проектирания прототип [1, 2].

Съвременните програмни системи за анализ на напреженията и деформациите по метода на крайните елементи (CAE) са много подходящи за изследване на статична и дина-

мична стабилност на тела на металорежещи машини [3]. Получените резултати са с много добра точност. С помощта на САД система е възможно сравнително бързо да се създават различни варианти на тялото на металорежещата машина и да се внасят корекции в геометричните му размери, след което да се направи анализ на статичната му и динамична стабилност. След няколко подобни стъпки може да се постигне конструкция на тялото, която е с максимална статична и динамична стабилност без увеличаване на количеството материал. Единственият недостатък на този начин на работа е високата цена.

Съчетаването на двата метода - физическото моделиране на телата на металорежещите машини и анализа им по метода на крайните елементи може да доведе до значително намаляване на цената и постигане на максимална статична и динамична стабилност и усъвършенстване на изследваното тяло.

Най-съществените предимства при използването на модели в процеса на проектиране на различни корпусни елементи на металорежещи машини са:

– Моделът е на разположение през целия

период на проектиране и експериментиране, докато една машина може да бъде отделена само за ограничено време;

- Върху модела могат да се направят бързо изменения в конфигурацията или да се изработи нов модел;
- Апаратурата за изследване на модела е по-евтина;
- Моделите дават статична стабилност с най-малка точност до 20%, а често много по-добра.

МАЩАБНИ КОЕФИЦИЕНТИ

При създаване на модели е необходимо да се извърши избор на материал за модела, да се определят мащабните коефициенти на подобие, изхождайки от общата теория на подобие и да се изработят самите модели.

Моделите, изработени от органично стъкло (полиметилметакрилат), което може да се срещне и под названията плексиглас, перспекс, унаплекс и др. са добили най-широко разпространение при извършването на качествен и количествен анализ. Това се дължи на обстоятелството, че органичното стъкло отговаря по-добре от досега известните пластмаси, на общите изисквания при моделиране на отляти и заварени метални конструкции и на тяхното поведение при статично и динамично натоварване [2, 4].

Избраният материал за модели има определен модул на еластичност E_M и коефициент на Поасон μ_M . Следователно може да се определи мащаба на модулите на еластичност

$$E_C = \frac{E_M}{E_O}, \quad (1)$$

където E_O е модул на еластичност на образеца (действителната конструкция).

От теорията на подобие следва, че коефициентите на Поасон за материалите на модела и образеца трябва да са равни [5, 6], т.е.

$$\mu_M = \mu_O.$$

Това условие обикновено се пренебрегва, в резултат на което се причиняват грешки не превишаващи 10% [6].

Изборът на мащаба на геометрично подобие l_C трябва да осигурява възможност за леко и бързо изработване на модела, разход на минимално количество материал и удобство при работа.

Мащабът на геометрично подобие при динамично натоварване на модела може да се определи по формулата

$$l_C = \frac{f_M}{f_O} \sqrt{\frac{I \gamma_M}{E_C \gamma_O}}, \quad (2)$$

където: f_M – честота на трептене на модела;
 f_O – честота на трептене на образеца;
 γ_M – обемно тегло на материала на модела;
 γ_O – обемно тегло на материала на образеца.

Във формула (2) може да се постави условието $f_M = f_O$ за удобство при измерването и обработването на резултатите.

След определяне на мащабите на модулите на еластичност E_C и на геометрично подобие l_C се определят останалите необходими мащабни коефициенти на подобие.

Мащабният коефициент на подобие на силите F_C се определя от израза

$$F_C = \frac{F_M}{F_O} = E_C l_C^2. \quad (3)$$

Мащабният коефициент на стабилността при опън и огъване j_C се изразява с формулата

$$j_C = \frac{j_M}{j_O} = E_C l_C, \quad (4)$$

където j_M е стабилност на опън и огъване на модела;
 j_O – стабилност на опън и огъване на образеца.

Мащабният коефициент на стабилността при усукване се определя по формулата

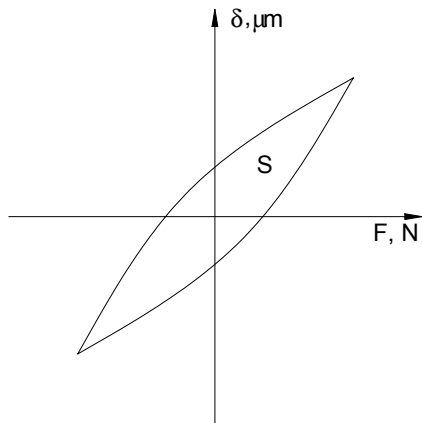
$$j_{yc.c} = \frac{j_{yc.M}}{j_{yc.O}} = E_C l_C^3, \quad (5)$$

където $j_{yc.M}$ е стабилност на усукване на модела, а
 $j_{yc.O}$ – стабилност на усукване на образеца.

Мащабният коефициент на честотите f_C се определя от формулата

$$f_C = \frac{f_M}{f_O} = \frac{I}{l_C} \sqrt{\frac{E_C \gamma_O}{\gamma_M}}. \quad (6)$$

Динамичните изпитвания се извършват с цел намиране на собствените честоти, собствените форми на трептене и демпфирането на модела. Собствените честоти се определят по резонансните пикове на амплитудно-честотната характеристика на модела, а формите му на колебание – чрез измерване на големината на амплитудите в различни точки на модела. Демпфирането на модела се изследва



Фиг. 1. Хистерезисна крива.

чрез получаване на хистерезисна крива с вид подобен на показаната на Фиг. 1. След измерване на площта S , ограничена от хистерезисната крива, се определя коефициента на демпфиране ζ по формулите

$$S = 2\pi m n \omega a^2 \quad (11)$$

Където m е масата на модела;

n – коефициент, характеризиращ вътрешното триене в материала;

ω – честота на възбуждащата сила;

a – амплитуда на трептене.

Коефициентът на относително демпфиране се определя от израза

$$\zeta = \frac{n}{\omega_n} \quad (12)$$

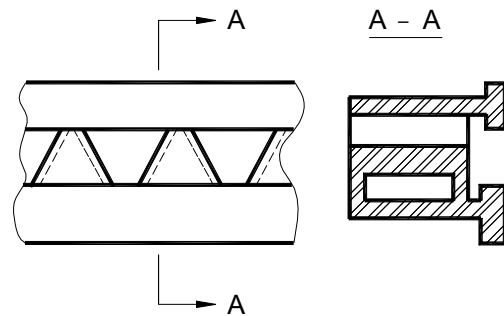
Пряка връзка между коефициента на демпфиране на модела и образеца теорията на подобие не е в състояние да даде. Обаче, коефициентът на демпфиране може да представлява интерес, когато се провеждат паралелни изпитвания на няколко модела за сравнение или, ако материалът на модела и образеца е един и същ.

ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ

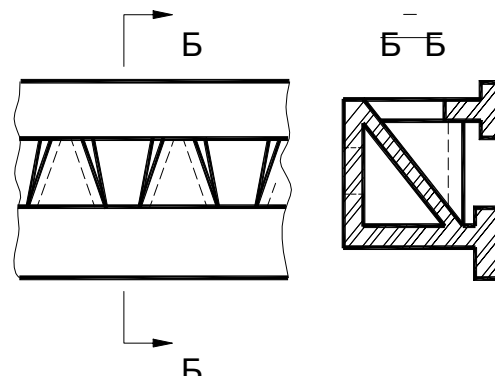
Изработването на моделите не представлява особена трудност, но трябва да се има предвид, че спазването на абсолютно точно подобие е невъзможно по редица причини [5, 6], така че на практика се осъществява непълно и приближено подобие. Грешките, допускани при това положение, са пренебрежими [5].

По чертежи на действителната конструкция се изработват чертежи на модела (Фиг.2, Фиг.3) и детайлите му с означени места и ред на присъединяване. Разчертаването на де-

тайлите върху листове от органично стъкло се извършва с помощта на същите инструменти, както и при разчертаването на стоманена ламарина, като се оставя прибавка на материал по ширина и дължина до 2-3% за рязане и свиване при отгряване. Разрязването на разчертаните листове се извършва на банциг или



Фиг. 2. Чертеж на модел на тяло на струг с отвори в долната стена.



Фиг. 3. Чертеж на модел на тяло на струг с отвори в задната стена.

циркуляр. Обработването на детайлите до размери в границите $\pm 0,5$ мм се извършва на стругови, фрезови и пробивни машини.

Съединяването на така обработените детайли се извършва в следната последователност:

- проверява се плътността на прилягане на отделните заготовки една към друга и където е необходимо се извършва допълнително пасване;
- почистват се повърхнините, които ще бъдат залепвани с парцалче, напоено с бензин;
- нанася се лепилото по двете повърхнини, залепвани една към друга, като задържането до съединяването на частите не е повече от две минути;

- детайлите се залепват, като се внимава да заемат точно предписаното им положение в чертежа (по време на втвърдяване на лепилото е необходимо залепваните части да се притискат една към друга по цялата залепвана повърхнина така, че да се прогонят въздушните мехурчета, като времето на притискане е от 4 до 8 часа и трябва да започне не по-късно от 10 минути след съединяването).

При лепенето се използва 3-5% разтвор на стружки от органично стъкло добре разтворени в технически дихлоретан (хлороформ).

Изработеният модел се суши при температура 40°-50°С в продължение на 5 часа.

В заключение може да се каже, че е предложен начин за лесно и бързо изработване на мащабни модели от органично стъкло (плексиглас), чието използване води до значително снижаване на разходите за изследване на статичната и динамична стабилност на телата на металорежещите машини.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стоев Ж., П. Ганчев, *Експериментално моделно изследване на колоната на ШПХ-31*, Годишник на НИПКИММИ, София, 1970 г.
- [2] Stansfield F. M., *The Use and Construction of Models for the Experimental Analysis of Machine Tool Structures*, Proc. 8th. Int. MTDR. Cont. Pergamon, 1965.
- [3] Тодоров Н., Тодоров Г., *Интегриране на инженерни анализи на етапа на проектиране*, IDG Bulgaria, 2000.
- [4] Stansfield F. M., *Some Notes on the Use of Persrex Models for the Investigation of Machine Tool Structures*, Proc. 8th. Int. MTDR. Cont. Pergamon, 1965.
- [5] Назаров А. Г., *О механическом подобие твердых деформируемых тел*, 1965 г.
- [6] Алабужев П. М., Геронимус В. В., Минкевич А. М., Шеховцов В. А., *Теория подобие и размерностей. Моделирование*. 1968 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

РАДИАЛНИ СИЛИ, ВЛИЯЕЩИ НА ТОЧНОСТТА ПРИ НАРЯЗВАНЕ НА ВЪТРЕШНА РЕЗБА С МНОГОЗЪБОВ РАЗМЕРООБРАЗУВАЩ ИНСТРУМЕНТ

Васил Георгиев Димитров

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ "ТОДОР КАБЛЕШКОВ"
София, 1574, ул. "Гео Милев" № 158, E-mail: office@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Неуравновесените радиални сили при резбонарязване с многозъбов размерообразуващ инструмент /метчик и др./ не са достатъчно изучени досега. Изложен е накратко модел на силите на рязане, потвърден експериментално. С него се обясняват характерни отклонения в качеството, наблюдавани особено отчетливо при нарязване на едри вътрешни резби.

Показани са полярни диаграми на главния вектор и пространствена диаграма на напречния силов винт при нарязване на квадратна резба.

Ключови думи: *Машиностроене, Резбонарязване, Метчик, Сили на рязане, Силов винт.*

Най-широко разпространен размерообразуващ инструмент за нарязване на вътрешни резби с общо предназначение /скрепителна метрична, трапецовидна и др./ е метчикът, а за външни резби - плашката. По-малко разпространени са резбонарязващите прошивки и протяжки [2]. Една обща характерна особеност за тези размерообразуващи инструменти е, че те са многозъбови т.е. с много режещи зъби и в процеса на рязане върху всеки един режещ зъб е приложена сила на рязане подобно на силата на рязане, приложена върху стругарския нож.

Допусковите полета на резбите с общо предназначение /например метричната/ са твърде широки и точността при нарязването им с метчик е напълно задоволителна, като разбира се, се спазват общоизвестните технологични изисквания към системата машина-приспособление-инструмент-детайл.

Възникващите неуравновесени радиални сили в този случай не са основен проблем за точността и в практиката най-често се пренебрегват. Това е съществена част от обяснението на въпроса - защо досега тези сили не са достатъчно известни и изучени.

В много други случаи /например при гайки за винто-гаечни механизми, предназначени за уредостроенето, за точни металорежещи машини и др./ точността на резбата е по-висока и отклоненията предизвикани от неуравновесените радиални сили, възникващи при нарязването с размерообразуващ инструмент, не може да бъдат пренебрегвани.

Неуравновесените радиални сили се обясняват нагледно посредством "модел на силите на рязане при нарязване вътрешна резба с многозъбов размерообразуващ инструмент" [1]. Този модел ще бъде изложен тук накратко.

Понятието "нарязване на вътрешен едноходов винтов канал с размерообразуващ многозъбов инструмент", за краткост и удобство, по-нататък ще означаваме с думата "резбонарязване".

Системата от сили, всяка от които е приложена върху съответния врязал се зъб на инструмента представлява една пространствена система от вектори и може да се приведе във всяка точка от оста на и инструмента към една динама с главен вектор $\vec{R}_N \equiv \vec{R}_{NI}$ и съответващ на точката главен момент $\vec{M}_N \equiv \vec{M}_{NI}$.

Главният момент и главният вектор на системата сили може да бъдат разложени по три взаимно перпендикулярни оси, едната от които съвпада с оста на резбата. Осовите компоненти \vec{R}_{aN} и \vec{M}_{aN} на динамата са известни в практиката като **осова сила** и **въртящ момент**. Те образуват осовия силов винт на системата, върху който са провеждани твърде обстойни измервания и изследвания, отразени в достъпни литературни източници. Останалите два силови винта, чиито оси лежат в равнина, перпендикулярна на оста на резбата, са еквивалентни на един вектор и един момент-лежащи в същата тази равнина- които наричаме **радиални компоненти на динамата**.

$$\vec{R}_N = \vec{R}_{aN} + \vec{R}_{rN} \quad /1/$$

$$\vec{M}_N = \vec{M}_{aN} + \vec{M}_{rN} \quad /2/$$

Радиалните компоненти \vec{R}_{rN} и \vec{M}_{rN} на динамата при резбонарязване не са добре изучени и достатъчно изследвани, но в редица случаи са **причина за отклонения** в качеството на резбата /наблюдавани по-ясно при едрите резби/, изразяващи се в:

-несъосност на обработената чрез резбонарязване винтова повърхнина спрямо предварително обработения отвор;

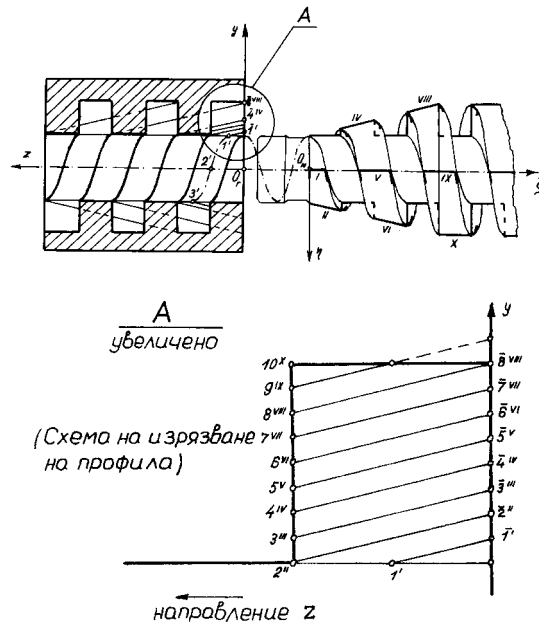
-отклонение от изискванията за грапавост, вълнообразност или правилност на геометричната форма на винтовите повърхнини;

-разбиване по приведения среден диаметър, нежелателно рязане в някои случаи по сектор от вътрешната цилиндрична повърхнина на резбата.

Закономерната несиметричност на радиалните сили спрямо оста на резбата /при достатъчни хомогенност на материала на гайката, точност на относителното винтово движение, радиална стабилност на технологичната система/ е следствие от закономерната несимет-

рия спрямо оста в разположението на режещите ръбове на инструмента.

При споменатите условия на рязане /достатъчно близки до идеалните/ можем да проследим теоретично системата от сили като система от вектори $\vec{F}_N^m \equiv \vec{F}_{NI}^m$, всеки от които е приложен върху съответния зъб с пореден номер "m" и с големина $|\vec{F}_N^m|$ пропорционална на напречното сечение S на слоя материал, снеман от този режещ зъб [1,2]. Такъв модел на силите дава възможност да се построи **полярна диаграма на главния вектор** (диаграма на неговата радиална компонента \vec{R}_{rN} - например фиг.2 и фиг.3), както и пространствена диаграма на напречния силов винт (например фиг.4), във функция на взаимното разположение на инструмента и на нарязваната гайка при тяхното относително винтово движение.



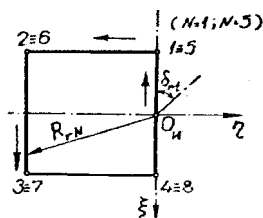
Фиг. 1

За да се моделира удобно всеки момент от относителното винтово движение на инструмента спрямо гайката, избираме подходящи **координатни системи**, свързани неподвижно съответно с гайката и инструмента /фиг.1/. Началото на едната координатна система / O_rxyz / лежи в равнината на входящото чело на гайката, а на другата / $O_n \xi\eta\zeta$ / - в равнината на входящия кръг на режещия конус на инструмента; **входящият кръг** на режещия конус на инструмента има еднакъв диаметър d_1 с този на предварително обработения отвор на гайката. Взаимното разположение на инструмента и гайката - във всеки момент от **винто-**

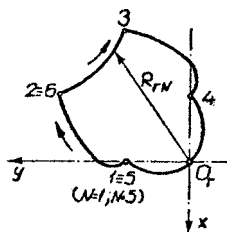
вото движение със стъпка P - определяме във функция от един текущ параметър N , отчитан от момента на преминаването на входящия кръг на режещия конус през входящото чело на гайката. За единица мярка на текущия параметър N е прието $\pi/2$ радиана; това е особено удобно при инструмент с четири пера; (очевидно е възможна и друга единица мярка).

За конкретна схема на изрязване профила на резбата приемаме разположението на слоевете снет материал в осовото сечение на първата навивка на винтовия канал на гайката, минаващо през онази точка от окръжността на входящото чело на гайката, която е крайна точка от основата на пълния профил на резбата. Тази схема придобива конкретен вид /например на фиг.1-А/, като се означат върху нея точките от повърхнината на режещия конус, които в отделните моменти /стойности на N / лежат на пресечницата /ос y / получена от равнините на осовото сечение и на челото на гайката. От конкретната схема на изрязване на профила може да се получи информация за взаимното разположение на инструмента и нарязваната гайка, както и за сеченията за слоевете материал, снемани в отделните моменти от връзалите се режещи зъби. Пространственото разположение на силите върху зъбите, чиито приложни точки се намират в центъра на тежестта на сечението на съответните слоеве снеман материал, се определя от разположението на режещите ръбове. По такъв начин се дефинира напълно - във всеки момент от резбонарязването - всеки един от системата вектори "сили върху зъбите".

Векторът "сила върху зъб" \vec{F}_N^m изобразяващ равнодействащата на елементарните сили приложени върху "m"-ти режещ зъб на инструмента в момента "N" от процеса на нарязване



Фиг. 2



Фиг. 3

не на резбата се разлага на три взаимно перпендикулярни компоненти както следва:

- осова компонента $\vec{F}_{aN}^m \equiv \vec{F}_{aNi}^m$ - успоредна на оста на резбата;

- нормална компонента $\vec{F}_{rN}^m \equiv \vec{F}_{rNi}^m$ насочена по радиуса;

-тангенциална компонента $\vec{F}_{tN}^m \equiv \vec{F}_{tNi}^m$ - насочена по тангентата на минаващия през приложната точка кръг на режещия конус.

За удобство въвеждаме означенията:

-напречна компонента \vec{F}_{rtN}^m на силата върху зъб

$$\vec{F}_{rtN}^m \equiv \vec{F}_{rtNi}^m = \vec{F}_{rN}^m + \vec{F}_{tN}^m ; /3/$$

-ъгъл между тангенциалната и нормалната сила на рязане δ_{rt}

$$\text{tg} \delta_{rt} = F_{rN}^m / F_{tN}^m ; /4/$$

Съществува точка Q_N от оста на резбата [2], в която радиалните компоненти на главния момент и главния вектор на динамата на системата сили се редуцират на два колинеарни вектора \vec{R}_{QrN} и \vec{M}_{QrN} т.е. образуват силов винт; този силов винт наричаме **радиален силов винт на системата сили при резбонарязване**.

Можем да намерим силов винт, с точка на редукция Q_{RN} от оста на резбата, получен само от напречните компоненти \vec{F}_{rtN}^m на "силите върху зъбите"- без да се вземе под внимание прекатурващия момент, получен от редукцията на осовите компоненти \vec{F}_{aN}^m към точки от оста на резбата; този силов винт наричаме **напречен**, а неговите главен момент и главен вектор означаваме съответно с \vec{M}_{QRN} и \vec{R}_{QRN} . Формата на пространствената диаграма напречния силов винт не зависи от диаметъра на резбата, а само от схемата на изрязване на профила, по която се работи при дадени условия на рязане.

Забележка: Съгласно приетите означения са очевидни равенствата:

$|\vec{R}_{rN}| = |\vec{R}_{QrN}| = |\vec{R}_{QRN}| = |\vec{R}_{rN}| = R_{rN} /5/$
т.е. посочените в равенства /5/ вектори се различават само по приложна точка, а когато са приложени върху гайката - и по посока.

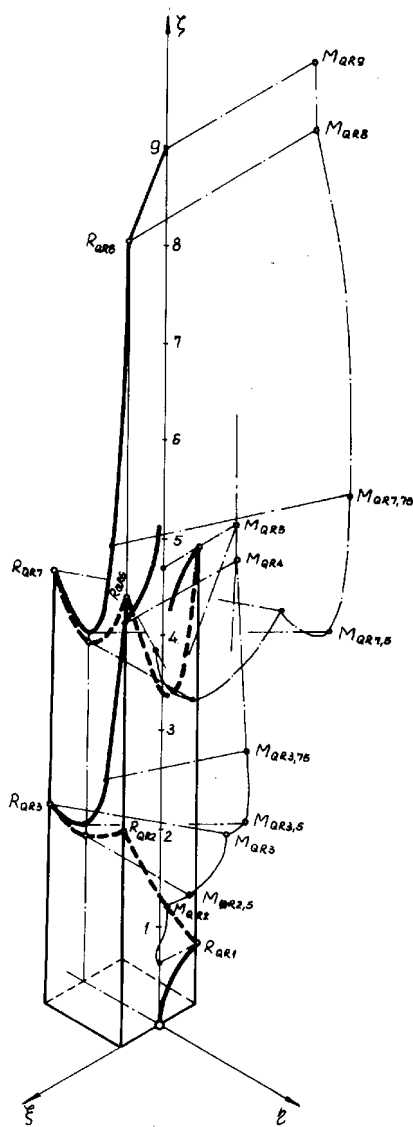
Зависимостите за радиалните компоненти се изразяват нагледно посредством пространствената диаграма на радиалния или напречния силов винт и полярната диаграма на главния вектор, построени за дадени параметри на резбата, инструмента и процеса.

На фигури 1,2,3,4 е демонстриран изградения модел на силите, като е разгледано нарязването на квадратна резба със стъпка P при следните приети параметри:

-размери на гайката: външен диаметър на резбата $d_0=2P$; дължина $L_T=3P$;

-размери на инструмента: дължина на режещата част $L_P=2P$; брой на режещите пера $n_z=4$; наклон на стружковите канали $\omega=0$; ъгъл на положението (спрямо равнина $O\xi\xi$) на първия режещ зъб $\alpha_{01}=\pi/2$;

-процес: постоянна относителна сила нарязане K_S ; $F_r/F_t=1=\arctg\delta_{rt}$.



Фиг. 4

На фиг.4 е показана пространствената диаграма на напречния силов винт относно инструмента. Както се вижда, кривата - описвана от върха на вектора на приведената радиална сила, лежи върху повърхнината на една призма. Точките по оста ζ , означени с цифри, определят положението на челото на гайката при съответното значение на параметъра N при връзването на режещата част на инструмента.

Проекцията - върху нормална на резбовата ос равнина - на пространствената крива, описвана от върха на вектора на радиалния или напречния силов винт, представлява полярната диаграма на главния вектор, показана на фиг.2. Цифрите, с които са означени отделни точки от диаграмата, съответстват на текущия параметър N .

В координатната система $O_i\xi\eta\zeta$, свързана неподвижно с инструмента, векторите на "силите върху зъбите" се променят само по големина и приложна точка, поради което диаграмите в тази координатна система се построяват сравнително лесно.

Системата "сили от зъбите" е приложена върху нарязваната гайка - в координатна система O_rxyz . "Силите от зъбите" \vec{F}_{NI}^m във всеки отделен момент са съответно равни и противоположни на "силите върху зъбите" $\vec{F}_{NI}^m \equiv \vec{F}_{NI}^m$, които заедно с инструмента извършват равномерно винтово движение спрямо нарязваната гайка.

Построяването на полярната диаграма на главния вектор относно гайката, може да се извърши леко /например върху прозрачен лист/, посредством полярната диаграма относно инструмента, като се вземе предвид относителното въртливо движение на гайката /компонента на винтовото движение/ спрямо инструмента. На фиг.3 е показана построената по този начин полярна диаграма на главния вектор относно гайката при нарязване на квадратна резба.

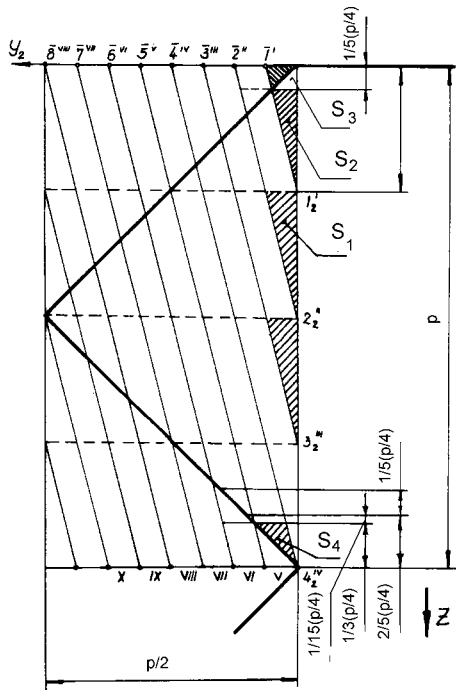
Конкретната форма на полярните диаграми зависи от профила на резбата и схемата на изрязване на профила. От параметрите на профила много съществено влияние върху радиалните сили оказва отношението b_1/d_1 , където b_1 е широчината на профила на резбата, измерена по образуващата на вътрешния цилиндър на резбата с диаметър d_1 . Например при някои резби за сачмено-винтови двойки b_1/d_1 е значително по-малко в сравнение с метричната резба.

На фиг.5а и фиг.5б са показани съответно конкретната схема на изрязване на профила и полярната диаграма относно инструмента при нарязване резба с триъгълен профил, а на фиг.5в - схема на инструмента. Както се вижда, формата на полярната диаграма при триъгълен профил на резбата е по-сложна в сравнение с тази при квадратен профил.

Полярната диаграма на главния вектор относно инструмента, както и асиметричният вид на полярната диаграма относно гайката,

нагледно показват една същностна причина за отклонението от съсност на нарязваната резба с предварително обработения отвор: -

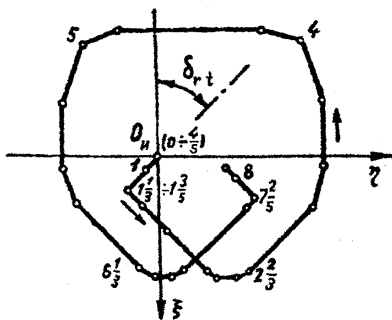
чая е избрана координатна система $O_c X_{oc} Y_{oc} Z_{oc}$ свързана подходящо с оста на инструмента и с динамометъра.



Фиг. 5а

причината е наличието на сили, които отклоняват едностранно инструмента относно оста на гайката.

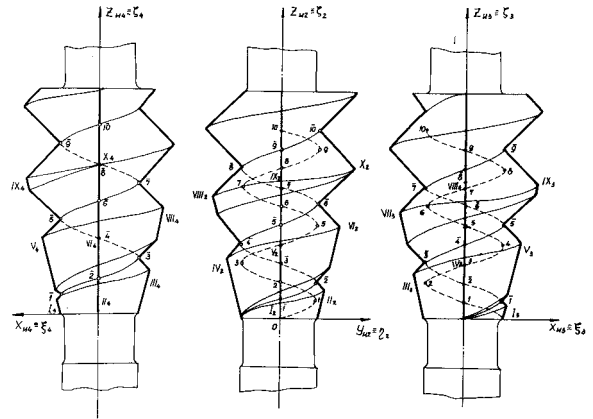
Пространствената диаграма на радиалния



Фиг. 5б

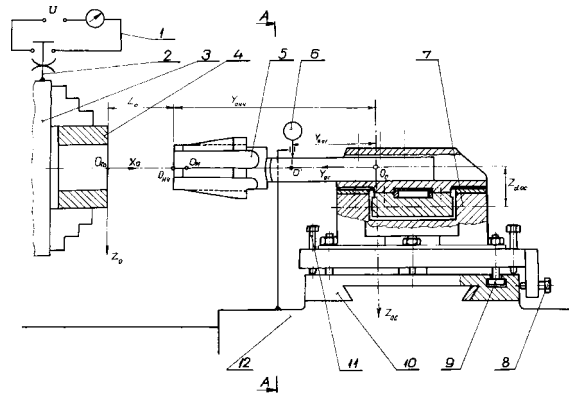
силлов винт показва наличието на един прекатурващ момент стремящ се да завърти гайката около ос, перпендикулярна на оста на резбата.

За да се провери принципно модела на силите при резбонарязване, бе извършено **експериментално изследване** на динамата на системата сили с помощта на **шесткомпонентен динамометър**. Схемата на действие на този динамометър позволява да се измерят трите компоненти на главния вектор и трите компоненти на главния момент на една променлива система сили спрямо координатна система, ориентирана по желан начин. В слу-



Фиг. 5в

На фиг.6а и 6б е показана принципно схема, а на фиг.6в - фотография на работната зона видът на експерименталната постановка. Опашката на всеки инструмент /5/, използван при експеримента, се закрепва стабилно в "люлката" на динамометъра с помощта на три болта. Корпусът на динамометъра /7/ е

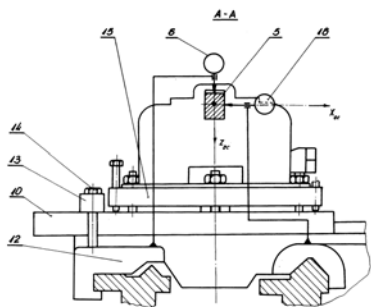


Фиг. 6а

закрепен към напречната шейна на струг модел "С11А" посредством приспособление, което позволява настройване по три координати: завъртания около ос X_{oc} и ос Z_{oc} и постъпателно преместване по ос Z_{oc} .

На фиг.7б е показана пространствената диаграма на радиалния силлов винт при връзването на инструмента /схематично показан на фиг.7а/ при нарязване резба Sp40x30. Кривата описана от върха на "вектора на приведената радиална сила" е означена с пълтна линия, а кривата описана вектора на прекатурващия момент - прекъсната линия.

На фиг.7в са показани за съпоставка: теоретичната полярна диаграма на главния вектор, при идеална стабилност - означена с прекъсната с точки линия - и експериментално получената диаграма - с пълтна линия.



Фиг. 6б

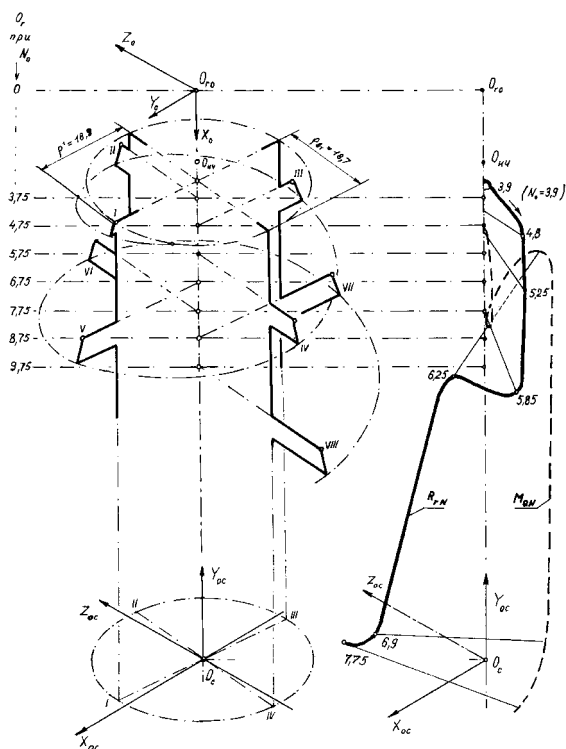
От фигурата се вижда аналогичния характер на отделни участъци и в общия вид на двете диаграми. Отклоненията са в съответствие с реалната радиална податливост и не противоречат по принцип на дадените зависимости от модела на силите.



Фиг. 6а

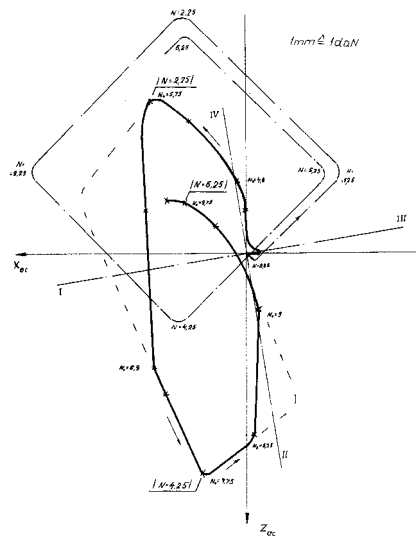
Опитът, отразен в настоящото изложение и в цитираните тук работи, е резултат от наблюденията и изследванията върху създаването и внедряването у нас и чужбина /Германия, Чехия, Русия, Япония, Унгария/ на машина и инструмент работещи по оригиналния метод наречен резбопрошиване [3].

Заклучение: Съществуват идеи и реално натрупан опит, които при благоприятни условия е възможно да се предложат с успех на вътрешния и международния пазар на машиностроителни технологии и изделия, използващи процеса резбонарязване, както и в други изследвания.



Фиг. 7а

Фиг. 7б



Фиг. 7в

Използвана литература:

1. Димитров В.Г., Относно модела на силите при нарязване на вътрешни резби, доклади на научно-техническата конференция "инструментално производство", Габрово, 1974 г.
2. Димитров В.Г., Изследване на процеса нарязване едра вътрешна резба с размерообразуващ инструмент, кандидатска дисертация защитена 1977г. ВМЕИ "Ленин", София.
3. Харалампиев И.С., А.А.Вълев, Авторско свидетелство 10029 от 27.10.1962г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕДИН НОВ ВИД ПЛЪЗГАЩ ЛАГЕР, РАБОТЕЩ КАТО ТЪРКАЛЯЩ

Пламен Ботев¹

Корабостроителен и Кораборемонтен Комбинат, Русе, България

Стефан Памуков²

Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев №158,
1574, София, България

АНОТАЦИЯ

Разработен е метод и конструкция на плъзгаш лагер, работещ при всички режими в условията на минимално възможни триещи повърхнини. Предлагащата конструкция може да се изработва като самостоятелно изделие в цялата гама на търкалящите лагери и се предлага като техен заместител. Разработени са няколко примерни конструкции, като общото между тях е използваният метод: течностите на практика са несвиваеми и остават при определени условия в дадено пространство, могат да поемат приложените външни сили.

Ключови думи: Машиностроене, Машинни елементи, Технология на машиностроенето

ВЪВЕДЕНИЕ

Познати са различни конструкции плъзгаш лагери, които могат да се разделят на две групи: първата с експлоатационен режим в област близка до минималните стойности на коефициента на триене, а втората - с режим на работа в областта на хидродинамичното триене. Лагерите от първата група се състоят от външна и вътрешна гривна с възможност за относителната ротация една спрямо друга (в зависимост от конкретните условия), осъществяваща се по повърхността им на триене. По тези повърхности има различни видове канали надлъжни и напречни, с предназначение за равномерно разпределение и задържане на маслото между триещите се повърхности.

Съществуват конструкции с отвори по триещите повърхности, но тяхното предназначение е само да подведат необходимото за смазване масло. Към тази група спадат и тези, изработени от металокерамични втулки [1]. По повърхностите им на триене има множество пори, като някои от тях биха могли да се разглеждат като глухи отвори, но предназначението им е единствено да задържат смазващото масло. В литературата е описан лагер с плаваща втулка с голям брой радиални отвори, имитиращи пори. И в тази конструкция предназначението на отворите е да подведат и задържат определено количество масло между триещите се повърхности.

Пламен Ботев, Корабостроителен и Кораборемонтен Комбинат, Русе, Стефан Памуков, главен асистент, Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев №158, 1574, София

Недостатък на лагерите от тази група е наличието на сухо и полусухо триене, а от тук - интензивно износване на лагерните шийки. Друг недостатък е голямата контактна площ, тъй като площта на порите, радиалните отвори и различните видове канали не участвуват в поемането на усилието, приложено в лагера.

При втората група плъзгащи лагери триещите се повърхности са съвършено гладки, като маслото се подава под налягане и така се осигурява режим на течено триене. Недостатък на тази група лагери е необходимостта от външна мазилна система: маслена, тръбопроводи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Настоящата разработка има за цел да представи един нов вид плъзгащ лагер, който има Патент за изобретение № 61046 от 17.10.1997 г.

Изобретението се отнася до плъзгащ лагер по триещите се повърхнини на който са изработени глухи отвори, намиращ приложение при всички лагерни възли с наличието на радиални, аксиални, радиално-аксиални усилия и лагерни възли с вибрации или знакопроменливи натоварвания.

Въпросът, който се поставя в случая е да се създаде плъзгащ лагер със запазване на масления слой при пуск и ниски обороти, минимално възможна метална площ и възможност за получаване на капсулован плъзгащ лагер с течено мазане, работещ в режим на хидродинамично триене без външна мазилна система.

Задачата е решена, като по триещите се повърхнини са пробити в шахматен ред глухи отвори, предназначени не само да носят смазващото масло (както е при порите на металокерамичните втулки), но и да поемат част от приложеното външно усилие в лагера. Това се постига при такова съотношение в линейните размери на глухия отвор, диаметър - d и дълбочина - h на отвора, при което той остава винаги запълнен с масло. Поради практическата несвиваемост на течностите, повърхността на глухия отвор ще поеме външното усилие така, както и металната повърхност. Разграничават се две основни положения в лагерния възел - покой и относително

движение на триещите се повърхности една спрямо друга.

За да се гарантира при всички режими на работа на лагера маслен филм, е необходимо при покой маслото да не изтича от глухите отвори от капсулования лагерен възел. За да не изтича маслото на глухите отвори при покой, то тези отвори трябва да бъдат оразмерени от зависимостите, валидни за капиларни тръби, посочени във "Физика", Иванов С., Петров С.

$$h = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \cos \varphi}{R \cdot \rho \cdot g} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{m \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r} \quad (2)$$

h - височина на маслен стълб, в нашия случай дълбочина на глухия отвор;

α - повърхностно напрежение;

R - радиус на тръбата, в нашия случай на глухия отвор;

r - радиус на капката, която би се получила от глухия отвор $r < R$.

С първо приближение: $r \approx R$

m - маса на капката

$$m = \frac{4 \cdot \pi \cdot R^3 \cdot \rho}{3} \quad (3)$$

$$\cos \varphi \approx 1 \quad (4)$$

След заместване се получава:

$$h = 0,7 d ; d_{\max} \approx 1,4 h ; d \leq h$$

За да остане глухият отвор в покой винаги изпълнен с масло е необходимо $d < h$

При относително движение на триещите се повърхнини една спрямо друга (работен режим на лагера), в общия случай маслото, намиращо се между тях, извършва турбулентно движение. Това движение обаче, при веднъж напълнени отвори с масло, не е в състояние да го изведе от тях, т. е. да обезмасли глухите отвори. Причините са межмолекулярните сили, действувачи в глухия отвор: течност - течност и течност-метал. Опитът на маслото да излезе от глухия отвор би довел до създаване на подналягане в

дното на глухия отвор, което ще задържа маслото в него.

Условието, гарантиращо запълване на глухите отвори с масло, при всички режими на работа на лагера е $d < h$. Това условие и несвиваемостта на маслото позволяват повърхността на глухия отвор да се разглежда като повърхност, поемаща натоварването в лагерния възел, така както метална повърхност. Броят на глухите отвори се определя от якостното изчисляване на минималната дебелина на стената между глухите отвори при максимално натоварване на лагера. Глухите отвори могат да се намират както по повърхността на неподвижната и подвижната втулка, така и само на една от тях.

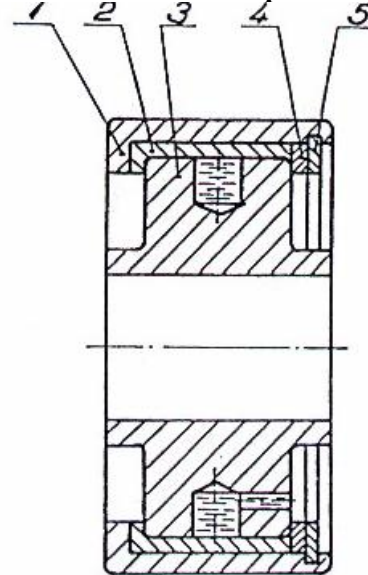
Конструкцията на плъзгащ лагер с глухи отвори се състои от външна стоманена гривна, в която е набита бронзова(или от друг метал) втулка с напречно пробити отвори (след набиване се разглеждат като глухи - втулката се набива по технологични съображения) и вътрешна стоманена гривна, по триещата повърхност на която може да са пробити глухи отвори. За херметизиране на триещото се пространство от двете му страни се монтират уплътнителни маншети. На вътрешната, подвижна гривна някои от отворите - на брой от един до три, могат да се направят проходни: свързващи масленото пространство (където се намира излишното масло в лагерния възел) с триещите се повърхности. Така се дава възможност по центробежен път триещите се повърхности непрекъснато да се обогатяват със смазващо масло.

Предимството на изобретението се изразява в това, че се създава плъзгащ лагер с течно триене при всички режими на работа, минимален метален контакт, увеличаване дълготрайността, възможност за капсуловане на плъзгащ лагер с течно мазане при намалени дължини както на лагерните гривни, така и общи габарити, възможност за по-бързо неутрализиране на вибрации и знакопроменливи натоварвания.

Примерно изпълнение на плъзгащия лагер е показано на приложените фигури, от които:

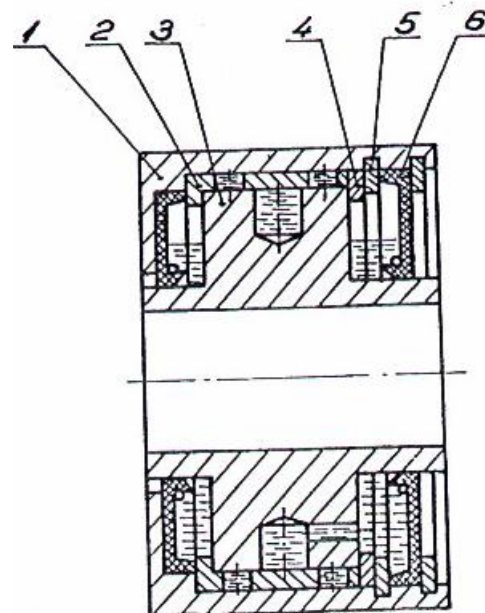
Фигура 1 - представлява разрез на плъзгащ лагер;

фигура 2 - представлява разрез на капсулован плъзгащ лагер.



Фиг.1

Устройството на плъзгащия лагер (фиг.1) се състои от външна гривна 1, в която е набита външна работна втулка 2, напречно пробита с отвори и вътрешната гривна 3, по повърхността на която се намират глухи отвори. Възможността да понася аксиално усилие се осигурява от борд на външната работна втулка 2 и ограничаващ пръстен 4, фиксиран от пружинен пръстен 5.



Фиг. 2

Устройството на капсулован плъзгач лагер (фиг.2) е аналогично с гореописаното, като за херметизиране на работното пространство от двете страни на триещите се повърхнини са монтирани гумени уплътнения 6. За едното гумено уплътнение във външната гривна 1 е изработено специално гнездо, а другото се фиксира от два пружинни пръстена 5.

Действието на плъзгачия лагер (фиг. 1) е следното. При работа на всеки плъзгач лагер се наблюдават четири характерни момента: покой, пуск, стационарна и неуравновесена работа. В предлаганата конструкция глухите отвори на работните втулки са изпълнени винаги с масло и дори при продължителен покой на лагера, поради междумолекулните сили, маслото, намиращо се в глухите отвори, няма да изтече, включително и от горната (ненатоварена) страна, както е при съществуващите конструкции лагери. При продължителен покой е възможно в долния натоварен участък да се получи частичен метален контакт, но в непосредствена близост се намира масло, стоящо в глухите отвори. Така при покой (колкото и продължителен да е) по триещите се повърхнини се запазва определено равномерно разпределено количество масло. При пускане на лагера, задържаното в глухите отвори масло, ще гарантира образуването на определен слой, т.е. при този режим на работа на лагера ще има течено, не сухо или полусухо триене. Същите съображения се отнасят и при ниски обороти, като с увеличаване на оборотите дебелината на масления слой ще се увеличава до достигане на оптималната, характерна за уравновесената работа на лагера. При неуравновесената работа на лагера, при относително радиално движение на вътрешната гривна 3 спрямо външната работна втулка 2, върху маслото в глухите отвори се упражнява налягане, стремящо се да го свие или изтласка от отвора. В първия момент при затваряне на даден глух отвор от метална повърхнина, изтичане на маслото е невъзможно (поточно силно затруднено), свиване на маслото също и върху металната повърхнина на съответната метална втулка ще се упражни хидравлично налягане, поемащо и стремящо се да

неутрализира външната сила. В следващия момент създаденото от натиска налягане в глухия отвор ще предизвика стремежа за изтичане на маслото между триещите се метални повърхнини и така между тях ще се “впръска” допълнително количество масло, гарантиращо наличието на маслен слой. По такъв начин при тази конструкция на работните втулки ще се получи едно амортизиране в рамките на хлабината и приплъзване на метална по течна повърхност. За допълване на изтеклото между триещите се повърхности масло, някои от отворите по повърхността на вътрешната гривна са проходни. В предложената на фиг.1 и фиг.2 конструкция е предвидено поемане на известно аксилно усилие и в двете посоки от лагера. В едната се поема от борда на външната гривна 2, а в другата - от ограничаващия пръстен 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение може да се отбележи, че за да може предложената разработка да бъде пригодна за редовно производство е необходимо да се проведе продължително изпитание, с цел оптимизиране на конструкцията на плъзгачия лагер, неговите размери, както и да се създаде технология за масово производство. При изпитването на изделието ще се докаже опитно неговата дълготрайност, която прогнозно в сравнение с тази на търкалящите лагери, считаме за 1,5 пъти по-голяма.

За целта първоначално ще се реконструира наличния стенд за изпитание на плъзгачи лагери на ВТУ ”Тодор Каблешков”-София, който е изработен от лаборатория “КЕТИ” на ТУ-София.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ,Ачеркан Н.С. ,”Детали машин”, кн. II ,Машиностроение, 1953, Москва.
- [2] ,Ботев П.Г. , Симеонов С.К. , Патент за изобретение №61046 , Патентно ведомство на Република България , 1997 , София.



“TEMPT 2001–Транспортът на XXI век”

ПРИЛОЖЕНИЕ НА АКУСТИЧЕСКИЯ МЕТОД ЗА ДИАГНОСТИКА НА ТЪРКАЛЯЩИ ЛАГЕРИ

Иван Коларов

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” № 158, България,
e-mail ikolarov@mail.bg

АНОТАЦИЯ: *Работата е посветена на акустическата диагностика на търкалящи лагери. На базата на моделни изследвания на акустическия шум от възможни източници в контактния слой в дробинков лагер са получени резултати за цялостния шум в лагера. Работата може да намери приложение при определяне изискванията за акустико емисионната апаратура за диагностика.*

КЛЮЧОВИ ДУМИ: търкалящ лагер, замърсяване на контактен слой, акустическа емисия, диагностика.

ВЪВЕДЕНИЕ

Превантивния контрол все повече намира приложение в машиностроенето за ранно откриване на отклонения в техническите параметри, а така също и за проследяване развитието на тези отклонения. Традиционната диагностика на търкалящи лагери успешно се реализира чрез използване на виброакустическия и температурния метод на базата на добре изследвани теоретични модели [1, 2, 3]. За целта са разработени съответните устройства (апаратури) за регистрация на обосновани физически параметри. Чрез тези методи се регистрират макро отклонения в контактния слой които водят, съответно, до увеличена амплитуда на вибрациите и до нарастване на коефициента на триене (респективно, нарастване на температурата).

Акустикоемисионния (АЕ) метод намира все по-широко приложение в практиката на безразрушителния контрол. Той се осовава на регистриране на акустическия шум от контактно взаимодействие между твърди тела.

Методът с успех се използва за установяване на нарастването на пукнатини, на условията за рязане на металите, диагностика на взаимно подвижни контактуващи повърхнини и др. [4]. Принципните резултати в [1] показват, че методът е подходящ за ранно откриване на отклонения в търкалящи лагери значително преди това да е възможно чрез виброакустичния и температурния метод. В практиката все повече навлизат и устройства, изградени на базата на този метод. Те регистрират и анализират обвивката на акустическия шум и представят резултатите в условен цифров код. Състоянието на търкалящите лагери се оценява по зададена от производителя легенда. В научна литература не са срещани теоретични модели обосноваващи диагностичните параметри, критериите за оценяване на отклоненията и др. За проверка на АЕ метод преди провеждане на измерването се прави тарировка върху специализиран за целта стенд.

В [5-7] са изложени моделни изследвания на енергията на акустическата емисия от търкаляне, замърсители и плъзгане в търкалящ лагер.

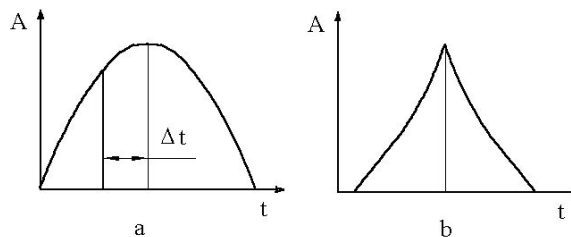
За целта контактните петна в лагера са представени като точков източник на разходящи сферични вълни. Изложени са зависимости за определяне на енергията на акустическия шум при постоянно излъчване на контактните петна. Но смесването на сигналите от различните източници затруднява тяхното разпознаване. Необходимо е задаването на диагностични признаци и определяне на условията за провеждане на измерванията. Подходящ пример в това отношение може да послужи показания в [2] честотно амплитуден метод за диагностика на търкалящ лагер.

Цел на работата е да направи честотно честотно – амплитудно моделиране на акустическата емисия в търкалящ лагер с отклонения от нормално техническо състояние и оцени възможността за диагностика.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Работата на търкалящите лагери се характеризира с голям брой силови импулси. Отклонения на геометричните размери на съставните елементи, еластични деформации, принудени и собствени трептения и др. са причина за непостоянна повтаряемост на явленията в лагерите при тяхната експлоатация. Това е причина траекторията на центъра на вала да описва сложна крива, която зависи от горните отклонения, а така също и за значителното разсейване на резултатите (до 20 dB), получени при изследване на лагери включително от най-висок клас чрез виброакустическия метод [2].

Акустическата емисия представлява случаен импулсен процес и за нейното охарактеризиране в практиката се използват средно статистически характеристики. В зависимост от вида на точковия източник АЕ сигнали са релаксационни и акселерационни (фиг. 1). Пълния АЕ сигнал е съвкупност от елементарни сигнали за малък интервал от време. В общия случай един случаен сигнал в момент $t - t_i$ може да бъде представен във вида [9]:



Фиг. 1. Форма на релаксационен (а) и акселерационен (б) сигнал.

$$A(t) = \sum_{i=1}^n A_i \cdot F_i \cdot (t - t_i) \quad (1)$$

където A_i е амплитуда на единичен импулс, F_i - характеристика на формата на импулса, n – брой на регистрираните импулси.

В първо приближение тук се приема, че сигналите от единичните източници на АЕ са хармонични и се описват от функцията:

$$A_i = A_{\max} \sin(\omega_i \cdot t + \theta_i) \quad (2)$$

където ω_i и θ_i са, съответно, кръговата честота и началната фаза. Тъй като при работа с амплитуди се използват предимно отношения, тук се въвежда условната функция α за характеризирание на процеса:

$$\alpha = A(t) / A_{\sum \max}, \quad (3)$$

където $A_{\sum \max}$ е максимална стойност на амплитудата в измервания интервал време.

Амплитудата на сигналите се определя чрез изразяване на енергията на АЕ [5]:

$$W_{i,j} = 2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot v_p \cdot k_{p,i,j}^2 \cdot v_{L,i,j}^2 \cdot a_{i,j}^4, \quad (4)$$

където ρ е еквивалентна плътност на контактната среда между дробинката и гривната, v_p - скорост на надлъжната вълна в еластичната среда в която се разпространява емисията, $k_{p,i,j}$ - вълново число, $k_{p,i,j} = \omega_{i,j} / v_p$, $a_{i,j}$ - средна големина на контактното петно между дробинка i , генериращо АЕ по причина j (вследствие взаимодействие на дробинката с микрограпавините, от замърсители и др.) $v_{L,i,j}$ - скоростта на пулсации. Честотата на пулсациите v_j , респективно, на АЕ

сигнали, е $v_j = \frac{\omega_c \cdot R_2}{S_j}$, ω_c - ъглова

скорост на сепаратора, S_j - стъпка на причинителя на АЕ, R_2 - радиус на пътечката на външната гривна.

РЕЗУЛТАТИ

Направен е честотно – амплитудно моделиране на АЕ в дробинков радиален лагер при осреднени параметри височина R_{m1} и стъпка S_{p1} на грапавините на пътечката на външната гривна, замърсител с височина h и стъпка S_b ; геометричните размери на лагера - диаметър на дробинките $D_w = 8$ mm, диаметър на пътечката на търкаляне на дробинките по външната гривна $D_2 = 55.5$ mm; ъглова скорост на въртене на сепаратора $\omega_c = 50$ rad/s и радиална сила на въздействие $Fr = 1$ kN. Големината на контактното петно при динамичното въздействие между дробинката и замърсителя е получена по [6]. Амплитудата на сигналите е определена по зависимостта $A \sim W/T$, T – период на сигнала.

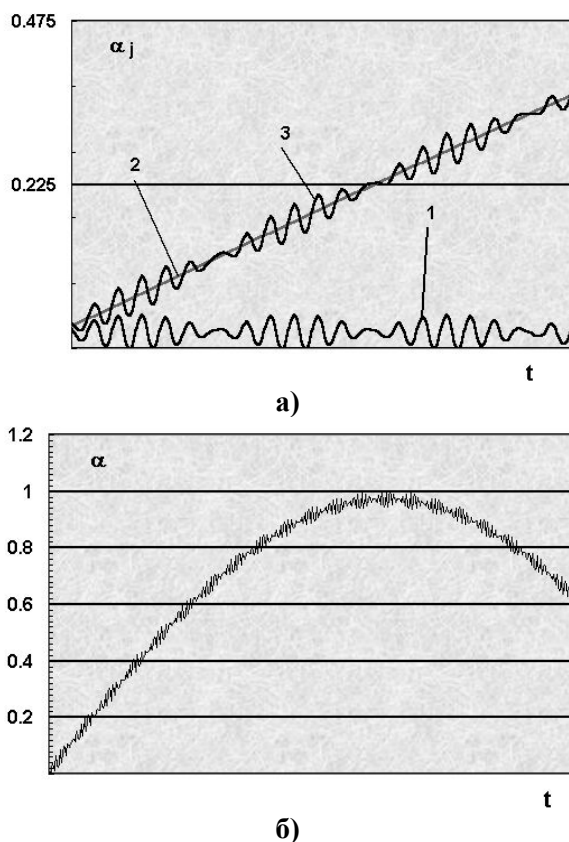
Получени са теоретични резултати, получени чрез варианти от трибологични параметри, изложени в таблица 1.

Таблица 1. Варианти на трибологичните характеристики за моделно пресмятане на АЕ

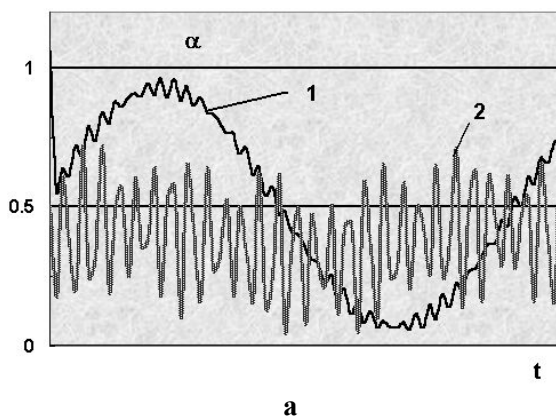
вариант	Параметри
1	$R_{m1} = 0.4\mu\text{m}$, $S_{p1} = 6\mu\text{m}$, $h = 5\mu\text{m}$, $S_b = 2\text{mm}$
2	$R_{m1} = 0.6\mu\text{m}$, $S_{p1} = 6\mu\text{m}$, $h = 5\mu\text{m}$, $S_b = 2\text{mm}$
3	$R_{m1} = 0.4\mu\text{m}$, $S_{p1} = 4\mu\text{m}$, $h = 5\mu\text{m}$, $S_b = 2\text{mm}$
4	$R_{m1} = 0.4\mu\text{m}$, $S_{p1} = 10\mu\text{m}$, $h = 10\mu\text{m}$, $S_b = 8\text{mm}$ и едновременно ударно въздействие под въздействието на външна сила с честота 462 Hz и големина $Fr = 1.2$ kN

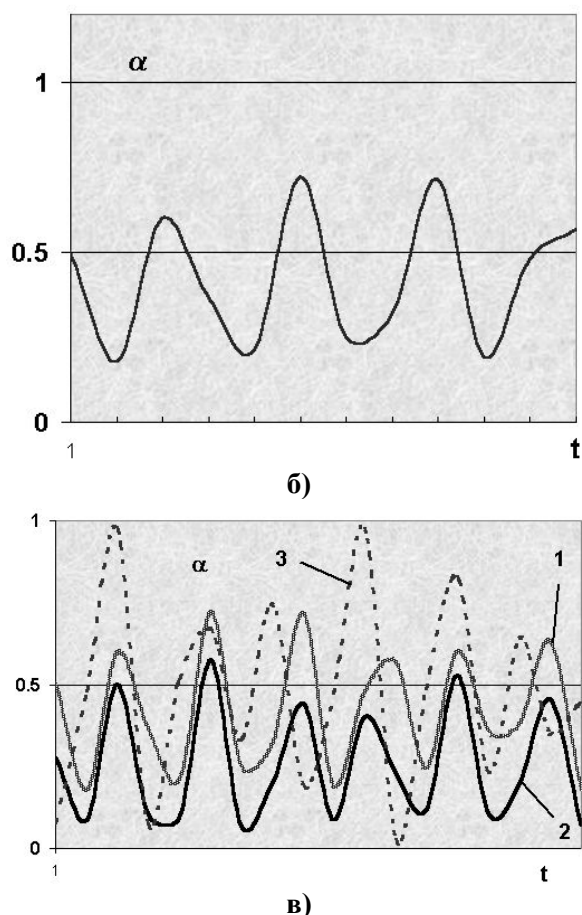
На фигура 2 са показани резултати, получени по (3) при сумирането на два сигнала. Ясно се различават двете амплитуди на съставлящите сигнали. При регистриране на данни от подобен вид е постижимо бързо разпознаване на

сигналите, съответно, причините за тяхното възникване.



Фиг. 2. Теоретични резултати за A_j ; а) вариант 1, 1 – сигнали от взаимодействие с грапавините; 2 – от взаимодействие със замърсителя; 3 – след сумиране на 1 и 2, б) вариант 2 – след сумиране на сигналите.

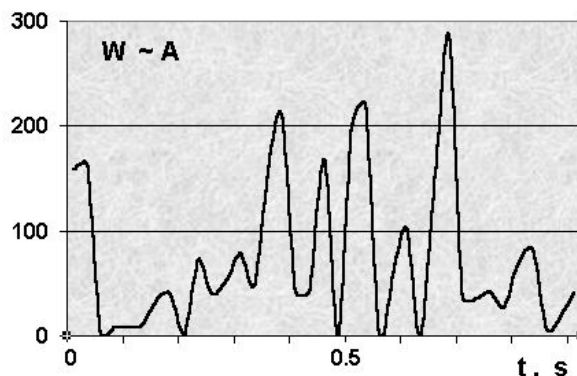




Фиг. 4. Резултати, получени по данни от таблица 1, а) 1 – вариант 3, 2 – вариант 4; б) – вариант 4 в увеличен мащаб; в) вариант 4: 1- един сигнал, 2 – два сигнала, дефазирани на 0.25π , 3 – три сигнала, дефазирани на 0.25π и 0.5π .

На фигура 4 са показани резултати, получени за варианти 3 и 4 (таблица 1). Данните от вариант 4 идеализирано представят възможен случай на работата на търкалящ лагер. Затруднено е разпознаването на сигналите с различна честота и амплитуда, причинени от различни по характер импулси. В реалните лагери диапазона на изменение на пулсациите е значително по-широк. Следователно за диагностиране на контактните условия, респективно, разчитане на високочестотния шум, е необходимо използването на честотни филтри. На фигура 5 са показани експериментални резултати при изследване на търкалящ лагер [11] чрез апаратура “Брюел и Кер” с управляема дискретизация на сигнала и максимална честота на регистриране 20 Hz. Измерването е направено с четтоно

филтриране на сигналите извън диапазона 100 kHz – 2 MHz. Ниската честота на регистрация на апаратурата е причина въпреки филтрацията на сигналите картината да не е ясна. В случая са регистрирани пикове, причинени от нискочестотни ударни импулси и е налице прилика с теоретичните резултати от фигура 4. Следователно за диагностиката на контактния слой е необходимо използване на апаратура с честотно филтриране и бързодействие, съответстващо на възникването на АЕ сигнали. Според теоремата на Котелников – Шенон за успешното регистриране на сигналите временният интервал за дискретизация Δt (фиг. 1) трябва да е
$$\Delta t = \frac{1}{2 \cdot f_{\max}}$$
 (f_{\max} - максимална честота на честотния спектър, необходим за диагностиката) [2].



Фиг. 5. Експериментални резултати, измерени в честотния диапазон 100 kHz – 2 MHz.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работата са представени моделни резултати при амплитудно-честотно моделиране на генерираната в търкалящ лагер акустическа емисия. Представени са амплитудно – честотни изследвания на акустическата емисия в търкалящ лагер. Установено е, че филтрирането на измерваните сигнали, регистрирани чрез апаратура с добро бързодействие са необходими условия за успешно провеждане на диагностика на контактния слой.

Работата може да намери приложение при определяне изискванията за акустико емисионната апаратура за диагностика, както и в измервателния процес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструменти за “Безотказна работа”. Каталог на SKF.
2. Минчев Н, В. Григоров н. Вибродиагностика на ротационни и бутални машини. Техника, София, 1988, 279 с.
3. Hot box and hot wheel detection. Signaltechnik. Koblenz, Denmark.
4. Свириденко А. И., Мышкин Н. К., Калмыкова Т. Ф., Холодилов О. В. Акустические и электрические методы в триботехнике. Минск, Наука и техника, 1987.
5. Коларов И. Моделиране на акустическата емисия в търкалящ дробинков лагер. XV Национална конференция по безразрушителен контрол с международно участие “Дефектоскопия’ 2000”, Созопол, 2000, 382-390.
6. Коларов И., А. Иванов. Моделиране акустическата емисия в търкалящ лагер при наличие на замърсители. Национален семинар по “Синтез и анализ на механизми 2001”, Сливен, 2001, сп. Механика на Машините.
7. Коларов И. Оценка на акустическата емисия в търкалящ лагер при наличие на плъзгане. Национална конференция по безразрушителен контрол с международно участие “Дефектоскопия’2001”, Созопол, 2000.
8. Ямщиков В. С. Волновые процессы в массиве горных пород. Недра, М. 1984, 271 с.
9. Свириденко А. И., Мышкин Н. К., Калмыкова Т. Ф., Холодилов О. В. Акустические и электрические методы в триботехнике. Минск, Наука и техника, 1987.
10. Трение, изнашивание и смазка. Справочник, том 1. Москва, Машиностроение, 1977 г.
11. Коларов И. Акустикоемисионно изследване на машинни елементи и механизми. Трудове на ВВТУ. 1998, 326 - 333.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Микро-компютърни системи

В лабораторията са реализирани микрокомпютърна гарова централизация и микрокомпютърна диспечерска система. Провеждат се упражнения с практическа насоченост, като се осигурява възможност за преконфигуриране и използване на макетите като развойни системи и отработване принципите на проектиране на такива системи. Чрез реализирания макет на микрокомпютърна гарова централизация, студентите се запознават с възможностите на компютърната техника за високо и отговорно управление, с принципите на изграждане на такива системи и техните функционални възможности и приложения.

Microcomputer Systems

There is a microcomputer interlocking system and a microcomputer dispatching system in the laboratory. Some workshops with practical purpose take place in it providing a possibility to reconfigure and to use models as developing systems as well as to make exercises on the principles of designing such systems. Using the existing model of an interlocking system, students can be acquainted with the possibilities of computers for high-responsible control, with the principles to build up such systems and their functional possibilities and applications.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

КУРСОВОТО ПРОЕКТИРАНЕ ОТ МАШИНОСТРОИТЕЛНИТЕ ДИСЦИПЛИНИ– ТЕНДЕНЦИИ И РАЗВИТИЕ

Иван Коларов

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” № 158, България
e-mail ikolarov@mail.bg

АНОТАЦИЯ: *Работата е посветена на проблеми на обучението на машиностроителни специалисти. Обосновано е разширяване на професионалната подготовка на студенти от машиностроителните дисциплини с оглед достигане на съществуващите в практиката информационни технологии. Предлага се изграждането на виртуална среда с база данни за проектиране, удовлетворяваща нуждите за обучение, а така също и на специалистите в практиката.*

КЛЮЧОВИ ДУМИ: Обучение, професионална подготовка, общо машиностроене, курсово проектиране.

ВЪВЕДЕНИЕ

Професионалното обучение в машиностроенето се обосновава на взаимодействието и допълването на различни дейности от учебния процес – лекционно представяне на новия материал, упражнения (лабораторни и семинарни) и самостоятелно изработване на машинни конструкции (курсони работи и задачи). Последните се извършват самостоятелно с помощта на преподаватели от дисциплини, съответстващи на учебните планове на професионалния център. За улесняване на учебния процес в практиката се използват методически ръководства за реда на работа и зависимости на изчисление, стандартни материали, конструкции и др. Изпълнението на един курсов проект имитира разработването на индустриален проект и често пъти тези методически материали се използват от специалисти в практиката. Последователността от курсови проекти в курса на обучение спомага за изграждане на студентите до ниво, позволяващо им изпълнението на

самостоятелни творчески задачи от цикъла идеен проект – конструиране – реална конструкция. Дипломната работа, която е най-висша форма на обучение за студенти от образователната степен “Магистър” по същество представлява самостоятелно изработен курсов проект.

Машиностроенето е развиващ се отрасъл от човешката практика. В момента България се намира в период на цялостно преустройство на машиностроенето. Поради ред политически и икономически причини на промени подлежат производствени мощности, паари, нормативна база и др.

Информационните технологии промениха изцяло стереотипа на живот в съвременното общество. Предлагащата в интернет пространството информация е практически във всички области на човешкото познание. За съответствие между нивото на информационните технологии и специалистите в областта на машиностроенето е препоръчително изпълнението на реални задачи с тяхна помощ.

Изчертаването на чертежи е традиционна дейност в проеса на създаване на реални обекти в машиностроенето. Тя е свързана с преминаване през сложна поредица от конструктивни изчисления и визуализация върху чертожния лист, така че формата на обекта да отговаря на заданието. Развитието на информационните технологии допринесе и до бързо развитие на компютеризираните методи за проектиране. Сега съществуват програмни продукти за конструиране, изчисляване и управление на машини и за производство на машинни елементи. В развитите в технологично отношение машиностроителни центрове е нормално дейностите по конструиране, “изпитване” и производство да се изпълняват с помощта на компютърна техника. В тези случаи механичните натурни изпитания се провеждат с оптимизирани образци с цел потвърждение на компютърните симулации.

В съвременния етап изпълнението на курсовите проекти се изпълнява изключително чрез традиционния метод на изчертаване (на ръка), а якостните и др. изчисления се изпълняват с калкулатор и по-рядко с компютър и с помощта на съществуващите ръководства за курсово проектиране. В този процес се използват предимно якостни параметри, а оптимизиране на конструкцията и технологиите не се прави. Този вид реализиране на проекти до скоро изпълняваше своето предназначение при наличието на големи машиностроителни предприятия с дългогодишни традиции и липса на международна конкуренция. Но за настоящия момент се наблюдава изоставане на метода за провеждане на курсови проекти в сравнение с развитието на обществото. В отделни дисциплини се въвежда компютърната графика за изпълнение на единични чертежи, но тези ограничени опити се основават само на една възможност в областта на обучението. В същото време предизвикателството на новите условия изисква инженерните кадри да следват нивото на информационните технологии.

Цел на работата е да предложи възможност за развитие на методиката за провеждане на курсовото проектиране в професионалното обучение на машиностроителни специалисти в

условията условията на глоболизиращото се общество.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Информационните технологии коренно преобразуват стереотипа на живот на хората в съвременното общество. Развитието на комуникациите създаде възможности за изключително скъсяване на пътя производител – доставчик – клиент. През изградената интернет мрежа преминава от 10 до 30 % (в зависимост от развитието на обществото) от реализацията на стоки и услуги – материали, транспортна дейност, технологични операции, готови изделия, едновременна работа върху проект от различни точки на Земята и др. Предизвикателството на глобализацията налага промяна на начина на мислене на хората за адаптация към налагащите се нови условия на стопанския живот, а така също и на селектирано приемане на тези условия в обучението. За удачната си реализация специалистите освен добри професионални качества трябва да притежават и широк кръг познания в областта на икономиката.

Възможност за доближаване на учебния процес до практиката дава симулацията на реални условия. Това е свързано с приемане на част от реално действащите икономически фактори и използването им като съвкупност от дадености за изграждане на учебния продукт (например, конструкции). За целта освен конструктивни причини при оразмеряване на проектите е необходимо въвеждане на широк кръг от съвременни акценти като цени, транспорт, технологии, параметри на качеството, проучване на потребителите и др. Подходящия избор ще оформи конкурентността на изгражданото изделие. Удачно е проектираните изделия да бъдат сравнявани с промишлени образци на фирми с традиции в областта. Схематично представяне на процеса на обучение е показано на фигура 1. Творческото комбиниране на подобни на горните фактори ще разшири кръгозора на обучаемите и техните способности за по-добро ориентиране в пазарните отношения, откриване на пазарни ниши и умения за управление на неголеми предприятия.



Фиг. 1 Схематизирано предствяне на процеса на обучение

Таблица 1. Примерна структура на виртуална среда за изработване на машиностроителни проекти

Модули	Съдържание
1. Стандартизация	Основни и специализирани стандартизационни документи от машиностроенето, параметри за оценяване на качеството
2. Основи на конструирането	Изобразяване и конструиране на машинни елементи, критерии за работоспособност
3. Технологии за производство	Основни технологии, специфични особености и приложение за производство на машинни елементи
4. Контрол на качеството	Методи за контрол на качеството, вероятностен подход за определяне на параметрите за качество
5. Материали	Материали и приложението им в машиностроенето, особености, допустими напрежения и др.
6. Управление на машиностроително предприятие	Елемент на рационално управление на машиностроително предприятие
7. Оптимизация	Изследване и оптимизиране на приложни функции от областта на управление на качеството и избор на компромисно решение
8. Специални модули	Машинни елементи от специализиращи дисциплини

Възможност за създаване на условия, близки до действителните представлява нарочно създадена Интернет базирана виртуална среда с методически материали за провеждане на курсови проекти. За целта средата трябва да се състои от обединена база данни с относително постоянни техникоикономически

параметри и от модули, съответстващи по тематика на използваните в курсовите проекти параметри. В таблица 1 е изложена примерна структура на виртуалната среда за изработване на машиностроителни проекти.

Удачна организация на модулите е комбинацията от кратко теоретично

изложение на методиката за характеризирани на обекта и интегрирани изчислителни блокове за бързо получаване на междинни или крайни резултати. Автоматизирането на изчислителния процес ще осигури допълнително време на студентите за комплексна разработка на един обекти получаване на крайни решения и оптимизиране по зададени параметри. Работата с постоянно поддържана Интернет връзка и връзките към реалните производители ще осигури на студентите възможност за виртуален избор на материали и технологии (по количества) от производител или доставчик, работа със сертифициционни, цени (или ценови отношения), срокове за производство и др. В случаи на отсъствие на добра интернет връзка, основната част от материала може да бъде използвана чрез подвижни магнитни носители (CD ROM дискове или дискети).

Целевите групи на виртуалната база данни са студенти от машиностроителните професионални центрве, преподаватели и специалисти от практиката, които се стремят да подобрят и разширят своите умения в машиностроенето.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работата са разгледани тенденциите за развитие на методиката за изработване на курсови проекти (и задачи) в областта на машиностроенето. На базата на кратък анализ на приложението на информационните технологии в съвременното общество е установено несъответствие между съществуващата методика за изработка на курсовите проекти и адекватните нужди. Възможност за преодоляване на тези недостатъци дава симулирането на иномически аспекти при изработката на курсовите проекти чрез изпълнението им във виртуална интернет разположена база данни и модули за изчисление на параметри на машинните елементи. Въвеждането на широк кръг от параметри от практиката в процеса на изграждане на курсови проекти ще доведе до запълване на празноти в системата за професионално обучени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Програмата “Леонардо да Винчи” – едно от предизвикателствата на новия век. Център за развитие на човешките ресурси. София, 2001 г.
2. Guide to programmes and actions. Directorate – General for Education and Culture. Luxemburg, Belgium. 2000.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА РЕСУРСИТЕ НА МАШИННИТЕ ДЕТАЙЛИ ПРИ СМЕСЕНО И РАЗДЕЛЕНО ДИСКРЕТНО ЦИКЛИЧНО НАТОВАРВАНЕ

ГЕОРГИ ГЕНАДИЕВ

ABSTRACT

The paper presents a theoretical examination on the life of machine elements (details) subjected to dynamic variable loading. The strength of details is determined by the curve of fatigue supposing that it is known. The life of details is examined comparatively evaluated according to the number of cycles until destroying: with divided and mixed character of loading accepted.

Ключови думи: техническа експлоатация, надеждност, ресурс.

ВЪВЕДЕНИЕ

Цикличните натоварвания в машините пораждат и развиват процеси, известни като умора на материалите.

Анализът на отказите, свързани с разрушаването на машиностроителните детайли и конструкции, е показал, че около 80% са резултат от умора на материалите [1].

Случайните процеси на уморните натоварвания на машинните детайли се схематизират, обикновено като:

- натоварвания, при които параметрите на циклите остават практически постоянни (в машини с цикличен или циклично-периодичен режим на работа - технологични машини за еднотипна продукция и пр.);

- натоварвания, при които параметрите на циклите се изменят, най-често по вероятностни закони (в транспортните, подемно-транспортните и др. машини).

Ние изхождаме от следните възможности за представяне на експлоатационните натоварвания на детайлите:

- дискретно;
- вероятно (плътност на вероятностно разпределение, т.е. спектър на натоварването).

Теоретично (и практически) съществуват организационно-експлоатационни варианти:

- всяка машина поема пълния “набор” от наличните експлоатационни условия (**I вариант**);

- всяка машина поема отделно експлоатационно условие (**II вариант**)

Тогава съществуват възможности, при които съответно:

- определен детайл поема напълно “полагаемото” му се натоварване (т.е. **I резултативен вариант**).

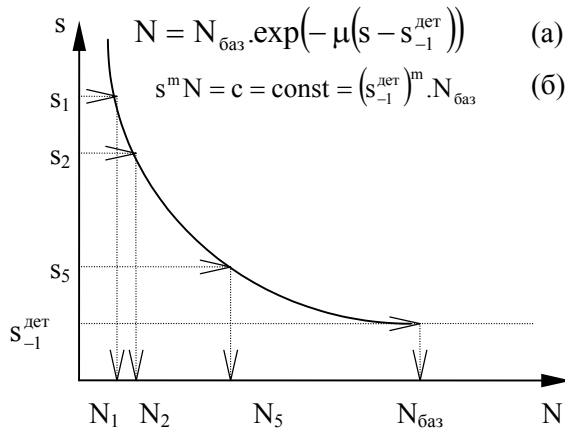
- същият детайл поема само част от “полагаемото” натоварване (т.е. **II резултативен вариант**).

Цел на настоящето изследване е съпоставка на последните два варианта - по техническите ресурси на детайла, подложен на дискретно циклично натоварване.

Георги Генадиев, доц., д-р, инж., катедра “Локомотиви и вагони”, ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев 158, 1574 София

РЕСУРСИ ПРИ РАЗДЕЛНО И СМЕСЕНО ЦИКЛИЧНО НАТОВАРВАНЕ

АНАЛИТИЧНО ПРЕДСТАВЯНЕ НА КРИВАТА НА УМОРА С УРАВНЕНИЕТО (а) (към фиг.1)



Фиг.1

Характерен вид на крива на умора: $s_1, s_2, \dots, s_5, \dots$ - амплитуди на цикъла (нормални или тангенциални напрежения), $N_1, N_2, \dots, N_5, \dots$ - съответните им цикли до разрушаване; параметри на кривата на умора [2,3]: $N_{\text{баз}}$ - базовото число, $\mu, s_{-1}^{\text{дет}}$ - границата на умора на детайла, m .

Тук и по-нататък ще измерваме **техническия ресурс с броя цикли до разрушаване** - N (фиг.1). На същата фигура е даден "класическият" вид на крива на умора (крива на Вюлер).

По хипотезата за линейно сумиране на относителните уморни повреди на детайла, получени на различни дискретни нива - s_1, s_2, \dots, s_n (всичките $> s_{-1}^{\text{дет}}$) и повтарящи се съответно n_1, n_2, \dots, n_n пъти, уморното разрушаване настъпва, ако:

$$\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N_i} = a_p, \quad (1)$$

където a_p е степента на повреждаемост на материала.

На първо приближение $a=1$ [4], или:

$$\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N_i} = 1. \quad (2)$$

За $(s=s_1, N=N_1), (s=s_2, N=N_2), (s=s_3, N=N_3), (s=s_4, N=N_4), (s=s_5, N=N_5), \dots$:

$$N_1 = N_{\text{баз}} \cdot \exp(-\mu(s_1 - s_{-1}^{\text{дет}})) = N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{дет}}) \cdot \exp(-\mu s_1); \quad (3)$$

$$N_2 = N_{\text{баз}} \cdot \exp(-\mu(s_2 - s_{-1}^{\text{дет}})) = N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{дет}}) \cdot \exp(-\mu s_2); \quad (4)$$

$$N_3 = N_{\text{баз}} \cdot \exp(-\mu(s_3 - s_{-1}^{\text{дет}})) = N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{дет}}) \cdot \exp(-\mu s_3); \quad (5)$$

$$N_4 = N_{\text{баз}} \cdot \exp(-\mu(s_4 - s_{-1}^{\text{дет}})) = N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{дет}}) \cdot \exp(-\mu s_4); \quad (6)$$

$$N_5 = N_{\text{баз}} \cdot \exp(-\mu(s_5 - s_{-1}^{\text{дет}})) = N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{дет}}) \cdot \exp(-\mu s_5); \quad (7)$$

- - - - -
- - - - -
- - - - -

1а. Дискретно циклично натоварване на две нива - $n = 2$:

Уравнението (2) приема вида:

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} = 1. \quad (8)$$

Да умножим двете страни на (8) с N_1 :

$$\frac{n_1}{N_1} \cdot N_1 + \frac{n_2}{N_2} \cdot N_1 = N_1; \quad (9)$$

$$n_1 + n_2 \frac{N_1}{N_2} = N_1.$$

Нека изразите (3) и (4) да заместим в (9):

$$n_1 + n_2 \frac{N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{лет}}) \exp(-\mu s_1)}{N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{лет}}) \exp(-\mu s_2)} = N_1; \quad x > 0, \quad x = \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} \neq 1. \quad (16)$$

$$n_1 + n_2 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} = N_1. \quad (10 \text{ a})$$

Да умножим сега двете страни на (8) с N_2 :

$$\frac{n_1}{N_1} \cdot N_2 + \frac{n_2}{N_2} \cdot N_2 = N_2;$$

$$n_1 \frac{N_2}{N_1} + n_2 = N_2. \quad (11)$$

Сега заместваме изразите (3) и (4) в (11):

$$n_1 \frac{N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{лет}}) \exp(-\mu s_2)}{N_{\text{баз}} \cdot \exp(\mu s_{-1}^{\text{лет}}) \exp(-\mu s_1)} + n_2 = N_2;$$

$$n_1 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_1)} + n_2 = N_2. \quad (12 \text{ a})$$

Събираме почленно (10 a) и (12 a):

$$n_1 \left(1 + \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_1)} \right) + n_2 \left(1 + \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} \right) = N_1 + N_2. \quad (13)$$

За $n_1 \approx n_2 = n$ последният израз придобива вида:

$$2n + n \left(\frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} + \frac{1}{\frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)}} \right) = N_1 + N_2$$

или

$$2n + n \cdot \psi(x) = N_1 + N_2, \quad (14 \text{ a})$$

където

$$\psi(x) = x + \frac{1}{x}, \quad (15)$$

Видът на функцията $\psi(x)$ даваме на фиг. 2, където се вижда, че за интересуващите ни стойности на аргумента съгласно (16), $\psi(x) > 2$, което записваме:

$$\psi(x) = 2^+, \quad (17)$$

където индексът “+” означава стойности, по-големи от “основата”, в случая – по-големи от 2.

Следователно:

$$2n + n(2^+) = N_1 + N_2;$$

$$n(2 + 2^+) = N_1 + N_2;$$

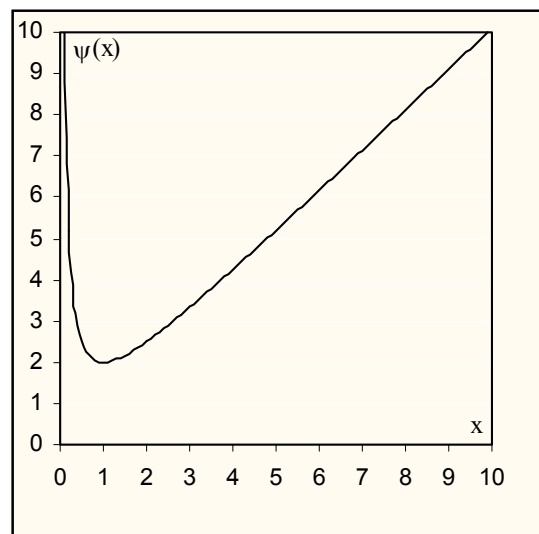
$$n(4^+) = N_1 + N_2,$$

откъдето

$$4n < N_1 + N_2$$

или

$$2n < \frac{N_1 + N_2}{2}. \quad (18 \text{ a})$$



Фиг. 2

Графичен вид на функцията $\psi(x)$.

2а. Дискретно циклично натоварване на три нива – n = 3:

Уравнението (2) приема вида:

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} = 1 . \quad (19)$$

Ако последователно умножим двете страни на (19) с N_1 , N_2 и N_3 и в така получените изрази заместим (3),(4) и (5), ще получим:

$$n_1 + n_2 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} + n_3 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_3)} = N_1 ; (20)$$

$$n_1 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_1)} + n_2 + n_3 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_3)} = N_2 ; (21)$$

$$n_1 \frac{\exp(-\mu s_3)}{\exp(-\mu s_1)} + n_2 \frac{\exp(-\mu s_3)}{\exp(-\mu s_2)} + n_3 = N_3 . (22)$$

Нека за $n_1 \approx n_2 \approx n_3 = n$ съберем почленно (20), (21) и (22):

$$3n + n \left(\frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_1)} + \frac{\exp(-\mu s_3)}{\exp(-\mu s_1)} + \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} + \frac{\exp(-\mu s_3)}{\exp(-\mu s_2)} + \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_3)} + \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_3)} \right) = N_1 + N_2 + N_3 ;$$

$$3n + n[\psi(x) + \psi(y) + \psi(z)] = N_1 + N_2 + N_3 , \quad (23a)$$

където

$$y > 0, \quad y = \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_3)} \neq 1 ;$$

$$z > 0, \quad z = \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_3)} \neq 1 .$$

Тогава, отчитайки поведението на функцията ψ :

$$3n + n(2^+ + 2^+ + 2^+) = N_1 + N_2 + N_3 ;$$

$$3n + n(6^+) = N_1 + N_2 + N_3 ;$$

$$n(9^+) = N_1 + N_2 + N_3 ,$$

$$9n < N_1 + N_2 + N_3$$

$$3n < \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3} . \quad (24 a)$$

3а. Дискретно циклично натоварване на четири нива – n = 4:

- - - - -
- - - - -
- - - - -

4а. Дискретно циклично натоварване на пет нива – n = 5:

Исходното уравнение (2) приема вида:

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \frac{n_4}{N_4} + \frac{n_5}{N_5} = 1 . \quad (25)$$

Ако последователно умножим двете страни на (25) с N_1 , N_2 , N_3 , N_4 и N_5 и в така получените изрази заместим (3), (4), (5), (6) и (7), ще получим:

$$n_1 + n_2 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_2)} + n_3 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_3)} + n_4 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_4)} + n_5 \frac{\exp(-\mu s_1)}{\exp(-\mu s_5)} = N_1 ; (26)$$

$$n_1 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_1)} + n_2 + n_3 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_3)} + n_4 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_4)} + n_5 \frac{\exp(-\mu s_2)}{\exp(-\mu s_5)} = N_2 ; (27)$$

$$- - - - - (28)$$

$$- - - - - (29)$$

$$n_1 \frac{\exp(-\mu s_5)}{\exp(-\mu s_1)} + n_2 \frac{\exp(-\mu s_5)}{\exp(-\mu s_2)} + n_3 \frac{\exp(-\mu s_5)}{\exp(-\mu s_3)} + n_4 \frac{\exp(-\mu s_5)}{\exp(-\mu s_4)} + n_5 = N_5 \quad (30)$$

Ако съберем почленно (26), (27), ... , (30), за $n_1 \approx n_2 \approx n_3 \approx n_4 \approx n_5 = n$ ще получим:

$$5n + n(2^+ + 2^+ + 2^+ + 2^+ + 2^+ + 2^+ + 2^+ + 2^+ + 2^+) = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5;$$

$$5n + n(20^+) = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5;$$

$$n(25^+) = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5;$$

$$25n < N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5;$$

$$5n < \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5}{5} \quad (31 a)$$

АНАЛИТИЧНО ПРЕДСТАВЯНЕ НА КРИВАТА НА УМОРА С УРАВНЕНИЕТО (б) (към фиг.1)

За $(s=s_1, N=N_1), (s=s_2, N=N_2), \dots, (s=s_5, N=N_5), \dots$:

$$N_1 = \frac{c}{s_1^m}; N_2 = \frac{c}{s_2^m}; N_3 = \frac{c}{s_3^m}; \quad (32), (33), (34)$$

$$N_4 = \frac{c}{s_4^m}; N_5 = \frac{c}{s_5^m}; \dots \quad (35), (36)$$

1б. Дискретно циклично натоварване на две нива – n = 2:

Нека приложим аналогичната последователност на преобразуване както в 1а:

$$n_1 + n_2 \frac{\frac{c}{s_1^m}}{\frac{c}{s_2^m}} = N_1;$$

$$n_1 + n_2 \frac{s_2^m}{s_1^m} = N_1; \quad (10 б)$$

$$n_1 \frac{\frac{c}{s_2^m}}{\frac{c}{s_1^m}} + n_2 = N_2;$$

$$n_1 \frac{s_1^m}{s_2^m} + n_2 = N_2. \quad (12 б)$$

Събираме почленно (10 б) и (12 б) за $n_1 \approx n_2 = n$:

$$2n + n \left(\frac{s_1^m}{s_2^m} + \frac{s_2^m}{s_1^m} \right) = N_1 + N_2;$$

$$2n + n \cdot \psi(x^*) = N_1 + N_2, \quad (14 б)$$

където

$$x^* > 0, \quad x^* = \frac{s_1^m}{s_2^m} \neq 1;$$

$$2n + n(2^+) = N_1 + N_2;$$

$$2n < \frac{N_1 + N_2}{2}. \quad (18 б)$$

2б. Дискретно циклично натоварване на три нива – n = 3:

Като приложим аналогичната последователност на преобразуване в 2а, ще получим:

$$3n + n[\psi(x^*) + \psi(y^*) + \psi(z^*)] = N_1 + N_2 + N_3, \quad (23б)$$

където

$$y^* > 0, \quad y^* = \frac{s_2^m}{s_3^m} \neq 1;$$

$$z^* > 0, \quad z^* = \frac{S_1^m}{S_3^m} \neq 1.$$

$$3n + n(2^+ + 2^+ + 2^+) = N_1 + N_2 + N_3;$$

- - - - -

$$3n < \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}. \quad (24 \text{ б})$$

3б. Дискретно циклично натоварване на четири нива – n = 4:

- - - - -
 - - - - -
 - - - - -
 - - - - -

4б. Дискретно циклично натоварване на пет нива – n = 5:

Аналогично ще получим:

- - - - -
 - - - - -
 - - - - -

$$5n < \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5}{5}. \quad (31 \text{ б})$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От получените тук зависимости (18 а),

(18 б), (24 а), (24 б), (31 а) и (31 б) можем да направим следните изводи:

- Демонстрирахме резултати за максимален брой 5 дискретни нива на цикличното натоварване, като е явно, че по индукция същите резултати могат да се “разтегнат” за произволен брой нива.

- Доказахме теоретично, че експлоатирането с разделени дискретни циклични натоварвания средно може да бъде по-изгодно от експлоатирането със съответното смесено натоварване. Говорим за изгодност по отношение на ресурсите, измервани с експлоатационни цикли. Или, ако се върнем към началото на настоящата работа, средно II резултативен вариант следва да бъде предпочетен пред I резултативен вариант (теоретично).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кузмов, Д. и др. Изчисляване и изпитване на умора в машиностроенето. С., Техника, 1979.
 [2] Лукинский, В.С. и др. Долговечность деталей шасси автомобиля. Под общ. ред. В.С. Лукинского. Л., Машиностроение, 1984.
 [3] Гребеник, В.М., В.К.Цапко. Надежность металлургического оборудования. Справочник, М., Металлургия, 1980.
 [4] Гольд, Б.В. и др. Прочность и долговечность автомобиля. Под ред. Б.В.Гольда. М., Машиностроение, 1974.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СРАВНИТЕЛНА ОЦЕНКА НА РЕСУРСИТЕ НА МАШИННИТЕ ДЕТАЙЛИ ПРИ ПЪЛНИ И РАЗДЕЛЕНИ СПЕКТРИ НА НАТОВАРВАНЕТО

ГЕОРГИ ГЕНАДИЕВ

ABSTRACT

The paper examines the possibility of dividing the one-dimensional spectra of machine details loading. Their life with full spectrum of loading is compared to the one with divided spectrum of loading. The possibility of gaining life with operation by divided and not-covering each other partial spectra has been analyzed.

Ключови думи: техническа експлоатация, надеждност, ресурс.

ВЪВЕДЕНИЕ

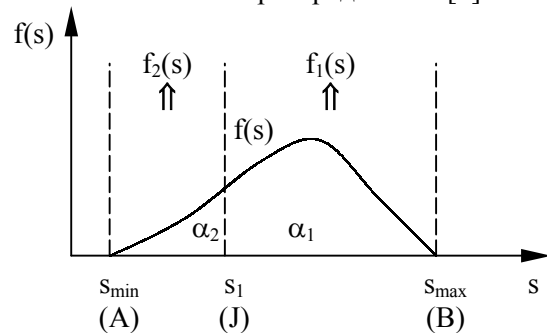
Тук ще спестим някои въвеждащи повторения, като привлечем вече направено въведение в настоящия сборник - в [1]. Целта остава същата: съпоставка на разгледаните варианти - по техническите ресурси на машинния детайл, подложен на циклично натоварване. Тук считаме, че натоварването е определено със спектъра на натоварване.

РЕСУРСИ ПРИ ЕДНОКРАТНО РАЗДЕЛЕНИ И ПРИ ПЪЛНИ СПЕКТРИ НА НАТОВАРВАНЕТО

Нека приемем, че експлоатирането на машината може да се раздели на експлоатиране с две отделни експлоатационни условия - 1 и 2. Нека приемем, че на тях съответстват два непрепокриващи се спектъра на натоварването на определен детайл - спектър 1 и спектър 2. Така детайлът би могъл да работи под пълния спектър на натоварването (I резултативен вариант) или под разделените спектри (II резултативен вариант). Пълният спектър и формалното му разделяне е показано на фиг.1.

Получените разделени спектри $f_1^{\text{спектър}}(s)$ и $f_2^{\text{спектър}}(s)$ са показани на фиг.2: отрязъците

$f_1(s)$ и $f_2(s)$ от фиг.1 са нормирани до спектри съответно с нормиращите константи $c_1^{\text{норм}}$ и $c_2^{\text{норм}}$, т.е. са преобразувани по такъв начин в плътности на разпределение [2].



Фиг. 1

Спектър на натоварването: $f(s)$ – изходният пълен спектър; $f_1(s)$ и $f_2(s)$ - частите от кривата $f(s)$, резултат от разделянето на спектъра; α_1 и α_2 - площите под съответната част : $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$;
 $\frac{1}{\alpha_1} = c_1^{\text{норм}}$, $\frac{1}{\alpha_2} = c_2^{\text{норм}}$.

Означенията на площите - α_1 и α_2 на фиг.1 съвпадат с вече приетите означения за частите на сумарния ресурс в [2] неслучайно. Тези площи изразяват вероятността за появата на съставните спектри в смесения (пълния) спектър на натоварването. Те напълно определят съответните части от сумарния ресурс $T^{\text{смес}}$, изразходвани от присъствието

на експлоатационните условия 1 и 2, респективно на спектрите 1 и 2.

Тогава (величините са пояснени в [2]):

$$T = T^{\text{смес}} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_A^B \frac{f(s)}{N(s)} ds \right]^{-1} = a_p [\omega_{\text{cp}} \cdot A_0]^{-1} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \left(\int_A^J \frac{f(s)}{N(s)} ds + \int_J^B \frac{f(s)}{N(s)} ds \right) \right]^{-1} = a_p [\omega_{\text{cp}} (A_2 + A_1)]^{-1}, \quad (1)$$

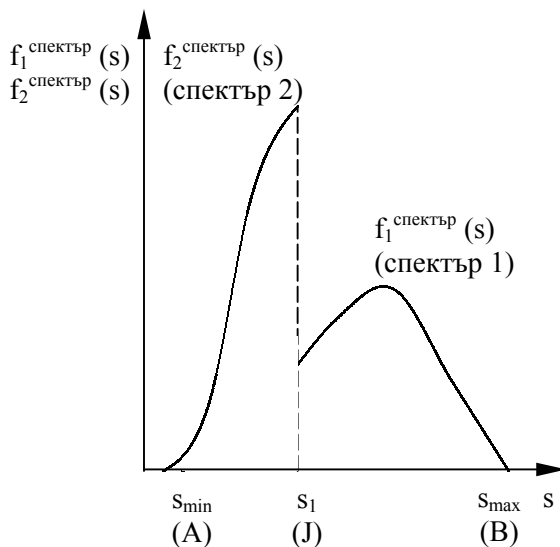
където:

$$A_0 = A_1 + A_2 = \int_A^B \frac{f(s)}{N(s)} ds, \quad (2)$$

$$A_1 = \int_J^B \frac{f(s)}{N(s)} ds = \int_J^B \frac{f_1(s)}{N(s)} ds, \quad (3)$$

$$A_2 = \int_A^J \frac{f(s)}{N(s)} ds = \int_A^J \frac{f_2(s)}{N(s)} ds; \quad (4)$$

$$A = s_{\min}, \quad B = s_{\max}, \quad J = s_1.$$



Фиг.2

Теоретично непрепокриващи се спектри на натоварването: $f_1^{\text{спектр}}(s) = c_1^{\text{норм}} f_1(s)$, $f_2^{\text{спектр}}(s) = c_2^{\text{норм}} f_2(s)$,

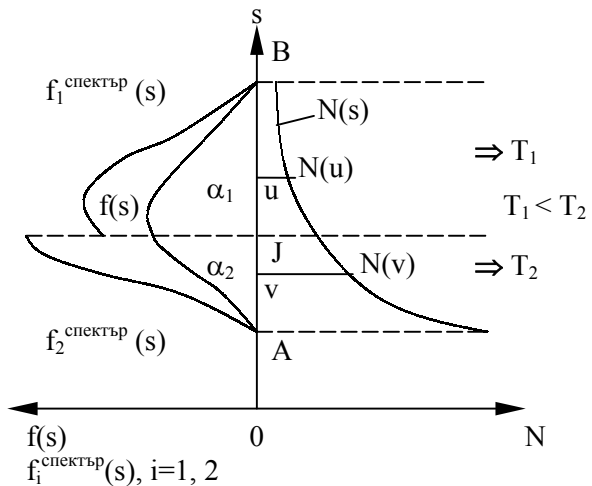
Под действието на спектъра $f_1^{\text{спектр}}(s)$ се формира ресурсът:

$$T_1 = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_J^B \frac{f_1^{\text{спектр}}(s)}{N(s)} ds \right]^{-1} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_J^B \frac{c_1^{\text{норм}} f_1(s)}{N(s)} ds \right]^{-1} = a_p [\omega_{\text{cp}} c_1^{\text{норм}} A_1]^{-1}, \quad (5)$$

с даденото означение, а под действието на спектъра $f_2^{\text{спектр}}(s)$ - ресурсът:

$$T_2 = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_A^J \frac{f_2^{\text{спектр}}(s)}{N(s)} ds \right]^{-1} = a_p \left[\omega_{\text{cp}} \int_A^J \frac{c_2^{\text{норм}} f_2(s)}{N(s)} ds \right]^{-1} = a_p [\omega_{\text{cp}} c_2^{\text{норм}} A_2]^{-1}, \quad (6)$$

с аналогичното означение.



Фиг.3

Формиране на ресурсите T_1 и T_2 : в прилагания вариант на хипотезата за натрупването на уморните повреди сме приели $A = s_{\min} = s_{-1}^{\text{дет}}$.

Схемата на получаването на ресурсите T_1 и T_2 е показана на фиг.3. В "горната" част се съчитават по-голямо натоварване и по-малка циклична якост, а в "долната" - по-малко натоварване и по-голяма циклична якост.

Следователно, от физически съображения очакваме:

$$T_1 < T_2. \quad (7)$$

Нека изследваме неравенството:

$$\frac{T_1 + T_2}{2} = T_{\text{cp}} > T \equiv T^{\text{смес}}. \quad (8)$$

Заместваме получените изрази за T_1 , T_2 и T от (5), (6) и (1) в (8):

$$\frac{1}{2} \left(\frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} c_1^{\text{норм}} A_1} + \frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} c_2^{\text{норм}} A_2} \right) > \frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} (A_1 + A_2)}, \quad (9)$$

откъдето

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{c_1^{\text{норм}} A_1} + \frac{1}{c_2^{\text{норм}} A_2} \right) > \frac{1}{A_1 + A_2}$$

или

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\alpha_1}{A_1} + \frac{\alpha_2}{A_2} \right) > \frac{1}{A_1 + A_2}. \quad (10)$$

Последователно да преобразуваме (10):

$$\begin{aligned} \frac{\alpha_1 A_2 + \alpha_2 A_1}{A_1 A_2} &> \frac{2}{A_1 + A_2}; \\ (\alpha_1 A_2 + \alpha_2 A_1)(A_1 + A_2) &> 2A_1 A_2; \\ \alpha_1 A_1 A_2 + \alpha_2 A_1^2 + \alpha_1 A_2^2 + \alpha_2 A_1 A_2 &> 2A_1 A_2; \\ \alpha_2 A_1^2 + \alpha_1 A_2^2 + (\alpha_1 + \alpha_2) A_1 A_2 &> 2A_1 A_2; \\ \alpha_2 A_1^2 + \alpha_1 A_2^2 - A_1 A_2 &> 0 \quad (\alpha_1 + \alpha_2 = 1). \end{aligned}$$

Да разделим двете страни на последното неравенство с $A_1 A_2 > 0$:

$$\alpha_2 \frac{A_1^2}{A_1 A_2} + \alpha_1 \frac{A_2^2}{A_1 A_2} - 1 > 0,$$

откъдето

$$\alpha_2 \frac{A_1}{A_2} + \alpha_1 \frac{1}{\frac{A_1}{A_2}} - 1 > 0 \quad (11)$$

или

$$\alpha_2 \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - \frac{A_1}{A_2} + \alpha_1 > 0. \quad (12)$$

Решенията на уравнението

$$\begin{aligned} \alpha_2 \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - \frac{A_1}{A_2} + \alpha_1 &= 0 \text{ са:} \\ \left(\frac{A_1}{A_2} \right)_{1,2} &= \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4\alpha_2 \alpha_1}}{2\alpha_2} = \\ &= \frac{1 \pm \sqrt{(1 - 2\alpha_1)^2}}{2(1 - \alpha_1)} = \frac{1 \pm (1 - 2\alpha_1)}{2(1 - \alpha_1)}, \end{aligned}$$

т.е.:

$$\left(\frac{A_1}{A_2} \right)_1 = 1, \quad \left(\frac{A_1}{A_2} \right)_2 = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}.$$

Следователно, неравенството (12) можем да сведем до вида :

$$\alpha_2 \left[\left(\frac{A_1}{A_2} - 1 \right) \left(\frac{A_1}{A_2} - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right) \right] > 0. \quad (13)$$

Възможните решения на (11) са:

$$\frac{A_1}{A_2} > 1, \quad \frac{A_1}{A_2} > \frac{\alpha_1}{\alpha_2}; \quad (14), (15)$$

$$\frac{A_1}{A_2} < 1, \quad \frac{A_1}{A_2} < \frac{\alpha_1}{\alpha_2}. \quad (16), (17)$$

От обобщената теорема за средното [3] следва, че в интервалите $[s_1=J, s_{\max}=B]$ и $[s_{\min}=A, s_1=J]$ съществуват съответно стойности u и v , (вж. фиг.3), такива, че :

$$\begin{aligned} A_1 &= \int_J^B \frac{f(s)}{N(s)} ds = \frac{1}{N(u)} \int_J^B f(s) ds = \frac{1}{N(u)} \cdot \alpha_1; \quad (18) \\ A_2 &= \int_A^J \frac{f(s)}{N(s)} ds = \frac{1}{N(v)} \int_A^J f(s) ds = \frac{1}{N(v)} \cdot \alpha_2. \quad (19) \end{aligned}$$

Тогава отношението $\frac{A_1}{A_2}$ в съответствие с (16) и (17) приема вида:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{\alpha_1}{N(u)}}{\frac{\alpha_2}{N(v)}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{N(v)}{N(u)}. \quad (20)$$

От фиг.3 се вижда, че поради характера на кривата $N(s)$, $N(v) > N(u)$, т.е.

$$\frac{N(v)}{N(u)} > 1. \quad (21)$$

От (20) и (21) тогава е явно, че:

$$\frac{A_1}{A_2} > \frac{\alpha_1}{\alpha_2}.$$

По такъв начин намерихме, че търсеното решение на неравенството (11) се свежда до (14), като отбелязваме, че неравенството (15) винаги се изпълнява.

От (4) и (5) следва, че:

$$A_1 = \frac{a_p}{\omega_{cp} c_1^{норм} \cdot T_1} = \frac{a_p \cdot \alpha_1}{\omega_{cp} \cdot T_1}; \quad (22)$$

$$A_2 = \frac{a_p}{\omega_{cp} c_2^{норм} \cdot T_2} = \frac{a_p \cdot \alpha_2}{\omega_{cp} \cdot T_2}. \quad (23)$$

В съответствие с (22) и (23) винаги изпълнимото неравенство (15) придобива вида:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{a_p \cdot \alpha_1}{\omega_{cp} \cdot T_1}}{\frac{a_p \cdot \alpha_2}{\omega_{cp} \cdot T_2}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} > \frac{\alpha_1}{\alpha_2}.$$

Таблица 1

Оценяване на ресурси на детайл при разделен спектър на натоварване и при пълно циклично натоварване:

	$\frac{A_1 : A_2^*}{\alpha_1 : \alpha_2}$								
	$\frac{357,50}{204,76}$	$\frac{74,42}{45,73}$	$\frac{21,71}{14,28}$	$\frac{7,71}{5,35}$	$\frac{1,37}{1,00}$	$\frac{0,27}{0,17}$	$\frac{0,10}{0,07}$	$\frac{0,03}{0,02}$	$\frac{0,008}{0,005}$
$T_1, \text{ km}$	6 032	5 995	5 909	5 754	5 224	4 529	4 185	3 864	3 584
$T_2, \text{ km}$	10 531	9 756	8 987	8 288	7 172	6 447	6 239	6 120	6 065
T_1/T_2	0,57	0,61	0,66	0,69	0,73	0,70	0,67	0,63	0,59
$T_{\text{cp}}, \text{ km}$	8 282	7 875	7 448	7 021	6 198	5 488	5 212	4 992	4 824
$T \equiv T^{\text{мес}}, \text{ km}$	6 044								

* Над чертата стои отношението на определените интеграли A_1 и A_2 (вж. (3) и (4)); под чертата - отношението на степента на присъствието на “десния” спектър - α_1 , към степента на присъствието на “левия” спектър - α_2 , в общия спектър на натоварването (вж. фиг. 1 и 2).

Или:

$$\frac{T_2}{T_1} > 1, \quad (24)$$

което потвърждава физически мотивирания извод (7).

Пак в съответствие с (22) и (23) полученото решение (14) придобива вида:

$$\frac{\frac{a_p \cdot \alpha_1}{\omega_{\text{cp}} \cdot T_1}}{\frac{a_p \cdot \alpha_2}{\omega_{\text{cp}} \cdot T_2}} > 1 \quad \text{или} \quad \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} > 1 \quad \text{т.е.:}$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} > \frac{T_1}{T_2}. \quad (25)$$

Нека сега припомним, че изпълнението на неравенството (25) означава изпълнение на изходното неравенство (8).

ЧИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА РЕСУРСИТЕ ПРИ РАЗДЕЛЕН И ПРИ ПЪЛЕН СПЕКТЪР НА НАТОВАРВАНЕТО

Резултатите от числения експеримент за изходните данни в [2] са представени в таблица 1. Те демонстрират получените тук теоретични резултати, по-конкретно - зависимостите (7) и (15) и за условието (8) - зависимостите (14) и (25).

РЕСУРСИ ПРИ МНОГОКРАТНО РАЗДЕЛЕНИ И ПРИ ПЪЛНИ СПЕКТРИ НА НАТОВАРВАНЕТО

Нека сега приемем, че експлоатирането на машината може да се раздели на експлоатиране с n експлоатационни условия. Нека отново приемем, че на тях съответстват

непрепокриващи се спектри на натоварването на интересувания ни детайл - съответно n броя спектри. Следователно, същият детайл би работел или под пълния спектър (което нарекохме I резултативен вариант) или под разделените спектри (II резултативен вариант).

Пълният спектър и частите от неговото разделяне са дадени на фиг.4 (горе): разделящите стойности са $s_1, s_2, \dots, s_{i-1}, s_i, s_{i+1}, \dots, s_{n-1}$; площите при разделянето - $\alpha_1, \dots, \alpha_{n-i}, \alpha_{n-i+1}, \dots, \alpha_n$, съгласно означението имат изяснен вече физичен смисъл.

Кривата на умора на детайла е дадена на фиг.4 (долу).

Най-отгоре на фиг.4 схематично са показани ресурсите $T_1, \dots, T_{n-i}, T_{n-i+1}, \dots, T_n$, продукт на разделянето на изходния спектър. От физически съображения за съчетаването на частичните спектри и съответните циклични якости, очакваме:

$$T_1 < \dots < T_{n-i} < T_{n-i+1} < \dots < T_n. \quad (26)$$

Тогава по аналогия с изразите в предния раздел:

$$T_1 = \frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} c_1^{\text{норм}} \cdot A_1}, \dots, \quad (27)$$

$$T_{n-i} = \frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} c_{n-i}^{\text{норм}} \cdot A_{n-i}}, \quad (28)$$

$$T_{n-i+1} = \frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} c_{n-i+1}^{\text{норм}} \cdot A_{n-i+1}}, \dots, \quad (29)$$

$$T_n = \frac{a_p}{\omega_{\text{cp}} c_n^{\text{норм}} \cdot A_n}, \quad (30)$$

където:

$$A_1 = \int_1^B \frac{f(s)}{N(s)} ds = \frac{1}{N(s_n^*)} \int_1^B f(s) ds = \frac{\alpha_1}{N(s_n^*)}, \dots, \quad (31)$$

$$A_{n-i} = \int_{A^*}^{B^*} \frac{f(s)}{N(s)} ds = \frac{1}{N(s_{i+1}^*)} \int_{A^*}^{B^*} f(s) ds = \frac{\alpha_{n-i}}{N(s_{i+1}^*)}, \quad (32)$$

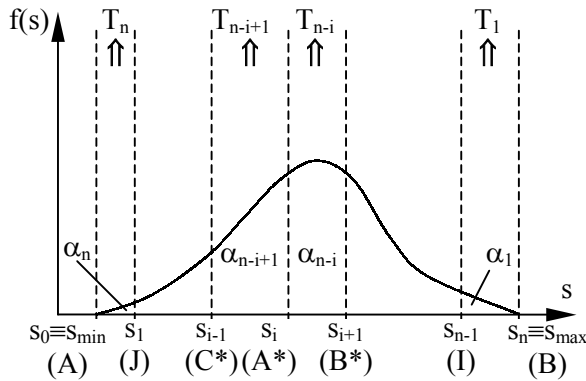
$$A_{n-i+1} = \int_{C^*}^{A^*} \frac{f(s)}{N(s)} ds = \frac{1}{N(s_i^*)} \int_{C^*}^{A^*} f(s) ds = \frac{\alpha_{n-i+1}}{N(s_i^*)}, \quad (33)$$

$$\dots, A_n = \int_A^J \frac{f(s)}{N(s)} ds = \frac{1}{N(s_1^*)} \int_A^J f(s) ds = \frac{\alpha_n}{N(s_1^*)}; \quad (34)$$

$$T_{n-i} = \frac{a_p}{\omega_{cp} c_{n-i}^{норм} \frac{\alpha_{n-i}}{N(s_{i+1}^*)}} = \frac{a_p}{\omega_{cp}} N(s_{i+1}^*), \quad (40)$$

$$T_{n-i+1} = \frac{a_p}{\omega_{cp} c_{n-i+1}^{норм} \frac{\alpha_{n-i+1}}{N(s_i^*)}} = \frac{a_p}{\omega_{cp}} N(s_i^*), \dots, \quad (41)$$

$$T_n = \frac{a_p}{\omega_{cp} c_n^{норм} \frac{\alpha_n}{N(s_1^*)}} = \frac{a_p}{\omega_{cp}} N(s_1^*); \quad (42)$$



$$I = s_{n-1}, A^* = s_i, B^* = s_{i+1}, C^* = s_{i-1}.$$

И още:

$$A_0 = A_1 + \dots + A_{n-i} + A_{n-i+1} + \dots + A_n; \quad (43)$$

$$A_0 = \frac{1}{N(s^*)}, \quad (44)$$

$$T = \frac{a_p}{\omega_{cp}} N(s^*), \quad (45)$$

където $s^* \in [s_{min}=A, s_{max}=B]$.

От (40), (41) и фиг. 4 следва, че:

$$\frac{T_{n-i}}{T_{n-i+1}} = \frac{N(s_{i+1}^*)}{N(s_i^*)} < 1, \quad (46)$$

т.е. от два “съседни” ресурса, ресурсът с по-малкия индекс е по-малкият ресурс. Така доказваме зависимостта (26).

Нека заложим условието:

$$\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n} = T_{cp} > T. \quad (47)$$

Или:

$$\frac{1}{n} \left(\frac{T_1}{T} + \frac{T_2}{T} + \dots + \frac{T_n}{T} \right) > 1. \quad (48)$$

Ако сега в (48) заместим получените изрази за ресурсите, то:

$$\frac{1}{n} \left[\frac{N(s_n^*)}{N(s^*)} + \dots + \frac{N(s_{i+1}^*)}{N(s^*)} + \frac{N(s_i^*)}{N(s^*)} + \dots + \frac{N(s_1^*)}{N(s^*)} \right] > 1. \quad (49)$$

Нека използваме “класическото” аналитично представяне на крива на умора - $s^m \cdot N = c = \text{const}$ или

$$N(s) = \frac{c}{s^m}, \quad (50)$$

за което:

Фиг. 4
Разделяне на спектъра на натоварване, крива на умора.

$$\alpha_1 = \int_1^B f(s) ds = \frac{1}{c_1^{норм}}, \dots, \quad (35)$$

$$\alpha_{n-i} = \int_{A^*}^{B^*} f(s) ds = \frac{1}{c_i^{норм}}, \quad (36)$$

$$\alpha_{n-i+1} = \int_{C^*}^{A^*} f(s) ds = \frac{1}{c_{n-i+1}^{норм}}, \dots, \quad (37)$$

$$\alpha_n = \int_A^J f(s) ds = \frac{1}{c_n^{норм}}; \quad (38)$$

$$T_1 = \frac{a_p}{\omega_{cp} c_1^{норм} \frac{\alpha_1}{N(s_n^*)}} = \frac{a_p}{\omega_{cp}} N(s_n^*), \dots, \quad (39)$$

$$\frac{1}{n} \left[\left(\frac{s^*}{s_n} \right)^m + \dots + \left(\frac{s^*}{s_{i+1}} \right)^m + \left(\frac{s^*}{s_i} \right)^m + \dots + \left(\frac{s^*}{s_1} \right)^m \right] > 1. \quad (51)$$

В съответствие с (44), (31), (32), (33) и (34) зависимостта (43) приема вида:

$$\frac{1}{N(s^*)} = \frac{\alpha_1}{N(s_n^*)} + \dots + \frac{\alpha_{n-i}}{N(s_{i+1}^*)} + \frac{\alpha_{n-i+1}}{N(s_i^*)} + \dots + \frac{\alpha_n}{N(s_1^*)}. \quad (52)$$

Нека двете страни на последния израз да умножим с $N(s_i^*)$:

$$\begin{aligned} \frac{N(s_i^*)}{N(s^*)} &= \alpha_1 \frac{N(s_i^*)}{N(s_n^*)} + \dots + \alpha_{n-i} \frac{N(s_i^*)}{N(s_{i+1}^*)} + \\ &+ \alpha_{n-i+1} \frac{N(s_i^*)}{N(s_i^*)} + \dots + \alpha_n \frac{N(s_i^*)}{N(s_1^*)}. \end{aligned} \quad (53)$$

От “поведението” на кривата на умора на фиг. 4 следва, че:

$$\frac{N(s_i^*)}{N(s^*)} = \alpha_1 \cdot 1^+ + \dots + \alpha_{n-i} \cdot 1^+ + \alpha_{n-i+1} \cdot 1^+ + \dots + \alpha_n \cdot 1, \quad (54)$$

където горният индекс “+” означава, че съответните отношения надхвърлят стойност 1.

Тогава:

$$\begin{aligned} \frac{N(s_i^*)}{N(s^*)} &> \alpha_1 \cdot 1 + \dots + \alpha_{n-i} \cdot 1 + \alpha_{n-i+1} \cdot 1 + \dots + \alpha_n \cdot 1 = \\ &= \alpha_1 + \dots + \alpha_{n-i} + \alpha_{n-i+1} + \dots + \alpha_n = 1. \end{aligned} \quad (55)$$

От (42), (45) и (55) следва, че:

$$\frac{T_n}{T} = \frac{N(s_i^*)}{N(s^*)} > 1, \quad (56)$$

т.е. най-големият ресурс, продукт на разделянето на спектъра, винаги е по-голям от ресурса при пълния спектър.

Ако приемем зависимостта (50), горното отношение ще изглежда така:

$$\frac{T_n}{T} = \frac{N(s_i^*)}{N(s^*)} = \frac{\frac{c}{s_i^{*m}}}{\frac{c}{s^{*m}}} = \frac{s^{*m}}{s_i^{*m}} > 1, \quad (57)$$

откъдето и

$$\frac{s^*}{s_i^*} > 1. \quad (58)$$

Стойността на s^* е фиксирана. В зависимост от броя и начина на разделяне на спектъра и при известна крива на умора се “появяват” стойностите $s_1^*, \dots, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*$. Колкото повече са частичните спектри, толкова повече стойности, начинаей от s_1^* , застават “отляво” на s^* (фиг.4). Това означава повече членове в малките скоби на (51) да бъдат по-големи от 1. За изпълнението на (51) е определяща стойността на m : $m=4 \div 12$ за конструкционни стомани [4]. Големите стойности на m (заедно с достатъчния брой на частичните спектри) осигуряват изпълнението на неравенството (51). Следователно, от физически съображения, свързани с характера на цикличната якост на детайлите, съществуват сигурни предпоставки за изпълнението на изходното неравенство (47). По такъв начин защитаваме предимството на II резултативен вариант, т.е. експлоатирането по разделени спектри на натоварването дава печалба на ресурс.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Генадиев, Г. Сравнителна оценка на ресурсите на машинните детайли при смесено и разделено дискретно натоварване. XI научна конференция с международно участие “ТЕМПТ 2001”. Сборник доклади. ВТУ “Т.Каблешков”, 2001.
- [2] Генадиев, Г. и др. Ресурси под смесено и диференцирано натоварване. XI научна конференция с международно участие “ТЕМПТ 2001”. Сборник доклади. ВТУ “Т.Каблешков”, 2001.
- [3] Бронштейн, И.Н., К.А.Семендяев. Справочник по математике. М., Наука, 1964.
- [4] Гребеник, В.М., В.К. Цапко. Надежность металлургического оборудования. Справочник. М., Металлургия, 1980.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЛАБОРАТОРНО УПРАЖНЕНИЕ НА ТЕМА “ИНСТРУМЕНТАЛНИ СТОМАНИ”, РАЗРАБОТЕНО ЧРЕЗ ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ

Татяна Борисова Авджиева¹

ВТУ “Т. КАБЛЕШКОВ”
София, ул. “Гео Милев” № 158,
avdjieva@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Компютърната система в този си вид представлява учебно средство, което може да се използва при обучението на студентите от машиностроителните специалности. Данните са въведени под формата на текст, графики, таблици и сканирани снимки на микроструктури. Програмната разработка е предназначена за реализация в учебни заведения.

КЛЮЧОВИ ДУМИ

Web site, компютърна система, лабораторно упражнение, инструментални стомани, термична обработка.

1. СЪЩНОСТ НА РАЗРАБОТКАТА

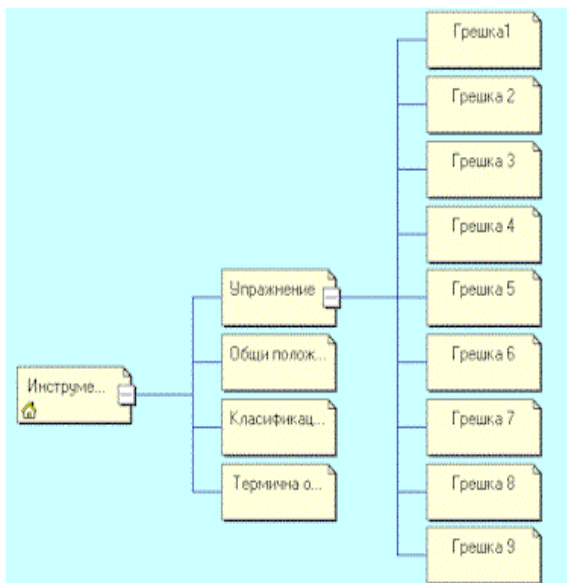
Компютърната система представлява Web site, включващ най-новите Web технологии, който може да се отваря на всеки компютър, снабден с Internet Browser, без да се налага влизането в Internet. Може да се инсталира на всяка локална мрежа (на ВУЗ, фирма, предприятие), може да се публикува без

проблеми в Internet. При наличен браузер – Internet Explorer или Netscape Navigation, браузерът възприема междулатформения HTML код, който се използва и го интерпретира така, че компютърът, на който се разглежда сайта, го визуализира.

На практика това е една навигационна система (фиг.1), която генерира навигационни ленти към дъщерни страници.

Навигационната структура на сайта на първо ниво е показана на фиг.1.

¹ Гл. ас. Т. Авджиева, ВТУ “Т. Каблешков”, ул. “Гео Милев” № 158, София, България



Фиг. 1. Структура на разработката

От началната страница, наречена “Инструментални стомани” директно могат да се отворят страниците:

1. “Упражнение”,
2. “Общи сведения”
3. “Класификация на инструменталните стомани”,
4. “Термична обработка”,

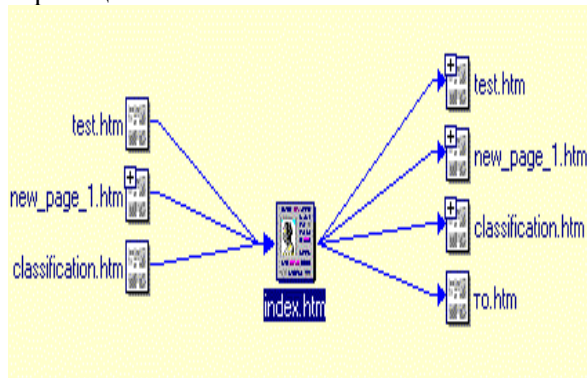
От “родителската” страница “Упражнение” чрез хипервръзки се отива в “дъщерни” страници “Грешка 1 до Грешка 9”.

Предимство на системата е, че от “родителската” и от всяка “дъщерна” страница чрез навигационните бутони “Начало” (връща в страницата “Начало” на сайта), “Нагоре” (изпраща в “родителската” страница), “Напред” (отваря следваща страница, която е разположена на същото навигационно ниво) и “Назад” (връща в предишната отворена страница или лежаща на същото навигационно ниво) може да се отива по всяко време във всяка една от страниците. По този начин може да се “сърфира” из цялата система по всяко време на отваряне на сайта. На фиг.2 могат да се видят хипервръзките от и към всяка страница в графична форма. Началната страница се изобразява като голяма икона в центъра на изгледа. Страниците, които имат връзка към избраната страница се изобразяват от лявата и страна, а страниците, към които има връзка от текущата страница – се изобразяват отдясно.

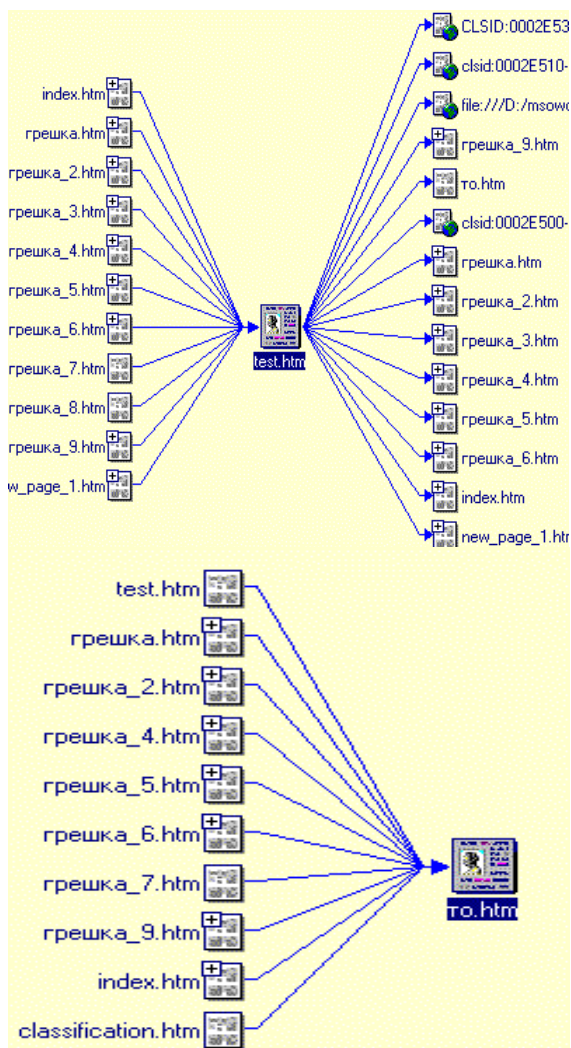
От началната страница (index.htm) може да се отиде във всяка “дъщерна” страница: “Упражнение” (test.htm), “Общи сведения” (introduction.htm), “Класификация”

(classification.htm) и “Термична обработка” (to.htm).

Страницата “Упражнение” има изход към всяка “дъщерна” страница, както и връзка от всяка “родителска” и “дъщерна” страница.



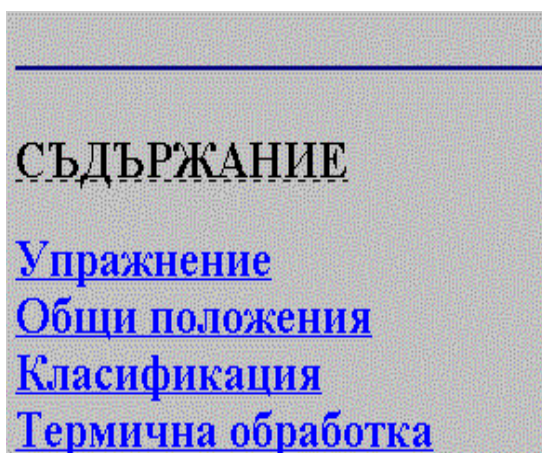
Фиг.2. Навигационна схема на “родителската” страница



Фиг.3. Навигационни схеми на “дъщерните” страници “Упражнение” (test.htm) и “Термична обработка” (to.htm)

2. НАЧИН НА РАБОТА

Работата със системата е лесна и не изисква обучение. Както се навигира във всеки достъпен Web site, така и в това упражнение, се прилагат същите похвати. При отваряне на сайта на екран излиза страницата “Инструментални стомани” (фиг.4). В долната част на страницата излиза съобщението “съдържание”. Ако позиционирате мишката върху едно от заглавията (например върху “Упражнение”) и щракнете с левия бутон на мишката, автоматично се отваря страницата “Упражнение”.



Фиг.4. Вид на част от началната страница

Всяко съобщение в син цвят означава, че има хипервръзка със съответна страница, фигура, таблица или други маркери. Позиционирайки мишката върху съответното съобщение, можете да отивате, където искате в сайта.

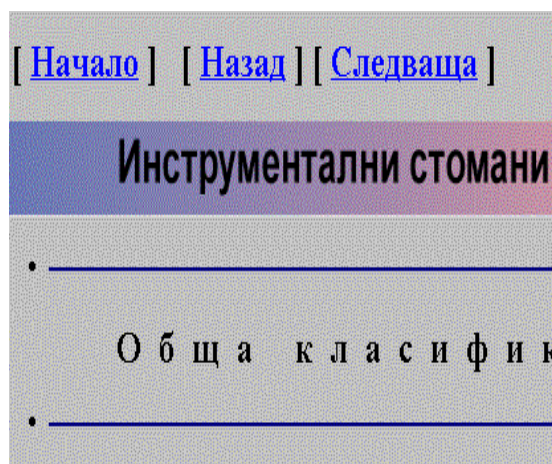
Във всяка страница се движите нагоре или надолу по страницата с клавишите “Page Up” и “Page Down” или щраквайки с мишката в дясното поле на страницата.

С помощта на навигационните бутони “Начало”, “Нагоре”, “Назад”, “Напред”, можете да навигирате из цялата система по всяко време, независимо къде се намирате в дадения момент (фиг.5). За да активирате една връзка от навигационен бутон, е необходимо да позиционирате мишката върху него и да щракнете. Автоматично отивате в съответната страница. Бутонът “Начало” ви води в началната страница на сайта; бутонът “Нагоре” – в “родителската” страница; бутонът “Назад” ви връща в предишната страница от същото ниво; бутонът

“Напред” ви води в следващата страница от същото ниво.

По преценка на преподавателя в зависимост от готовността на групата за провеждане на упражнението, първоначално може да се отиде в страници “Класификация”, където се описват видовете инструментални стомани, някои от свойствата и предназначението им, или да се отвори страница “ТО”, където да се прочете за видовете, режимите и начините на термично обработване.

Накрая, упражнението завършва с кратък тест, с който се цели самопроверка на знанията на обучаемите. Възможните отговори са “да” или “не”. При щракване върху клавиша, регистриращ правилния отговор, автоматично изпраща на похвалното “браво”. Ако е щракнато върху бутон, даващ грешен отговор, се отваря страница “грешка”, където се регистрира причината за грешен отговор и се дава насока, къде да се научи правилния отговор на поставения въпрос.



Фиг.5. Навигационни бутони

3. ИЗВОДИ

Тази разработка представлява един опит за обучение чрез компютърна система. Предимство е, че може да се инсталира в мрежата на учебното заведение или в Internet, като по този начин е достъпна за обучаемия в желано от него време. Поради разнородната си структура е интересна и предизвиква вниманието на студентите. Дава възможност в процеса на провеждане на упражнението, да се допълват знанията и едновременно с упражнението да се отбелязват грешките и пропуските в овладяването на материала.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Автоматично регулиране движението на влаковете

В лабораторията са монтирани действащи макети на системите и устройствата, които се използват в НК БДЖ за осигуряване на безопасността и регулярността на движението на влаковете в междугарията. Реализирана е системата Автоматична Локомотивна Сигнализация (JZG-703).

В лабораторията се правят научни изследвания и конструктивни разработки за адаптиране на Европейските системи към изискванията на Българската железопътна администрация.

Automated Train Traffic Regulation

There are installed models of systems and devices in action, which are used in the National Company of the Bulgarian State Railways to provide train traffic safety and regularity between stations. A system of Automatic Locomotive Signalling (JZG-703) has been realized.

Research and constructional projects for adapting the European systems to the requirements of the Bulgarian Railway Administration are carried out in the laboratory.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА РАЗЛИКАТА В ДИАМЕТРИТЕ НА КОЛЕЛАТА НА ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОН ВЪРХУ ДИНАМИЧНОТО МУ ПОВЕДЕНИЕ

Анастас Иванов Петър Павлов* Александър Диканаров**

Катедра “Механика”, ВТУ “Т. Каблешков”, София 1574, ул. “Гео Милев”
158, България, amehnika@yahoo.com

* Катедра “Техническа механика”, УАСГ, София 1424, бул. “Хр.
Смирненски” 1, България, pdr_mech_fhe@uacg.acad.bg

** НИТИЖТ - ЕООД, Техн. изпитвателен център - секция “Вагони”, София,
гара “Илиянци”, България

АНОТАЦИЯ

Статията е свързана с проблема за влиянието на разликата в диаметрите на колелата на пътнически вагон върху динамичното му поведение. Съставен е обобщен механо-математичен дискретен модел на пътнически вагон с двустепенно ресорно окачване. Изготвена е програма на синтаксиса на MatLab ver. 5.2 за компютърно изследване на малките пространствени трептения на возилото, с която се извършва анализът. Направени са необходимите изводи и препоръки.

Ключови думи: *Пространствени трептения, динамика на подвижния железопътен състав, компютърно симулиране*

1 Увод

Относно моделирането и изследването на динамиката на железопътни возила има създадени много научни трудове и публикации, например [1], [2] и др. Настоящата разработка е продължение на работата [3], където бяха моделирани пространствени трептения на спрял пътнически вагон с оглед оптимизация на ресорното окачване и главно демпферирането.

В настоящата статия се решават следните основни задачи:

- изграждане на обобщен динамичен модел на пътнически железопътен вагон с двустепенно ресорно окачване с оглед

извършване на оценка относно влиянието на разликата в диаметрите на колелата по отношение на динамичното му поведение.

- създаване на диалогова програма в средата на MATLAB.

2 Динамичен модел

Използуван е динамичният модел на пътнически вагон с двустепенно ресорно окачване, подробно описан в [3]. Той се състои от седем твърди тела: - кош на вагона, талиги и колооси. Кошът е приет с шест степени на свобода - три трансляции $x_1(t)$, $y_1(t)$, $z_1(t)$ и три ротации

x_1 , y_1 , z_1 на избраната отправна

Анастас Иванов, гл.ас., д-р инж., ВТУ “Т. Каблешков”, София 1574, ул. “Гео Милев” 158

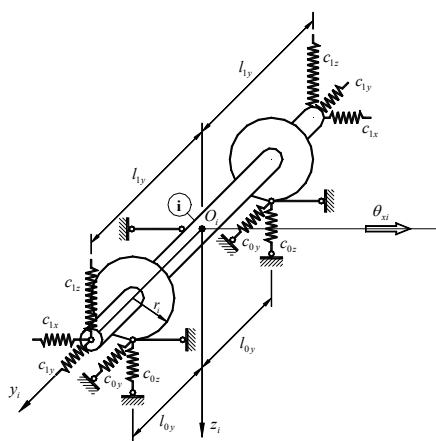
Петър Павлов, гл.ас. д-р инж., УАСГ, София 1424, бул. “Хр. Смирненски” 1

Александър Диканаров, н.с. I ст., НИТИЖТ - ЕООД, ТИЦ “Вагони”, София, гара “Илиянци”

координатна система $Ox_1y_1z_1$. Талигите също са приети с шест степени на свобода - $x_j(t), y_j(t), z_j(t), \theta_{x_j}(t), \theta_{y_j}(t), \theta_{z_j}(t), j=(2,3)$ за съответните оси. Колоосите се приемат с три степени на свобода - две трансляции $y_i(t), z_i(t)$ и една ротация $\theta_{x_i}(t), (i=4,5,6,7)$ - Фиг.1.

Различието в динамичния модел от [3] и настоящия е, че тук за всяка колоос е дадена възможност да се въведе конкретен радиус $r_i, i=(4,5,6,7)$.

Фиг. 1. Динамичен модел на колоосите



3. Диференциални уравнения

Векторът на обобщените координати, който дефинира положението на всички тела в пространството от така изградената механична системата има вида:

$$\bar{\mathbf{q}} = \langle \bar{\mathbf{q}}_1^T \quad \bar{\mathbf{q}}_2^T \quad \bar{\mathbf{q}}_3^T \quad \bar{\mathbf{q}}_4^T \quad \bar{\mathbf{q}}_5^T \quad \bar{\mathbf{q}}_6^T \quad \bar{\mathbf{q}}_7^T \rangle^T, \quad (1)$$

където

$$\bar{\mathbf{q}}_1 = \langle x_1 \quad y_1 \quad z_1 \quad \theta_{x_1} \quad \theta_{y_1} \quad \theta_{z_1} \rangle^T, \quad (2)$$

$$\bar{\mathbf{q}}_j = \langle x_j \quad y_j \quad z_j \quad \theta_{x_j} \quad \theta_{y_j} \quad \theta_{z_j} \rangle^T, \quad (3)$$

$$\bar{\mathbf{q}}_i = \langle y_i \quad z_i \quad \theta_{x_i} \rangle^T. \quad (4)$$

Системата диференциални уравнения, която описва малките свободни пространствени трептения на вагона има вида

$$\mathbf{M} \cdot \ddot{\bar{\mathbf{q}}} + \mathbf{B} \cdot \dot{\bar{\mathbf{q}}} + \mathbf{C} \cdot \bar{\mathbf{q}} = \mathbf{0}, \quad (5)$$

където $\mathbf{M}_{30 \times 30}$ е матрица на масите, $\mathbf{B}_{30 \times 30}$ е матрица на демпферирането и $\mathbf{C}_{30 \times 30}$ е матрица на еластичността.

Матрицата на масите $\mathbf{M}_{30 \times 30}$ е съставена по следния начин.

$$\mathbf{M} = \text{diag}[\mathbf{M}_1, \mathbf{M}_2, \mathbf{M}_2, \mathbf{M}_4, \mathbf{M}_4, \mathbf{M}_4, \mathbf{M}_4]_{30}, \quad (6)$$

$$\mathbf{M}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{M}_1^0 & \mathbf{S}_1^T \\ \mathbf{S}_1 & \mathbf{J}_1 \end{bmatrix}_{6 \times 6}, \quad (7)$$

$$\mathbf{M}_1^0 = \begin{bmatrix} m_{11} + m_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_{11} + m_{12} \\ 0 & 0 & m_{11} + m_{12} \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$\mathbf{S}_1 = m_{12} \cdot \begin{bmatrix} 0 & -e_z & e_y \\ e_z & 0 & -e_x \\ -e_z & e_x & 0 \end{bmatrix}, \quad (9)$$

$$\mathbf{J}_1 = \mathbf{J}_{11} + \mathbf{J}_{12}, \quad (10)$$

$$\mathbf{J}_{11} = \text{diag}[J_x^{(11)} \quad J_y^{(11)} \quad J_z^{(11)}]. \quad (11)$$

Матрицата на еластичността $\mathbf{C}_{30 \times 30}$ е структурирана по следния начин.

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{12} & C_{22} & 0 & C_{24} & C_{25} & 0 & 0 \\ C_{13} & 0 & C_{33} & 0 & 0 & C_{36} & C_{37} \\ 0 & C_{24} & 0 & C_{44} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & C_{25} & 0 & 0 & C_{55} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_{36} & 0 & 0 & C_{66} & 0 \\ 0 & 0 & C_{37} & 0 & 0 & 0 & C_{77} \end{bmatrix}_{30 \times 30}. \quad (12)$$

От симетрията важат следните равенства:

$$C_{22} = C_{33}, \quad C_{24} = C_{36}, \quad C_{25} = C_{37}. \quad (13)$$

Ненулевите елементи на отделните подматрици са подробно описани в [3]. В настоящата статия в членовете на матрицата на еластичността, свързани със съответните колооси се използват различни радиуси на колелата.

$$\begin{aligned}
 & [c_{ii}] \\
 & c_{kk} = 2.c_{1y} + 2.c_{0y}, \\
 & c_{k,k+1} = 2.r_i.c_{0y}, \\
 & c_{k+1,k+1} = 2.c_{1z} + 2.c_{0z}, \\
 & c_{k+2,k+2} = 2.c_{1z}.l_{1y}^2 + 2.c_{0z}.l_{0y}^2,
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

където

$$\begin{aligned}
 & (i = 4, k = 19), (i = 5, k = 22), \\
 & (i = 6, k = 25), (i = 7, k = 28).
 \end{aligned}$$

Матрицата на демпфирането $\mathbf{B}_{30 \times 30}$ има структурата на матрицата на еластичността $\mathbf{C}_{30 \times 30}$, тъй като се приема, че отделните тела са свързани помежду си с еластично-демпфиращи елементи в общи приложни точки.

4 Числено решение

За численото решаване на системата диференциални уравнения (5) е съставена програма в средата на MATLAB 5.2.

Решението е проведено в четири варианта в зависимост от радиусите на колелата на колоосите.. При първия е приет еднакъв радиус на всички колела - $r_i = 0,44$ [m], ($i = 4,5,6,7$). При втория вариант $r_1 = 0,44$, $r_2 = 0,4425$, $r_3 = 0,445$, $r_4 = 0,4425$ [m]. При третия - $r_1 = 0,44$, $r_2 = 0,445$, $r_3 = 0,45$, $r_4 = 0,445$ [m]. При четвъртия - $r_1 = 0,445$, $r_2 = 0,44$, $r_3 = 0,445$, $r_4 = 0,45$ [m]. Останалите параметри са както в [3]: $l_{0y} = 0,76$, $l_{1x} = 0,9$, $l_{1y} = 1,0$, $l_{1z} = 0,3$, $l_{2x} = 6,0$, $l_{2y} = 1,0$, $l_{2z} = 0,4$, $l_{2zp} = 0,5$, $e_x = e_y = e_z = 0$ [m]; $m_{11} = 3.10^4$, $m_{12} = 0$, $m_2 = 1,5.10^3$, $m_{11} = 3.10^4$ $m_{11} = 3.10^4$ [kg]; $J_{x1} = 1.10^5$, $J_{y1} = J_{z1} = 2.10^6$, $J_{x1p} = J_{y1p} = J_{z1p} = 0$, $J_{x1y1} = J_{x1z1} = J_{y1z1} = 0$, $J_{x2} = J_{y2} = J_{z2} = 1.10^3$, $J_{x4} = 700$ [kg.m²]; $c_{0y} = 2.10^7$, $c_{0z} = 1.10^7$, $c_{1x} = c_{1y} = 2.10^6$, $c_{1z} = 1.10^6$, $c_{2x} = c_{2y} = 4.10^6$, $c_{2z} = 2.10^6$ [N/m]; $b_{0y} = 6.10^5$, $b_{0z} = 3.10^5$, $b_{1x} = b_{1y} = 6.10^4$, $b_{1z} = 3.10^4$, $b_{2x} = b_{2y} = 1,2.10^5$, $b_{2z} = 6.10^4$ [N.s/m].

За възбуждане на малки свободни затихващи трептения на системата е зададено следното начално условие: $y_4(t=0)=0,01$ [m].

Анализът е проведен по два критерия. При първият се сравняват собствените честоти, пресметнати за четирите варианти. При вторият критерий се сравняват ускоренията на колоосите и коша за същите варианти.

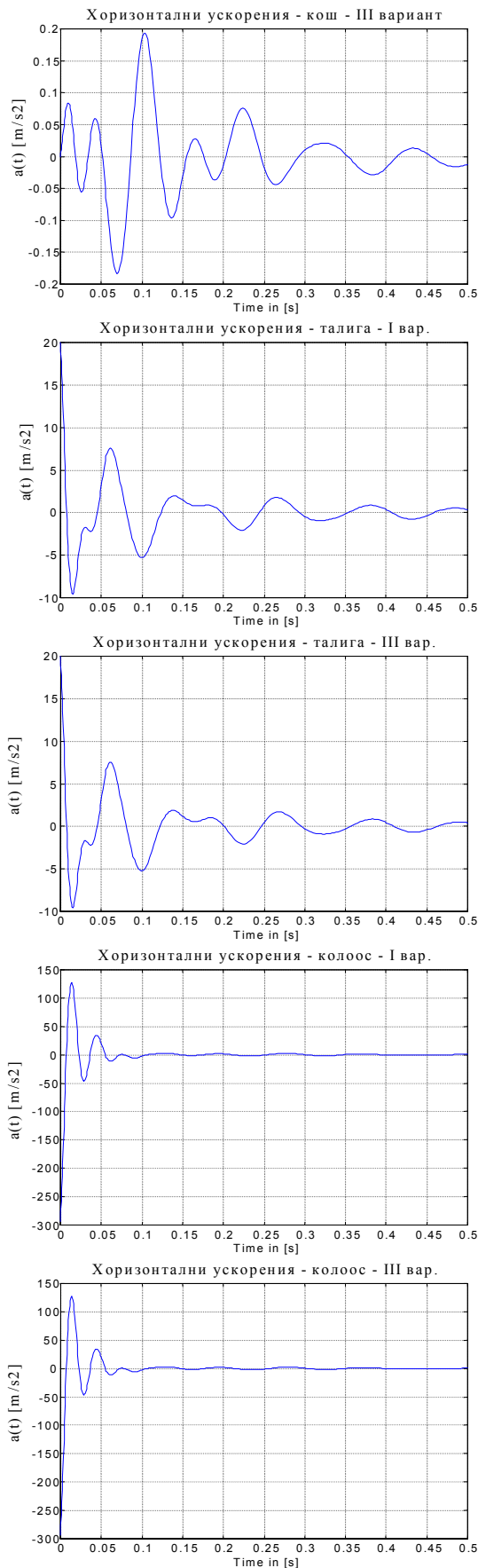
От сравнението на резултатите от численото решение между първи вариант (с еднакви радиуси) и другите варианти (с различни) се установява следното:

1/ различията в собствените кръгови честоти, свързани с обобщените координати на отделните тела, намаляват от колоосите към коша на вагона. Различията варират от 54% до 1%. (вж приложената таблица).

y_i	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Раз. %
y_1	2.061	2.064	2.076	2.076	1
y_2	0.936	0.936	1.221	1.221	30
y_3	0.715	0.958	0.957	0.957	34
y_4	0.712	0.777	0.762	0.774	9
y_5	0.582	0.624	0.565	0.565	7
y_6	0.151	0.082	0.117	0.082	46
y_7	0.111	0.051	0.051	0.051	54

2/ различията в получените закони на движение и ускорения за отделните обобщени координати са пренебрежимо малки. Това се вижда от Фиг.2-7, където са дадени ускоренията на коша, първата талига и първата колоос при първи и при трети вариант на диаметрите на колелата.





Фиг. 2-7. Хоризонтални ускорения на кош, първа талига и първа колоос

5. Извод

От специализираната техническа литература е известно, че оценката на ходовите качества на вагоните се прави чрез критерии, зависещи главно от ускоренията. И тъй като направеното изследване показва, че тези различия по всички обобщени координати са малки при различни диаметри на колелата, то може да се заключи, че ще бъдат удовлетворени необходимите изисквания към плавността на хода. Този извод се базира само на извършеното изследване на малките свободни затихващи трептения. Предстои и друго развитие на изследването. Влиянието на различните диаметри на колелата може да имат по-голямо значение върху лъкатушенето на талигите и вагона като цяло, както и върху сигурността на движението. Именно в тази насока предстои разработването на по-сложен механо-математичен модел.

6. Заключение

Съставените динамичен и математичен модел и изготвената програма за изследване на свободните трептения на вагона при различни диаметри на колелата в реалните допустими граници може да се ползва за анализ на динамичното поведение на такъв тип пътнически вагони. Програмата дава възможност на конструктора да установява изменението на различни механични характеристики (кинематични или динамични) при вариране на диаметрите на колелата.

Литература

- [1] Вершинский С.В., Данилов В.Н., Челноков И.И., Динамика вагона, Москва "Транспорт", 1978.
- [2] Караджов Т., Димитров Ж. Вагони, София, "Техника", 1988.
- [3] Иванов А., Павлов П. Моделиране динамиката на ж.п. вагони. Сп."Механика на машините", година IX, бр.35, кн.3, 2001, стр. 10-13.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**РАВНИННИ ТРЕПТЕНИЯ НА ДВУМАСОВАТА СИСТЕМА
МАШИНА-ФУНДАМЕНТ**

Ст. Б. Павлов¹, Ст. А. Гарабитов²

Технически университет, кат. ТММ
1756 София, България
E-mail: StefanG@vmei.acad.bg

Анотация: Изследвани са равнинни трептения на двумасова система с шест степени на свобода. С помощта на формулите на Виет, неравенствата на Ойлер и елементарните симетрични полиноми на Нютон са определени зоните на апериодична устойчивост. Това дава възможност да се направи оптимален динамичен синтез на физико-динамичните параметри - маси, коравини на еластичните елементи, коефициенти на дисипация. Разработката може да се използва при конструирани на реални системи, екологически чисти спрямо механични трептения.

Ключови думи: динамика, устойчивост, динамичен синтез.

I. Въведение:

Проблема за анализа на вибрационните явления, които съпътстват работата на машините и машинните агрегати, е твърде спорен[5,8,10,13]. Отчитането на всички ефекти и свойства на трептящата система води до много сложен механо-математичен модел, които не би могъл да се използва за решаване на инженерни задачи. Класическите критерии за устойчивост на трептенията[3,9,11,12] дават необозрими резултати с помощта на които не може да се извърши динамичен синтез т.е. определяне на оптималните стойности на физико-механичните параметри в зависимост от някакъв критерии.

Твърдите тела 1 и 2 имат маси m_1 и m_2 , като тялото 1 моделира машината, а тяло 2 - фундамента. Параметрите c_3, r_3 и c_4, r_4 симулират еласто-дисипативните свойства на връзките между машината и фундамента, а c_1, r_1 и c_2, r_2 - тези на почвата или на еласто-дисипативната подкрепа, върху която е монтиран фундамента. Неподвижните $O_i \xi_i \eta_i$ и $S_i x_i y_i$ координатни системи съвпадат с положението на статично равновесие[5]. Допуска се още, че подвижните координатни оси са главни инерционни оси на телата 1 и 2. Степените на свобода са шест: трансляциите ξ_i и η_i на масовите центри S_i и ротациите на телата в равнината на движението.

II. Ново предложение:

В разработката се предлага двумасов модел за изследване на равнинните трептения на системата машина (машинен агрегат) -

III. Уравнения за движение:

Уравненията за движение са изведени на базата на диференциалните уравнения на Лагранж от II род, в които се заместват

¹ Стефан Павлов, доц. д-р, Ту-София, кат ТММ

² Стефан Гарабитов гл.ас., д-р, Ту-София, кат ТММ

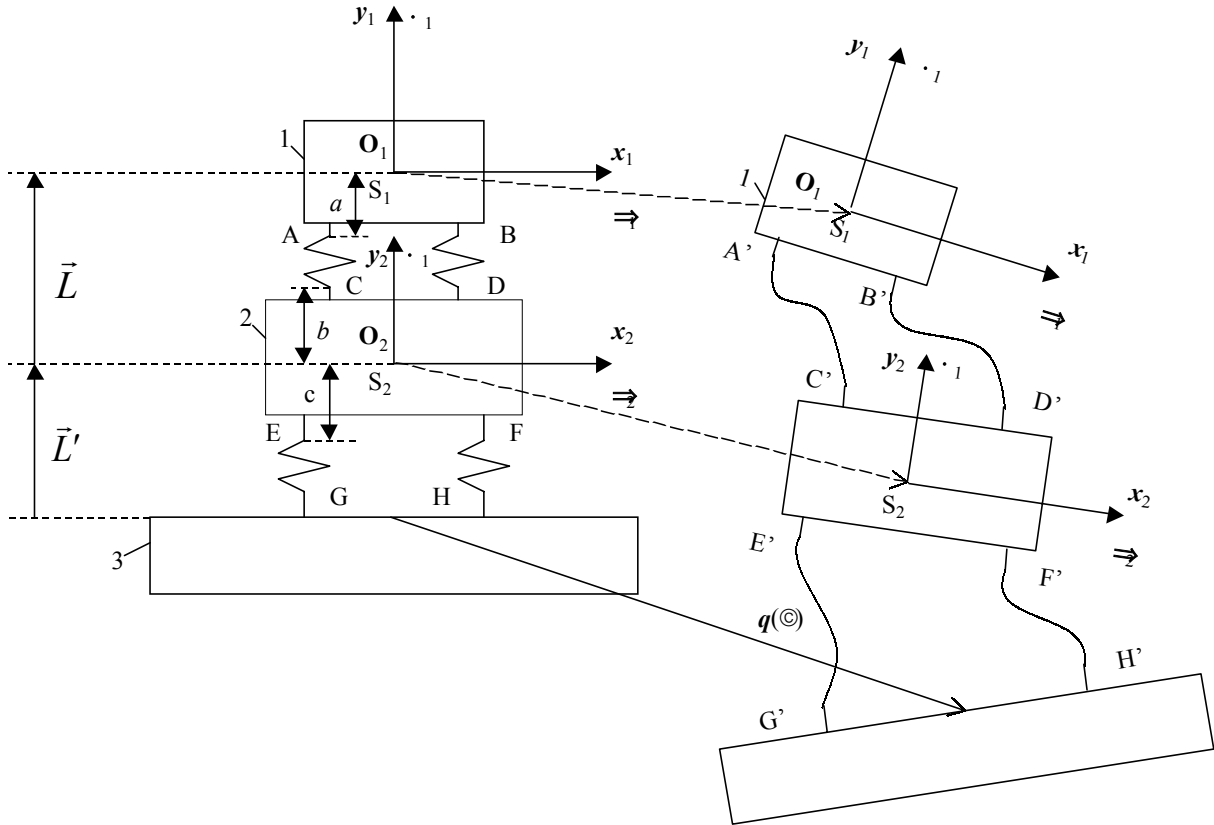
производните на кинетичната енергия, потенциалната енергия и на дисипативната функция на Релей:

$$T = \frac{1}{2} [m_1(\dot{\xi}_{S1}^2 + \dot{\eta}_{S1}^2) + I_1 \dot{\vartheta}_1^2 + m_2(\dot{\xi}_{S2}^2 + \dot{\eta}_{S2}^2) + I_2 \dot{\vartheta}_2^2]$$

$$\Pi = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 c_i u_i^2$$

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 b_i \dot{u}_i^2$$

където деформациите на еластичните елементи са намерени съгласно релациите(фиг.1).



Фиг.1. Изчислителна схема.

$$\delta \bar{L} = \begin{vmatrix} u_1 \\ u_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} q_\xi \\ q_\eta \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \xi_{S1} \\ \eta_{S1} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ a \end{vmatrix} (\alpha - e) \quad (1)$$

$$\delta \bar{L}' = \begin{vmatrix} u_3 \\ u_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \xi_{S1} \\ \eta_{S1} \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \xi_{S2} \\ \eta_{S2} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ a \end{vmatrix} (\beta - e) + \begin{vmatrix} 0 \\ -b \end{vmatrix} (\alpha - e)$$

В които α β са трансформационни матрици, а e е диагонална единична матрица. Те зависят от равенствата:

$$\xi_M = \xi_S + x_M \text{Cos}(\vartheta) - y_M \text{Sin}(\vartheta) \quad (2)$$

$$\eta_M = \eta_S + x_M \text{Sin}(\vartheta) + y_M \text{Cos}(\vartheta)$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \text{Cos}(\vartheta) & -\text{Sin}(\vartheta) \\ \text{Sin}(\vartheta) & \text{Cos}(\vartheta) \end{vmatrix} \begin{pmatrix} \Delta = \alpha, \vartheta = \vartheta_1 \\ \Delta = \beta, \vartheta = \vartheta_2 \end{pmatrix}$$

В окончателен вид се получава:

$$\begin{aligned} u_1 &= q_\xi(t) - \xi_{S1} - a \text{Sin}(\vartheta_1) \\ u_2 &= q_\eta(t) - \eta_{S1} - a(\text{Cos}(\vartheta_1) - 1) \\ u_3 &= \xi_{S1} - c \text{Sin}(\vartheta_2) + b \text{Sin}(\vartheta_1) \\ u_4 &= \eta_{S1} - \eta_{S2} + c(\text{Cos}(\vartheta_2) - 1) + \\ &\quad + b(1 - \text{Cos}(\vartheta_1)) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\dot{u}_1 = \dot{q}_\xi(t) - \dot{\xi}_{S1} - a \dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\vartheta_1)$$

$$\dot{u}_2 = \dot{q}_\eta(t) - \dot{\eta}_{S1} - a \dot{\vartheta}_1 \text{Sin}(\vartheta_1)$$

$$\dot{u}_3 = \dot{\xi}_{S1} - c \dot{\vartheta}_2 \text{Cos}(\vartheta_2) + b \dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\vartheta_1)$$

$$\dot{u}_4 = \dot{\eta}_{S1} - \dot{\eta}_{S2} + c \dot{\vartheta}_2 \text{Sin}(\vartheta_2) + b \dot{\vartheta}_1 \text{Sin}(\vartheta_1)$$

Производните на (3) спрямо времето дефинират Φ . Извършват се редица преобразувания, в резултат на които се добиват диференциални уравнения в безразмерен вид:

$$\begin{aligned}
 & \ddot{\xi}_{S1^*}(\tau) + m(\rho_{13}\dot{\xi}_{S1^*} + k_{13}\xi_{S1^*}) - m(\rho_3\dot{\xi}_{S2^*} + k_{13}\xi_{S2^*}) + \\
 & + m[\dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\vartheta_1)(a_*\rho_1 + b_*\rho_3) + \text{Sin}(\vartheta_1)(a_*k_1 + b_*k_3)] - \\
 & - m(\rho_3\dot{\vartheta}_2 \text{Cos}(\vartheta_2) + k_3 \text{Sin}(\vartheta_2)) = m[\rho_1\dot{q}_{\xi^*}(\tau) + k_1q_{\xi^*}(\tau)] + f_{\xi}(\tau) \\
 \\
 & \ddot{\eta}_{S1^*}(\tau) + m[\rho_{24}\dot{\eta}_{S1^*} + (k_2 + 1)\eta_{S1^*}] - m(\rho_4\dot{\eta}_{S2^*} + \eta_{S2^*}) + \\
 & + m[\dot{\vartheta}_1 \text{Sin}(\vartheta_1)(a_*\rho_2 + b_*\rho_4) + (1 - \text{Cos}(\vartheta_1))(a_*k_2 + b_*)] - \\
 & - m[\dot{\vartheta}_2 \text{Sin}(\vartheta_2)\rho_4 + (1 - \text{Cos}(\vartheta_1))] = m[\rho_2\dot{q}_{\eta^*}(\tau) + k_2q_{\eta^*}(\tau)] + f_{\eta}(\tau) \\
 \\
 & \ddot{\vartheta}_1(\tau) + m\text{Cos}(\vartheta_1)\{\dot{\xi}_{S1^*}(\rho_1a_{**} + \rho_3b_{**}) + \xi_{S1^*}(k_1a_{**} + k_3b_{**}) - b_{**}[\dot{\xi}_{S2^*}\rho_3 + \dot{\xi}_{S2^*}k_3]\} + \\
 & + [\dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\rho_1a_{**} + \rho_3b_{**}) + \text{Sin}(\vartheta_1)(k_1a_{**} + k_3b_{**})] - \\
 & - b_{**}[\dot{\vartheta}_2 \text{Cos}(\vartheta_2)\rho_3 + \text{Sin}(\vartheta_2)k_3] - a_{**}[\rho_1\dot{q}_{\xi^*}(\tau) + k_1q_{\xi^*}(\tau)] + \\
 & + m\text{Sin}(\vartheta_1)\{\dot{\eta}_{S1^*}(\rho_2a_{**} + \rho_4b_{**}) + \eta_{S1^*}(k_2a_{**} + b_{**}) - b_{**}[\dot{\eta}_{S2^*}\rho_4 + \eta_{S2^*}]\} + \\
 & + [\dot{\vartheta}_1 \text{Sin}(\vartheta_1)(\rho_2a_{**} + \rho_4b_{**}) + (1 - \text{Cos}(\vartheta_1))(k_2a_{**} + k_4b_{**})] - \\
 & - b_{**}[\dot{\vartheta}_2 \text{Sin}(\vartheta_2)\rho_2 + (1 - \text{Cos}(\vartheta_2))] - a_{**}[\rho_2\dot{q}_{\eta^*}(\tau) + k_2q_{\eta^*}(\tau)] = m_g(\tau) \\
 \\
 & \ddot{\xi}_{S2^*}(\tau) + \rho_3\dot{\xi}_{S2^*} + k_3\xi_{S2^*} - (\rho_3\dot{\xi}_{S1^*} + k_3\xi_{S1^*}) + [\dot{\vartheta}_2 \text{Cos}(\vartheta_2)\rho_3 + \text{Sin}(\vartheta_2)k_3] - \\
 & - b_*(\rho_3\dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\vartheta_1) + k_3 \text{Sin}(\vartheta_1)) = f_{\xi}(\tau) \\
 \\
 & \ddot{\eta}_{S2^*}(\tau) + \rho_4\dot{\eta}_{S2^*} + \dot{\eta}_{S2^*} - (\rho_4\dot{\eta}_{S1^*} + \eta_{S1^*}) + [\dot{\vartheta}_2\rho_4 \text{Sin}(\vartheta_2) + (1 - \text{Cos}(\vartheta_2))] - \\
 & - b_*[\rho_4\dot{\vartheta}_1 \text{Sin}(\vartheta_1) + (1 - \text{Cos}(\vartheta_2))] = f_{\eta}(\tau) \\
 \\
 & \ddot{\vartheta}_2(\tau) + \text{Cos}(\vartheta_1)\{[\rho_3(\dot{\xi}_{S2^*} - \dot{\xi}_{S1^*}) + k_3(\xi_{S2^*} - \xi_{S1^*})]\rho_{S2^{**}} + \\
 & + [\dot{\vartheta}_2 \text{Cos}(\vartheta_2)\rho_3 + \text{Sin}(\vartheta_2)k_3]\rho_{S2^{**}} - b_{***}[\dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\vartheta_1)\rho_3 + \text{Sin}(\vartheta_1)k_3]\} + \\
 & + \text{Sin}(\vartheta_2)\{\rho_4[(\dot{\eta}_{S2^*} - \dot{\eta}_{S1^*}) + (\eta_{S2^*} - \eta_{S1^*})]\rho_{S2^{**}} + [\dot{\vartheta}_1 \text{Cos}(\vartheta_1)\rho_4 + (1 - \text{Cos}(\vartheta_1))b_{***}]\} = 0
 \end{aligned}$$

(5)

КЪДЕТО:

$$\begin{aligned}
 \tau &= \Omega_2 t, \quad \Omega_2 = \sqrt{c_4/m_2}, \quad d/dt = \Omega_2 d/d\tau, & b_{**} &= b_*/\rho_{S1^*}, \quad \rho_{S2^{**}} = 1/\rho_{S2^*} \\
 d^2/dt^2 &= \Omega_2^2 d^2/d\tau^2, \quad \eta_{Si^*}(\tau) = \eta_{Si}(\tau)/c, & b_{***} &= b_*/\rho_{S2^*}, \quad f_{\xi}(\tau) = F_{\xi}(\tau)/(c_4 c) \\
 \xi_{Si^*}(\tau) &= \xi_{Si}(\tau)/c, \quad (i=1,2) & m_{g2}(\tau) &= M_{g2}(\tau)/(c_4 \rho_{S2^*}^2) \\
 \bar{q}_*(\tau) &= \bar{q}(\tau)/c, \quad a_* = a/c, \quad b_* = b/c, & \bar{q}_*(t) &= |\bar{q}_{\xi}(t) \bar{q}_{\eta}(t)|^{-1} \\
 \rho_* &= b_i/\sqrt{c_4 m_2}, \quad (i=1,2,3,4) & & \\
 m_* &= m_2/m_1, \quad \rho_{13} = \rho_1 + \rho_3, \quad \rho_{24} = \rho_2 + \rho_4, & & \\
 k_{13} &= k_1 + k_3, \quad \rho_{Si^*} = \rho_{S1^*}^2/c^2, \quad a_{**} = a_*/\rho_{S1^*}, & &
 \end{aligned}$$

При много инженерни задачи се използва линейният вид на (5), като се използва матрицата: $\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -\vartheta \\ \vartheta & 1 \end{vmatrix}$. Уравненията са дадени по долу.

$$\begin{aligned} & \ddot{\xi}_{S1^*}(\tau) + m(\rho_{13}\dot{\xi}_{S1^*} + k_{13}\xi_{S1^*}) - m(\rho_3\dot{\xi}_{S2^*} + k_{13}\xi_{S2^*}) + \\ & + m[\dot{\mathcal{G}}_1(a_*\rho_1 + b_*\rho_3) + \mathcal{G}_1(a_*k_1 + b_*k_3)] - m(\rho_3\dot{\mathcal{G}}_2 + k_3\mathcal{G}_2) = m[\rho_1\dot{q}_{\xi^*}(\tau) + k_1q_{\xi^*}(\tau)] \\ & \ddot{\eta}_{S1^*}(\tau) + m[\rho_{24}\dot{\eta}_{S1^*} + (k_2 + 1)\eta_{S1^*}] - m(\rho_4\dot{\eta}_{S2^*} + \eta_{S2^*}) = m[\rho_2\dot{q}_{\eta^*}(\tau) + k_2q_{\eta^*}(\tau)] \\ & \ddot{\mathcal{G}}_1(\tau) + m[\dot{\mathcal{G}}_1(\rho_1 a_* a_{**} + \rho_3 b_* b_{**}) + \mathcal{G}_1(k_1 a_* a_{**} + k_3 b_* b_{**})] + \\ & + m[(\rho_2 a_{**} + \rho_4 b_{**})\dot{\xi}_{S1^*} + (k_1 a_{**} + k_3 b_{**})\xi_{S1^*}] - \\ & - mb_{**}[(\rho_3\dot{\xi}_{S2^*} + k_3\xi_{S2^*}) + (\rho_3\dot{\mathcal{G}}_2 + k_3\mathcal{G}_2)] = ma_*[\rho_1\dot{q}_{\xi^*}(\tau) + k_1q_{\xi^*}(\tau)] \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \ddot{\xi}_{S2^*}(\tau) + \rho_3(\dot{\xi}_{S2^*} - \dot{\xi}_{S1^*}) + k_3(\xi_{S2^*} - \xi_{S1^*}) - b[\rho_3\dot{\mathcal{G}}_1 + k_3\mathcal{G}_1] + (\rho_3\dot{\mathcal{G}}_2 + k_3\mathcal{G}_2) = f_{\xi}(\tau) \\ & \ddot{\eta}_{S2^*}(\tau) + \rho_4(\dot{\eta}_{S2^*} - \eta_{S1^*}) + (\eta_{S2^*} - \eta_{S1^*}) = f_{\eta}(\tau) \\ & \ddot{\mathcal{G}}_{S2^*}(\tau) + \rho_{2**}(\rho_3\dot{\mathcal{G}}_2 + k_3\mathcal{G}_2) + \rho_{2**}[\rho_3(\dot{\xi}_{S2^*} - \dot{\xi}_{S1^*}) + k_3(\xi_{S2^*} - \xi_{S1^*})] - \\ & - b_{***}(\rho_3\dot{\mathcal{G}}_1 + k_3\mathcal{G}_1) = m_{g_2}(\tau) \end{aligned}$$

Има случаи когато се отчитат само краен брой нелинейни членове. Тогава трансформационната матрица може да се представи в квази-линеен вид:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 - \mathcal{G}^2/2 + \mathcal{G}^4/24 & -\mathcal{G} + \mathcal{G}^3/6 - \mathcal{G}^5/120 \\ \mathcal{G} - \mathcal{G}^2/2 + \mathcal{G}^4/24 & 1 - \mathcal{G}^2/2 + \mathcal{G}^4/24 \end{vmatrix} \quad (\Delta = \alpha, \mathcal{G} = \mathcal{G}_1; \Delta = \beta, \mathcal{G} = \mathcal{G}_2) \quad (7)$$

С негна помощ се получава третия вид уравнения, а именно квази-линейната форма на уравненията за движение:

III. Заключение.

Както бе споменато по горе, класическите критерии за устойчивост [3,9,11,12] не могат да се използват сполучливо, тъй като за уравнения от вида (5) и (6) същите дават много сложни зависимости, които се обработват трудно. Тук са комбинирани три познати неща: 1) елементарните симетрични полиноми на Нютон, 2) формулите на Виет, 3) неравенствата на Ойлер, свързващи три съседни коефициента на характеристичния полином. Последният е получен от невъзбудената форма на уравнения (6).

Динамичния синтез е извършен като се изходи от условията за апериодичност на трептенията, т.е. отрицателни реални корени на характеристичния полином.

Физико-механичните параметри (маси, масови инерционни моменти, коравини, коефициенти на дисипация.) се определят като корени на нелинейна система алгебрични уравнения решима с компютър.

V. Литература.

1. Metrovitch, L., Elements of Vibration Analysis. Mc Graw -Hill Int. Editions, M.E.S., 1986.
2. Metrovitch, L., Computational Methods in Structural Dynamics. Sijthoff&Noorthoff Int. Publishers, 1980.
3. Chetaev, N., G., The Stability of Motion, Pergamon Press, N.Y., 1961.
4. Магнус, К., Колебания. М. Мир.1982.
5. Коловский, М., Нелинейная теория виброзащитных систем. "Наука", М., 1960.
6. Мигулин, В., Основы теории колебания. М. Наука, 1988.
7. Фурунжиев. Р., Проектирование оптимальных виброзащитных систем. Минск, Вишняя школа, 1971.
8. Хейл, Дж., Колебания в нелинейных систем., М. Мир, 1966.
9. Зубов, В., Устойчивость движения, М., Высшая школа, 1984.
10. Бабицкий, В., Теория виброударных систем. М., Наука, 1987.
11. Меркин, Д., Въведение в теории устойчивости движения. М., Наука, 1971.



ОТНОСНО СИЛАТА НА ТРИЕНЕ В БУТАЛНИЯ ПРЪСТЕН ВЪВ ФУНКЦИЯ ОТ ОБОРОТИТЕ НА ДВИГАТЕЛЯ

Люба Балканска

Мариан Мутафчиев

ВТУ "Т.Каблешков", София, ул. "Г. Милев" 158, България

АНОТАЦИЯ

В настоящата статия е направен опит да се създаде математически модел за пресмятане на силата на триене в буталния пръстен при двигателите с вътрешно горене във функция от оборотите на двигателя. Посредством мощностната характеристика е направена съпоставка с експерименталните данни.

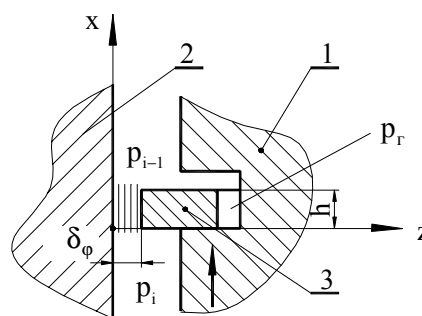
Ключови думи: сили на триене, квазистационарно течение, смазочен слой.

Раздел "Транспортна техника и енергийни съоръжения"

Буталните пръстени на двигателите с вътрешно горене са едни от най-напрегнатите детайли в тази система. Високите натоварвания, а също и недостатъчното смазване способстват за възникване на големи сили на триене. Експериментите показват, че около 70% от общите загуби на триене се дължат на триенето в буталните пръстени, като най-голяма част се пада на първия бутален пръстен. Особено интересно е да се проследи връзката между силата на триене и оборотите на двигателя.

Експериментите [1,2] показват, че при движението си буталният пръстен формира маслен слой с дебелина около 20-30мк, което дава основание да се предполага хидродинамичен режим на смазване. Съгласно редица разработки [1,2,3] задачата за изследване на движението на флуида в масления слой се свежда до изследване на плоско ламинарно течение с неизотермичен характер.

Съгласно уравненията на Навие - Стокс и уравнението за непрекъснатост, за двумерно и



Фиг.1.Схема на пръстена с непрофилирана работна повърхност

1 - бутало; 2 - цилиндър; 3 - пръстен.

квазистационарно течение (при пренебрегване на конвективните сили като малки в сравнение със силите на триене) системата уравнения за движение на смазочния слой в хлабината между буталния пръстен и цилиндъра (фиг.1) може да се сведе до

$$\begin{cases} \nu \left(\frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial z^2} \right) = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}; \\ \frac{\partial^2 V_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2} = 0; \\ \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

с гранични условия

$$\begin{cases} V_x(0, z) = 0; V_x(\infty, z) - \text{огр.}; p(0) = p_i; \\ V_x(x, 0) = 0; V_x(x, \delta_\phi) = V_6; p(h) = p_{i-1}; \\ V_z(x, 0) = 0; V_z(x, \delta_\phi) = V_n; \\ V_z(0, z) = 0; V_z(\infty, z) - \text{огр.}; \end{cases} \quad (2)$$

където: p_i - налягането под пръстена; p_{i-1} - налягането над пръстена; V_6 - скоростта на буталото; V_n - скоростта на пръстена; δ_ϕ - дебелината на масления слой; V_x и V_z - скоростта на движение по x и z съгласно приетата координатна сиситема (фиг.1).

Получават се 5 неизвестни: $V_x, V_z, p, \delta_\phi, V_n$. За затваряне на сиситемата са необходими още две уравнения. Разглежда се движението на буталния пръстен като движение на механична система под действие на съвокупността от действащите сили

$$F_{\text{ин}} = m_n \frac{dV_n}{dt} = F^r + F^k + F^e, \quad (3)$$

където: F^r - резултантната от действието на газовите сили пред и зад пръстена

$$F^r = [p(x)_m - p_r] \pi dh, \quad (4)$$

където: $p(x)_m$ - осредненото налягане в масления слой; p_r - налягането на газовете зад пръстена;

F^k - силата на триене в канавката;

F^e - еластичната сила;

Петото уравнение се получава като се представи скоростта на пръстена като промяна на дебелината на граничния слой за единица време

$$V_n = \frac{d\delta_\phi}{dt}. \quad (5)$$

За да се определят функциите V_x и V_z се използва изходната система (1) като се пренебрегват членовете $\frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2}$ и $\frac{\partial^2 V_z}{\partial x^2}$ като

такива от малък порядък

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 V_x}{\partial z^2} = \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x}; \\ \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Интегритайки двукратно второто уравнение при съответните гранични условия:

$$\text{при } z=0 \rightarrow V_z=0 \text{ и при } z=\delta_\phi \rightarrow V_z=V_n$$

се получава

$$V_z = \frac{V_n}{\delta_\phi} z. \quad (7)$$

Като се реши първото уравнение по отношение на V_x при гранични условия

$$\text{при } z=0 \rightarrow V_x=0 \text{ и при } z=\delta_\phi \rightarrow V_x=V_6$$

следва

$$V_x = \frac{V_6}{\delta_\phi} z - \frac{1}{2\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \delta_\phi z \left(1 - \frac{z}{\delta_\phi} \right). \quad (8)$$

Приема се полиномно разпределение на налягането като се ограничава до първите три члена

$$p(x) = p_0 + p_1 x + p_2 x^2. \quad (9)$$

Определят се коефициентите p_0, p_1 и p_2 .

При $x=0 \rightarrow p(x) = p_i$ съгласно ориентацията на координатната система (фиг.1) или

$$p_0 = p_i. \quad (10)$$

При $x=h \rightarrow p(x) = p_{i-1}$ или

$$p_{i-1} = p_i + p_1 h + p_2 h^2. \quad (11)$$

За да се определят коефициентите p_1 и p_2 се използва уравнението за непрекъснатост

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0. \quad (12)$$

Осреднява се V_x от уравнение (8) по δ_ϕ и се получава

$$V_{x_m} = \frac{V_6}{2} - \frac{1}{12\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \delta_\phi^2. \quad (13)$$

Като се замести $\frac{\partial p}{\partial x}$ от уравнение (9) следва

$$V_{x_m} = \frac{V_6}{2} - \frac{1}{12\mu} (p_1 + 2p_2 x) \delta_\phi^2, \quad (14)$$

откъдето

$$\frac{\partial V_{x_m}}{\partial x} = -\frac{1}{6\mu} \delta_\phi^2 p_2. \quad (15)$$

От уравнение (7) се получава

$$\frac{\partial V_z}{\partial z} = \frac{V_n}{\delta_\phi} \quad (16)$$

Заместват се уравнения (15) и (16) в уравнението за непрекъснатост и за p_2 следва

$$p_2 = \frac{6\mu V_n}{\delta_\phi^3} \quad (17)$$

Като се замести получената зависимост в уравнение (11) се намира зависимостта за p_1

$$p_1 = \frac{p_{i-1} - p_i}{h} - \frac{6\mu V_n h}{\delta_\phi^3} \quad (18)$$

Или окончателно за $p(x)$ при полиномно разпределение се получава

$$p(x) = p_i + \left(\frac{p_{i-1} - p_i}{h} - \frac{6\mu V_n h}{\delta_\phi^3} \right) x + \frac{6\mu V_n}{\delta_\phi^3} x^2 \quad (19)$$

Намира се

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{p_{i-1} - p_i}{h} - \frac{6\mu V_n}{\delta_\phi^3} (h - 2x) \quad (20)$$

Осреднява се полученият градиент на налягането по h и се замества в уравнение (8)

$$V_x = \frac{V_0}{\delta_\phi} z - \frac{\delta_\phi}{2\mu} \frac{\Delta p_i}{h} z + \frac{\Delta p_i}{2\mu h} z^2 \quad (21)$$

Ако се приложи законът на Нютон за силата на триене се получава

$$F^{TP} = -\mu \left(\frac{\partial V_x}{\partial z} \right)_{z=0} \pi dh = - \left(\frac{V_0}{\delta_\phi} - \frac{\delta_\phi}{2\mu h} \Delta p_i \right) \mu \pi dh \quad (22)$$

където

$$\Delta p_i = p_{i-1} - [p(x)]_m \quad (23)$$

$$[p(x)]_m = \frac{p_{i-1} - p_i}{2} - \frac{\mu V_n h^2}{\delta_\phi^3} \quad (24)$$

Като се вземат предвид уравнения (23) и (24) за силата на триене следва

$$F^{TP} = - \left[\frac{V_0}{\delta_\phi} - \frac{\delta_\phi (p_{i-1} - p_i)}{4\mu h} - \frac{V_n h}{2\delta_\phi^2} \right] \mu \pi dh \quad (25)$$

За да се реши, обаче, полученото уравнение е необходимо да се познават зависимостите за V_n и δ_ϕ . За целта се използват уравнения (3) и (5). Съгласно последното

$$\frac{d^2 \delta_\phi}{dt^2} = \frac{dV_n}{dt} = \omega \frac{dV_n}{d\phi} \quad (26)$$

откъдето

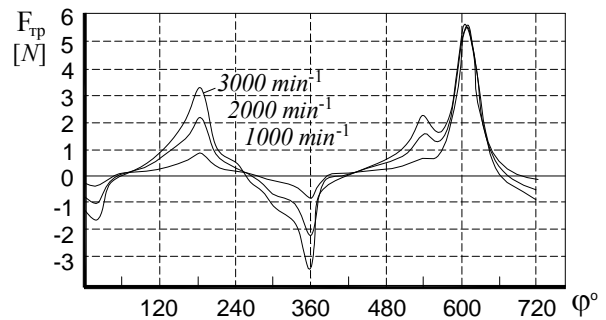
$$\frac{d\delta_\phi}{d\phi} = \frac{V_n}{\omega} \quad (27)$$

Ако се пренебрегнат силата от триене в канавката и еластичната сила, съгласно уравнение (3) се получава

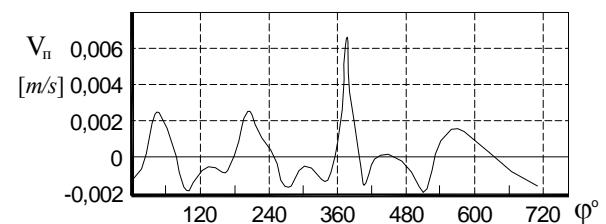
$$\frac{dV_n}{d\phi} = \frac{\pi dh}{m_n \omega} \left(\frac{p_{i-1} + p_i}{2} - p_r - \frac{\mu V_n h^2}{\delta_\phi^3} \right) \quad (28)$$

където p_r е налягането на газовете зад пръстена. Когато буталото се движи нагоре $p_r = p_{i-1}$, а когато се движи надолу - $p_r = p(x)_m$.

Решават се съвместно уравнения (25), (27) и (28). Резултатите са показани на фиг.2, 3, и 4. На фиг.5 е направена съпоставка между мощностната характеристика, изчислена на базата на теоретичното определяне на силата на триене и съответната опитна характеристика.

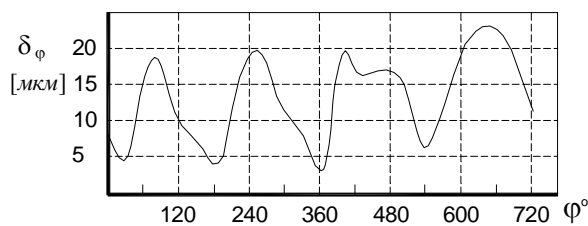


Фиг.2. Изменение на силата на триене във функция от ъгъла на завъртане на коляновия вал при различни честоти на въртене.

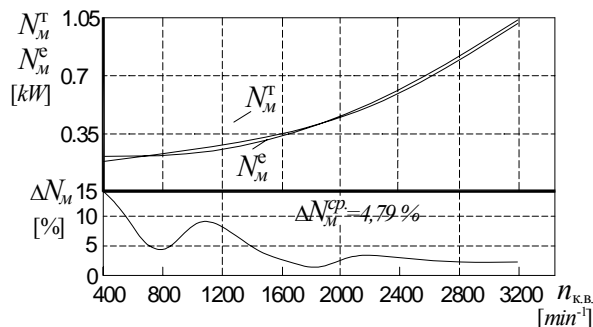


Фиг.3. Изменение на радиалната скорост на пръстена във функция от ъгъла на завъртане на коляновия вал.

Експерименталната зависимост е получена чрез изпитване на двигател D3900 с електрическа постояннотокова спирачка, като коляновият вал на двигателя се развърта принудително от спирачката, която преминава в двигателен режим. Демонтирани са три бутални групи заедно с мотовилките и мотовилковите лагери. Демонтирани са също основните лагери с изключение на първите два, както и зъбното



Фиг.4. Изменение на дебелината на масления слой във функция от ъгъла на завъртане на колянвия вал.



Фиг.5. Сравнение между теоретичната и експериментална криви, изразяващи мощността на механичните загуби във функция от честотата на въртене на колянвия вал - горе , а долу - процентната разлика между двете.

колело, задвижващо ангренажния механизъм. По такъв начин се изключва задвижването на газо-

разпределителния механизъм. Изключено е също задвижването на всички агрегати: ел. генератор, циркуляционна помпа, горивонагнетателна помпа и горивоподкачваща помпа. На единственото монтирано бутало е поставен само първия компресионен бутален пръстен. Липсва горивен процес.

На базата на полученото могат да се направят следните изводи:

- получен е инженерен израз за определяне на силата на триене в първия бутален пръстен във функция от оборотите; получено е изменението на дебелината на масления слой във функция от ъгъла на завъртане на колянвия вал, както и изменението на радиалната скорост на пръстена.
- съпоставката с експерименталните данни показва, че средното отклонение е не повече от 4,79 % .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Петриченко Р.М., Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС, Л.:Машиностроение, 1990г.
- [2]. Энглиш К., Поршневые кольца, М., Машгиз, 1968г.
- [3]. Гинсбург Б.Я. Теория поршневого кольца, М., Машиностроение, 1979г.
- [4]. Рык Г.М., Рогов Ф.М., Моделирование условия смазки поршня, Сб. "Двигатели внутреннего сгорания", 1976г., вып.23.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ВИБРОЗАЩИТНА СИСТЕМА

СИМЕОН ПАНЕВ–ХТМУ-София, “Приложна механика”, тел.779169, e-mail pan@uctm.edu
ИЛИЯН ЛЕСЕВ – ХТМУ-София, “Приложна механика”, тел.554950, e-mail les@uctm.edu
ДИМИТЪР КИСЕЛКОВ - ИМТМ, БАН , София, тел.772046

АНОТАЦИЯ

Много технически задачи се свеждат до линейния модел: основна система –демпфер под действие на смущаваща сила. Динамичният гасител на колебанията представлява допълнителен товар m_2 , съединен с основната маса чрез пружина с коравина c_2 и демпфер с коефициент на вязко триене β_2 . Цел на пресмятането се явява избора на **оптимални** (по отношение на зададен критерий) **параметри** на гасителя (m_2, β_2, c_2), предназначен за защита на фундамента от **вибрационно действие**. Постигането на тази цел става чрез решаването една **минимаксна задача**.

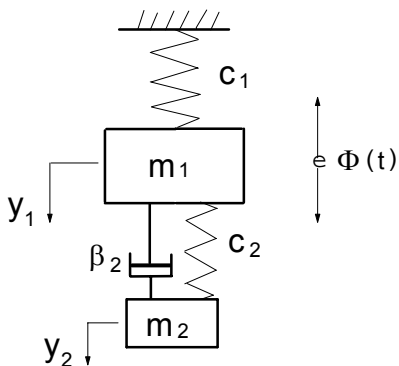
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Борбата с шума и вибрациите изисква прилагането на нови ефективни методи, ориентирани към използване на компютърна обработка на данните. Специалистите от различен профил трябва да бъдат запознавани с основните методи на виброзащита и постигането ѝ в съответните области [1].

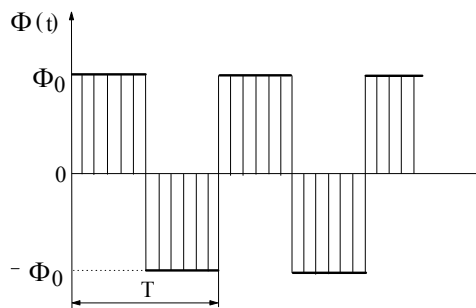
Много технически задачи се свеждат до линейния модел: основна система –демпфер (фиг.1). Нека основната система се състои от маса закачена за фундамента чрез пружина с

коравина c_1 . На масата m_1 действа периодична смущаваща сила $\Phi(t)$ (fig.2). Динамичният гасител на колебанията представлява допълнителен товар m_2 , съединен с основната маса чрез пружина с коравина c_2 и демпфер с коефициент на вязко триене β_2 .

Цел на пресмятането се явява избора на оптимални (по отношение на зададен критерий) параметри на гасителя (m_2, β_2, c_2), предназначен за защита на фундамента от вибрационно действие.



Фиг.1. Схема на динамичен гасител.



Фиг.2. Полихармонично смущение

Симеон Панев–ХТМУ-София, “Приложна механика”, тел.779169, e-mail pan@uctm.edu
Илиян Лесев – ХТМУ-София, “Приложна механика”, тел.554950, e-mail les@uctm.edu
Димитър Киселков - ИМТМ, БАН , София, тел.772046

Ако собствената честота на окачването на основната система $\omega_1 = \sqrt{c_1/m_1}$ е близка към работната честота на машината $p_i = i\omega$, $\omega = 2\pi/T$, $i = 1, 2, \dots$, то системата се намира в резонансната област и се оказва неработоспособна. Ето защо е необходимо включването на динамичен гасител на колебанията, чиито параметри така да се пресметнат, че преместването на основната система да бъде минимално или да се намира в границите на допустима норма.

2. Уравнения на движение на системата

Да разгледаме равновесието на системата (фиг.1) с приложените върху нея инерционни сили. На масата m_1 действуват: силите на еластична деформация $c_1 y_1$ и $c_2(y_1 - y_2)$ съответно от окачването и от пружината на динамичния гасител; силата на демпфиране $\beta_2(\dot{y}_1 - \dot{y}_2)$; периодичната смущаваща сила $\Phi(t)$. На масата m_2 действуват еластичната сила $c_2(y_1 - y_2)$ и силата на демпфиране $\beta_2(\dot{y}_1 - \dot{y}_2)$ от окачването на динамичния гасител. Тук $y_1, y_2, \dot{y}_1, \dot{y}_2$ са съответно преместване и скорост на масите m_1 и m_2 относно положението на равновесие, когато силите на собственото тегло са уравновесени от силите на еластична деформация.

Съгласно принципа на Даламбер за уравненията на движение на масите

m_1 и m_2 получаваме:

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 y_1 + \beta_2(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) + c_2(y_1 - y_2) = \Phi_0 e(t), \quad (1)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 - \beta_2(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) - c_2(y_1 - y_2) = 0. \quad (2)$$

Решения на системата (1), (2) са преместванията $y_1(t)$, $y_2(t)$, които зависят от параметрите m_2 , β_2 , c_2 . Те трябва така да се подберат, че предаването на колебанията на фундамента т.е. $y_1(t)$ да бъде минимално в целия диапазон на смущаващите честоти.

След преминаване към безразмерен вид от (1) и (2) достигаме:

$$x_1'' + x_1 + \mu[2\beta(x_1' - x_2') + \gamma^2(x_1 - x_2)] = e(\tau), \quad (3)$$

$$\tau \in [0, 2\pi/\lambda],$$

$$x_2'' - 2\beta(x_1' - x_2') - \gamma^2(x_1 - x_2) = 0 \quad (4)$$

Тук са положени следните връзки:

$$\omega_i = \sqrt{c_i/m_i}, \quad i = 1, 2 \quad - \text{ собствени честоти съответно на системата и гасителя;}$$

$\lambda = \omega/\omega_1$ - отношение на възбуждащата честота към собствената честота на основната система;

$\tau = \omega_1 t$ - безразмерно време;

$y_0 = \Phi_0/(m_1 \omega_1^2)$ - статично преместване на масата m_1 ;

$x_i = y_i/y_0, \quad i = 1, 2$ - безразмерни премествания на масите;

$\mu = m_2/m_1$ - отношение на масата на гасителя към масата на основната система;

$\beta = \beta_2/(2m_2 \omega_1)$ - безразмерен коефициент, характеризиращ интензивността на вязкото триене;

$\gamma = \omega_2/\omega_1$ - отношение на честотата на настройката на гасителя към собствената честота на системата;

$e(\tau) = \Phi(\tau)/\Phi_0$ - безразмерно възбуждане.

3. Представяне на преместванията във фуриерови развития

Тъй като $e(\tau)$ е периодична функция с период $\tau_* = 2\pi/\lambda$, то за фуриеровото й развитие можем да напишем

$$\begin{aligned} e(\tau) &= a_0 + \sum_{i=1}^{\infty} (a_i \cos i\lambda\tau + b_i \sin i\lambda\tau) = \\ &= a_0 + \sum_{i=1}^{\infty} u_i \sin(i\lambda\tau + \varepsilon_i) \end{aligned} \quad (5)$$

Преместванията $x_j(\tau)$, $j = 1, 2$ търсим във вида

$$x_j(\tau) = a_0 + \sum_{i=1}^{\infty} u_i h_{ji} \sin(i\lambda\tau + \varphi_{ji}), \quad j = 1, 2, \quad (6)$$

където амплитудите h_{ji} и фазите φ_{ji} , $j = 1, 2$; $i = 1, 2, \dots$ ще намерим като се възползваме от приципа на суперпозицията, вследствие линейността на модела.

Нека да разгледаме (3) и (4) при

$$e(\tau) = \sin(k\tau + \varepsilon), \quad (7)$$

където k е безразмерна величина, а ε - фаза на възбуждането.

Тогава решенията $x_{j*}(\tau)$, $j = 1, 2$ ще имат вида

$$x_{j*}(\tau) = h_j(k; \vec{p}) \sin(k\tau + \varphi_j), \quad (8)$$

където $\vec{p} = (\mu, \beta, \gamma)'$ е векторен параметър. Амплитудите h_j и фазите φ_j ще определим като използваме метода на комплексните амплитуди. Полагаме:

$$e(\tau) = \bar{e} \cdot \exp(ik\tau), x_j = \bar{h}_j \cdot \exp(ik\tau), j=1,2; i = \sqrt{-1}. \quad (9)$$

След заместване в уравнения (3) и (4) получаваме система линейни уравнения относно комплексните амплитуди $\bar{h}_j, j = 1,2$:

$$\begin{cases} (1-k^2 + \mu\gamma^2 + 2\beta k\mu i)\bar{h}_1 - \mu(\gamma^2 + 2\beta k i)\bar{h}_2 = \bar{e}, \\ (\gamma^2 + 2\beta k i)\bar{h}_1 + (k^2 - \gamma^2 - 2\beta k i)\bar{h}_2 = 0. \end{cases} \quad (10)$$

Решението на (10) е следното:

$$\bar{h}_1 = \bar{e}(k^2 - \gamma^2 - 2\beta k i) / \bar{D}, \quad \bar{h}_2 = -\bar{e}(\gamma^2 + 2\beta k i) / \bar{D}, \quad (11)$$

където

$$\bar{D} = (k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2 + 2\beta k[(\mu+1)k^2 - 1]i. \quad (12)$$

Комплексните величини $\bar{e}, \bar{h}_j, j = 1,2$

можем да запишем във формата

$$\bar{e} = \exp(i\varepsilon), \quad \bar{h}_j = h_j \exp(i\varphi_j), j = 1,2, \quad (13)$$

където h_1 и h_2 са реални амплитуди на колебанията на масите, а φ_1 и φ_2 - фази.

Формулите за амплитудите $h_j, j = 1,2$ могат да придобият вида:

$$h_1(k, \bar{p}) = \left\{ \frac{(k^2 - \gamma^2)^2 + 4\beta^2 k^2}{[(k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2]^2 + 4\beta^2 k^2[(\mu+1)k^2 - 1]^2} \right\}^{1/2}, \quad (14)$$

$$h_2(k, \bar{p}) = \left\{ \frac{\gamma^4 + 4\beta^2 k^2}{[(k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2]^2 + 4\beta^2 k^2[(\mu+1)k^2 - 1]^2} \right\}^{1/2}. \quad (15)$$

За фазите получаваме

$$\varphi_j = \varepsilon + \psi_j, j = 1,2, \quad (16)$$

където ψ_1 и ψ_2 определяме съответно от елементарните тригонометрични задачи:

$$\begin{cases} \cos \psi_1 = \{(k^2 - \gamma^2)[(k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2] - \\ - 4\beta^2 k^2[(\mu+1)k^2 - 1]\} / r_1, \\ \sin \psi_1 = -2\beta k^5 \mu / r_1, \end{cases} \quad (17)$$

$$\begin{cases} \cos \psi_2 = -\{\gamma^2[(k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2] + \\ + 4\beta^2 k^2[(\mu+1)k^2 - 1]\} / r_2, \\ \sin \psi_2 = -2\beta k^3(1-k^2) / r_2, \end{cases} \quad (18)$$

където

$$r_1 = \{D[(k^2 - \gamma^2)^2 + 4\beta^2 k^2]\}^{1/2}, \quad r_2 = [D(\gamma^4 + 4\beta^2 k^2)]^{1/2}$$

$$D = [(k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2]^2 + 4\beta^2 k^2[(\mu+1)k^2 - 1]^2$$

Окончателно за преместванията

$x_j(\tau; \lambda; \bar{p})$ можем да напишем

$$x_j(\tau, \lambda; \bar{p}) = a_0 + \sum_{i=1}^{\infty} u_i h_j(i\lambda; \bar{p}) \sin[\lambda \tau + \varphi_j(i\lambda; \bar{p})], j = 1,2. \quad (19)$$

4. Формулиране на минимаксна задача

Очевидно амплитудата на първата маса

$$\max_{\lambda \in \Lambda} \|x_1(\tau; \lambda; \bar{p})\|_1, \quad \text{където}$$

$$\|x_1\|_1 = \max_{\tau \in [0, 2\pi/\lambda]} |x_1(\tau; \lambda; \bar{p})| \quad \text{ще бъде}$$

минимална, ако амплитудите $h_1(i\lambda; \bar{p})$ в хармоничното развитие на x_1 , бъдат минимални. Но $h_1(i\lambda; \bar{p})$ са ординати на кривата $h_1(k; \bar{p})$ от (14) за $k = i\lambda$. Оттук следва, че задачата за определяне на оптималните параметри на гасителя се дефинира като минимаксна задача:

$$\bar{p}: \min_{\bar{p} \in V \subset R_+^3} \max_{k \in K \subset R_+} h_1^2(k; \bar{p}). \quad (20)$$

Тук $K \subset R_+$ е областта на изменение на смущаващата честота, съдържаща зоната на резонанса, а $V \subset R_+^3$ областта на търсените параметри.

Да изследваме амплитудата h_1 на основната маса от възкото триене β при граничните стойности:

При $\beta = 0$ т.е. отсъства триене получаваме

$$h_1(k; \bar{p}_0) = \left| \frac{k^2 - \gamma^2}{(k^2 - \gamma^2)(1-k^2) + \mu\gamma^2 k^2} \right|, \quad \bar{p}_0 = (\mu, 0, \gamma)'. \quad (21)$$

Зависимостта на h_1 от безразмерната честота k при $\beta = 0$ е показана на фиг.6 с кривите 1. Резонансните върхове съответствуват на две собствени честоти на системата

$$k_1 = (s - \sqrt{s^2 - \gamma^2})^{1/2}, k_2 = (s + \sqrt{s^2 - \gamma^2})^{1/2}, s = [1 + (1 + \mu)\gamma^2] / 2. \quad (22)$$

При $\beta \rightarrow \infty$ от (14) намираме

$$h_1(k; \bar{p}_\infty) = |(1 + \mu)k^2 - 1|^{-1}, \quad \bar{p}_\infty = (\mu, \infty, \gamma)'. \quad (23)$$

Безразмерната резонансна честота k_∞ на тази едномасова система (съвместно движение на масите m_1 и m_2 окачени на пружината c_1) е

$$k_\infty = (1 + \mu)^{-1/2}. \quad (24)$$

Кривата за $\beta \rightarrow \infty$ на фиг.6 е означена с 2.

При $0 < \beta < \infty$ реакцията на системата се намира между тези гранични състояния и правилният подбор на параметрите позволява да се получи минимална амплитуда при резонансната честота.

5. Изследване на максимума на квадрата на амплитудата на масата m_1

Въвеждаме субституциите

$$z = k^2, \quad v = \gamma^2, \quad \eta = 4\beta^2 \text{ и} \quad (25)$$

$$\bar{p}' = (\mu, \eta, v)' \in R_+^3,$$

след което за квадрата на амплитудата h_1^2 имаме

$$H(z, \bar{p}') = h_1^2(z, \bar{p}') = \frac{(z-v)^2 + \eta z}{[(z-v)(1-z) + \mu v z]^2 + \eta z[(\mu+1)z-1]^2} = \quad (26)$$

$$= \frac{N(z, \bar{p}')}{D(z, \bar{p}')}$$

Търсим

$\max_{z>0} H(z, \bar{p}') = \max_{z>0} h_1^2(z, \bar{p}')$. Условието за съществуване на екстремум е

$$\frac{\partial H(z, \bar{p}')}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{N(z, \bar{p}')}{D(z, \bar{p}')} \right) = \frac{1}{D^2} (N'_z \cdot D - N \cdot D'_z) = \frac{N'_z N (D - D'_z)}{D^2} = 0, \quad (27)$$

което дава уравнението за определяне на стационарните точки по z

$$\frac{D'_z(z, \bar{p}')}{N'_z(z, \bar{p}')} = \frac{D(z, \bar{p}')}{N(z, \bar{p}')} = \hat{c}(\bar{p}') = cte = \min \quad (28)$$

Като вземем в предвид, че полиномите D и N са съответно от четвърта и втора степен, то уравнението

$$D'_z(z, \bar{p}') - \hat{c}(\bar{p}') \cdot N'_z(z, \bar{p}') = 0 \quad (28)$$

е от трета степен и може да има най-много три реални и положителни корена. Нека корените на уравнението (28) са

$$\{\hat{z}_i(\hat{c})\}_{i \in I}, \quad I = \{i \in \{1, 2, 3\} / \hat{z}_i(\hat{c}) \in R_+\}. \quad (29)$$

За определяне на константата $\hat{c}(\bar{p}')$, чиято реципрочна стойност дава максимума на функцията $H(z, \bar{p}')$ използваме метода на последователните приближения:

$$\hat{c} = \min_{i \in I} \frac{D}{N}[\hat{z}_i(\hat{c})], \quad \hat{c}_0 = \frac{D}{N}(k_\infty^2, \bar{p}'), \quad (29)$$

където \hat{c}_0 е начално приближение. Може да се докаже, че (29) е свиващо изображение с квадратична сходимост. На фиг.3 е дадена блок-схема на алгоритъм за определяне на константата $\hat{c}(\bar{p}')$, а после и $\max_{z>0} H(z, \bar{p}')$:

$$\max_{z>0} H(z, \bar{p}') = \max_{z>0} h_1^2(z, \bar{p}') = H[z_*(\bar{p}'), \bar{p}'] = \quad (30)$$

$$= H_*(\bar{p}') = 1/\hat{c}(\bar{p}')$$

6. Изследване на минимума на максималната амплитуда $H_*(\bar{p}')$

Образуваме функционала

$$F(\bar{p}'; \alpha) = H_*(\bar{p}') + \alpha \bar{p}'^2, \quad \bar{p}' \in R_+^3, \quad (31)$$

където α е параметър на регуляризация [2]. Решаваме задачата

$$\bar{p}'_\alpha : \min_{\bar{p}' \in R_+^3} F(\bar{p}'; \alpha). \quad (32)$$

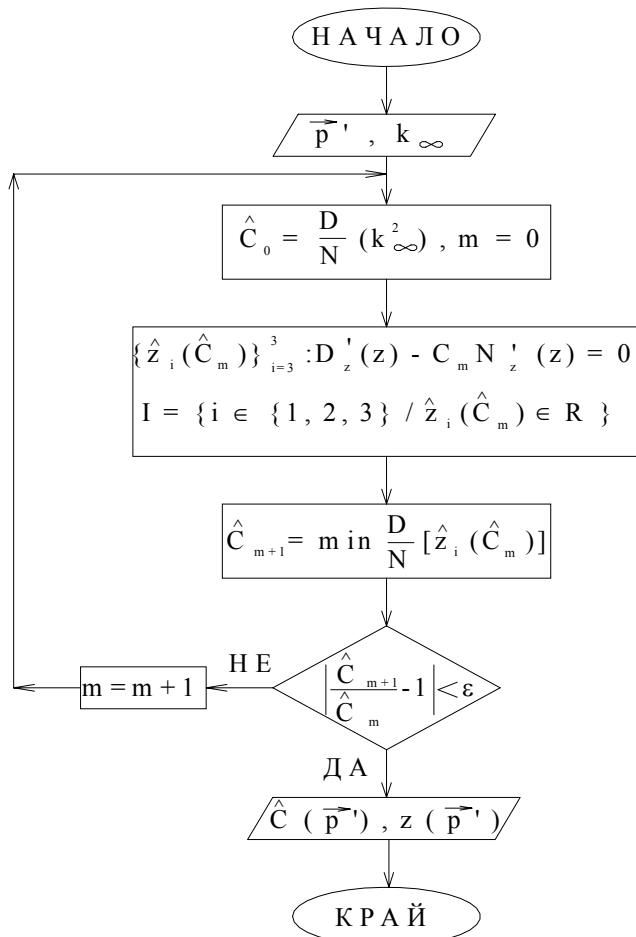
Параметърът на регуляризация $\alpha > 0$ определяме от условието:

$$\alpha_* : \|\bar{p}'_\alpha\|_2 < c_p, \quad (33)$$

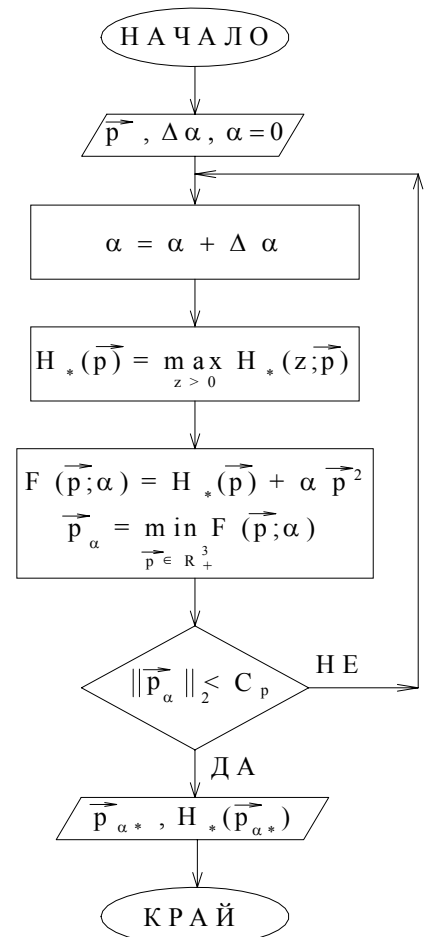
където $\|\cdot\|_2$ е евклидова норма в

пространството R^3 , а c_p - физически обоснована горна граница на нормата на векторния параметър $\bar{p}' \in R_+^3$.

На фиг.4 е дадена блок-схема на алгоритъм за решаване на задачата (32),(33).



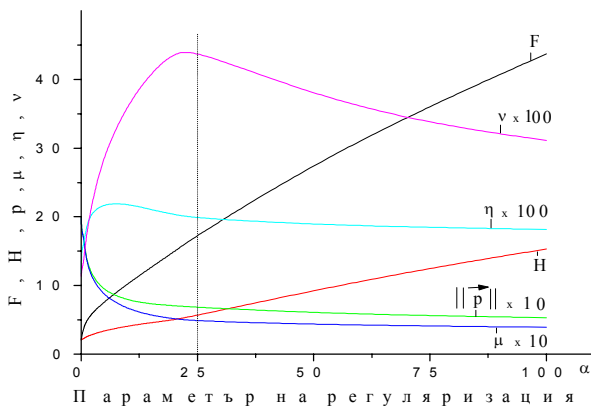
Фиг.3. Блок-схема на алгоритъм за намиране на $H_* = \max_{z>0} H(z; \vec{p}')$.



Фиг.4. Блок-схема на алгоритъм за намиране на $\vec{p}'_\alpha : \min_{\vec{p}' \in R_+^3} F(\vec{p}'; \alpha)$

7. Анализ на резултатите от численото пресмятане

На фиг.5 са представени резултатите от решението на задачата (33) т.е. графиките на функциите зависещи от α $F(\alpha), H_*(\alpha), \|\vec{p}'_\alpha\|_2, \mu(\alpha), \eta(\alpha), \nu(\alpha)$.



Фиг.5. Резултати от решението на задачата $\vec{p}'_\alpha : \min_{\vec{p}' \in R_+^3} F(\vec{p}'; \alpha)$.

Като изберем за горна граница на нормата на векторния параметър \vec{p}' , $c_p = .684$

за параметъра на регуляризация отчитаме $\alpha_* = 25$, а после намираме съответните на α_* функционални стойности:

$$F_* = 17.365, H_* = 5.6613, \|\vec{p}'_*\|_2 = .684,$$

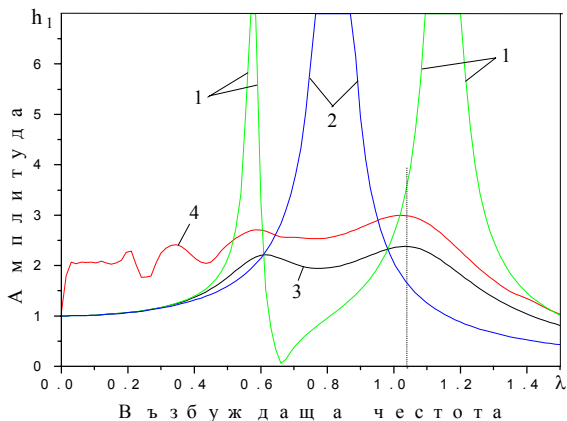
както и компонентите на векторния параметър \vec{p}'_* , $\mu_* = .4841, \eta_* = .1977, \nu_* = .4413$.

Накрая $z_* = 1.06853$ е стойността на квадрата на възбуждащата честота даваща максимална амплитуда:

$$\max_{z>0} H(z; \vec{p}'_*) = H[z_*(\vec{p}'_*), \vec{p}'_*] = H_*.$$

Да развием периодичната функция на смущаващата сила от фиг.2 в тригонометричен ред. Тъй като е нечетна, то ще имаме развитие по синуси:

$$e(\tau) = \sum_{i=1}^{\infty} u_i \sin(i\lambda\tau), \quad \tau \in [0, T], \quad T = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad (34)$$



Фиг.6. Резонансни криви:
 1 – $\eta \rightarrow 0$; 2 – $\eta \rightarrow \infty$;
 3 - хармонично смущение ;
 4 – полихармонично смущение.

където λ е възбуждаща честота, а T период. Фуриеровите коефициенти u_i намираме по формулите:

$$u_i = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} e(x) \sin(ix) dx = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} 1 \cdot \sin(ix) dx = \frac{2}{\pi i} [1 - (-1)^i] = \begin{cases} 4/(\pi i), & i = 2m - 1, \\ 0, & i = 2m. \end{cases} \quad (35)$$

И така при полихармоничното смущение от фиг.2 имаме развитието

$$e(\tau) = \frac{4}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{2m-1} \sin(2m-1)\lambda \tau, \quad (36)$$

а при хармонично смущение

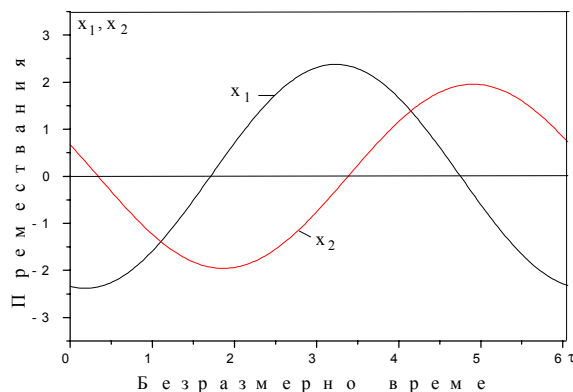
$$e(\tau) = \sin \lambda \tau. \quad (37)$$

Възползвайки се от намерените оптимални параметри $\vec{p}'_* = (\mu_*, \eta_*, \nu_*)'$ и закона за движение на масата m_1 от (19) можем да намерим амплитудата на трептене на основната маса при двата типа смущения (36) и (37) в зависимост от възбуждащата честота λ :

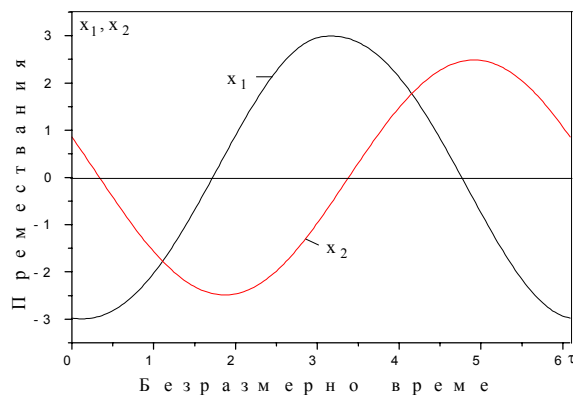
$$A_1(\lambda) = \|x_1(\tau, \lambda)\|_1 = \max_{\tau \in [0, T]} |x_1(\tau, \lambda)|, \quad \lambda \in [0, 1.5] \quad (38)$$

На фиг.6 са нанесени амплитудите на основната маса m_1 за различните случаи.

На фиг.7 и фиг.8 са дадени преместванията на двете маси от (19) съответно за хармоничен (37) и полихармоничен (36) закони на смущение при възбуждаща честота $\lambda_* = \sqrt{z_*} = 1.0337$, доставяща максимум на амплитудната крива от фиг.6.



Фиг.7. Премествания на масите при хармонично смущение.



Фиг.8. Премествания на масите при полихармонично смущение.

Литература

1. Я. Пановко, Основы прикладной теории колебаний и удара. Маш., Л., 1976 .
2. А. Тихонов, В.Арсенин, Методы решения некорректных задач. Наука, М, '74.



BIFURCATIONS AND CHAOS IN THE MODIFIED ROSSLER SYSTEM: QUALITATIVE AND NUMERICAL STUDIES

Svetoslav Nikolov

Institute of Mechanics, Acad.G.Bonchev Str., bl.4, 1113 Sofia, Bulgaria, E-mail:
S.Nikolov@imbm.bas.bg

Abstract

The behavior of a modified Rossler system for a specific parametric choice is studied. The previous authors [2, 4, 5] described the model in detail. Here we continue the discussion of stability, first in terms of local stability after small displacement from equilibrium and then by computer simulation to illustrate the behavior after large displacement.

Keywords: bifurcation, chaos, numerical study

1. INTRODUCTION

The idea of a chaotic orbits is familiar by now [9]. By definition, it is not periodic or asymptotically periodic, and it has at least one positive Lyapunov exponent.

Transitions to chaos, the scenarios by which chaotic attractors arise with variation of a system parameter, are a fundamental problem in the study of nonlinear dynamical systems [3, 6, 9, 10]. So far there are four known major routes to chaotic attractors: (i) the period-doubling cascade route; (ii) the intermittency transition route; (iii) the crisis route; and (iv) the route to chaos in quasiperiodically driven systems.

In a three-dimensional continuous dissipative dynamical system the only possible spectra, and the attractors, are as follows: a strange attractor; a two-torus; a limit cycle; a fixed point [2].

The modify Rossler system (MRS) (see [5])

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -x_2 - x_3, \\ \dot{x}_2 &= x_1 + ax_2, \\ \dot{x}_3 &= bx_1 + (x_1 - c)x_3, \end{aligned} \quad (1)$$

is a ubiquitous nonlinear oscillator which makes its presence in physical, chemical, engineering and even biological problems [2,7, 10]. It is a modification of the classic Rossler oscillator [1]. The model (1) was originally introduced by O.Rossler [5] to describe the chemical turbulence in a simple reaction-diffusion system.

Chaotic motion in system (1) was investigated by Panchev [2], Nicolis and Prigogine [4] and Rossler [5]. They obtained that (1) have two prototypes of chaotic flow in state space, screw type chaos, and spiral type chaos.

In this paper we undertake an investigation of the dynamics of MRS (1) and show that it is a rich dynamical system, possessing a vast number of regular and chaotic steady states. In particular, considering the cases $a=b=0.4$; $c \in [1, 40]$, we bring out the existence of transition from quasiperiodic to periodic motion in the (x_1, x_2, x_3) space via chaotic motion. The novel features we observe are that in the chaotic sea there are many isles of periodic and phase-locked states, which exhibit period doubling phenomenon, intermittencies, crises etc., along with regions of transients chaos, corresponding to local bifurcations. We also present where in the phase

space the system (1) is stable.

The plan of the paper is as follows. In section two we obtain expressions for stability of equilibrium points and compare them with numerical results. In section three we present the numerical results, for different chose of parameters, of the system (1).

2. LOCAL STABILITY ANALYSIS OF MRS

In this section we will consider MRS (1), which present an autonomous dynamical model. All variables and constants of this model have some physical sense described by Rossler in [5].

It is easy to see that the equilibrium (steady state) points of the system (1) are:

$$x_{1s}^{(1)} = 0, x_{2s}^{(1)} = 0, x_{3s}^{(1)} = 0 \quad (2)$$

$$x_{1s}^{(2)} = c - ab, x_{2s}^{(2)} = b - \frac{c}{a}, x_{3s}^{(2)} = \frac{c}{a} - b \quad (3)$$

Thus equations (2) and (3) presents “fixed points” in the phase space of the system (1). The local stability analysis of fixed points in three-dimensional nonlinear ordinary differential equations is based on approximating the nonlinear equation by linear equation in the neighborhood of fixed point of the equation. We can then make use of our understanding of three-dimensional linear equations to determine the dynamics in the neighborhood of the fixed points.

A. Investigation of the first fixed point

In order to investigate the character of the first fixed point (Eq.(2)) we make the following substitutions in (1)

$$x_1 = x_{1s}^{(1)} + \theta_1, x_2 = x_{2s}^{(1)} + \theta_2, x_3 = x_{3s}^{(1)} + \theta_3 \quad (4)$$

Then we obtain

$$\begin{aligned} \dot{\theta}_1 &= -\theta_2 - \theta_3, \\ \dot{\theta}_2 &= \theta_1 + a\theta_2, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\dot{\theta}_3 = b\theta_1 + (\theta_1 - c)\theta_3.$$

Following [8], the Routh-Hurwitz conditions for stability of (2) can be written in the form

$$p = c - a > 0 \quad (6)$$

$$q = 1 + b - ac > 0 \quad (7)$$

$$r = c - ab > 0 \quad (8)$$

$$R = pq - r = cb - ac^2 - a + a^2c > 0 \quad (9)$$

Here the notations p , q , r and R are taken from [8]. When the condition (9) is not valid (and (6), (7) and (8) are positive), the steady state (2) becomes unstable. For example, suppose that $a=0.3$, $b=1.6$ and $c=4.5$. In this case, the condition (6)-(9) are

valid and the steady state (2) becomes stable (see Fig.1).

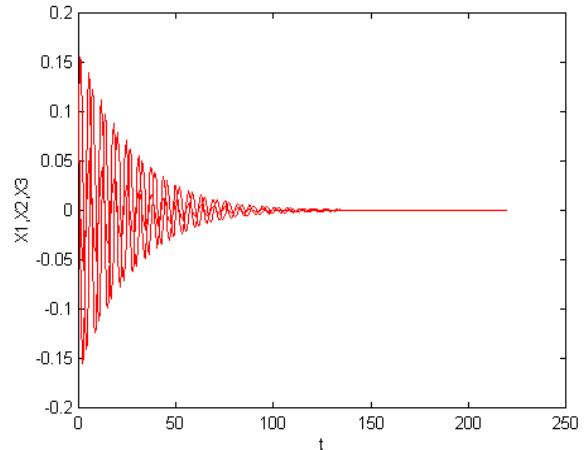


Figure 1. A solution of the system (1) at $a=0.3$; $b=1.6$; $c=4.5$

In Figure 2, the boundary of stability $R=0$ for different choice of the parameters a , b and c is shown. In the bottom part ($R<0$) of the figure, the equilibrium state is unstable (unstable zone). In the top part of the figure shows a stable zone.

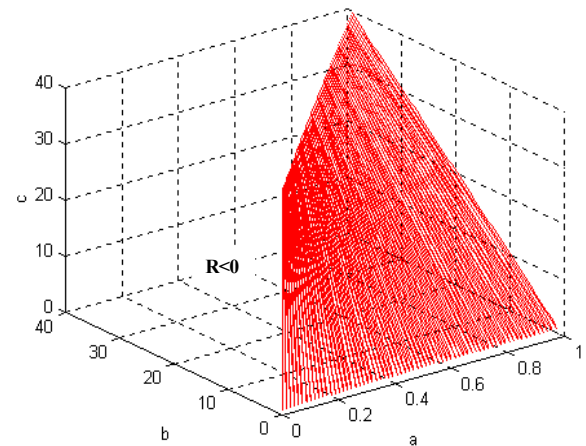


Figure 2. A bifurcation diagram for parameters $a \in [0, 1]$, $b \in [0, 40]$ and $c \in [1, 40]$

B. Investigation of the second fixed point (eq.(3))

Following the same type of procedure, for the second equilibrium state, we can write

$$x_1 = x_{1s}^{(2)} + \varphi_1, x_2 = x_{2s}^{(2)} + \varphi_2, x_3 = x_{3s}^{(2)} + \varphi_3 \quad (10)$$

After replacing Eq.(10) in Eq.(1) and accomplishing some transformations the model (1) take the form

$$\begin{aligned} \dot{\varphi}_1 &= -\varphi_2 - \varphi_3, \\ \dot{\varphi}_2 &= \varphi_1 + a\varphi_2, \\ \dot{\varphi}_3 &= \frac{c}{a}\varphi_1 - ab\varphi_3 + \varphi_1\varphi_3 \end{aligned} \quad (11)$$

The Routh-Hurwitz conditions for stability of Eq.(3) can be written in the form

$$p = a(b-1) > 0 \quad (12)$$

$$q = 1 + \frac{c}{a} - a^2b > 0 \quad (13)$$

$$r = ab - c > 0 \quad (14)$$

$$R = b[c + a^3(1-b)] - a > 0 \quad (15)$$

Here the notations p, q, r and R are also taken from [8]. Consider, for example $a=0.3, b=1.6$ and $c=0.4$. In Figure 3, the curves of x_1, x_2 and x_3 are shown. It is seen that solutions of the system (1) rapidly disappear. Therefore in this case the system lies in a stable region of its parametric space.

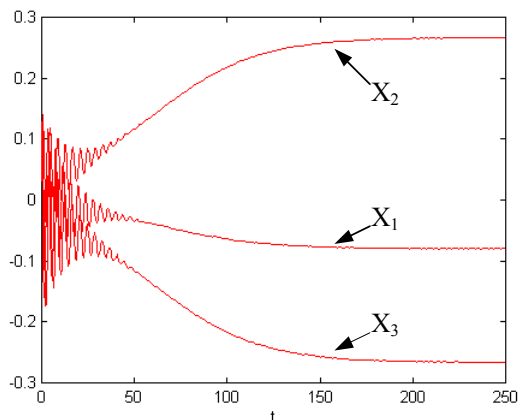


Figure 3. A solution of the system (1) at $a=0.3; b=1.6; c=0.4$

The fourth Routh-Hurwitz condition (15) used to make Figure 4. Thus we obtain the stable and unstable zones of the second equilibrium state.

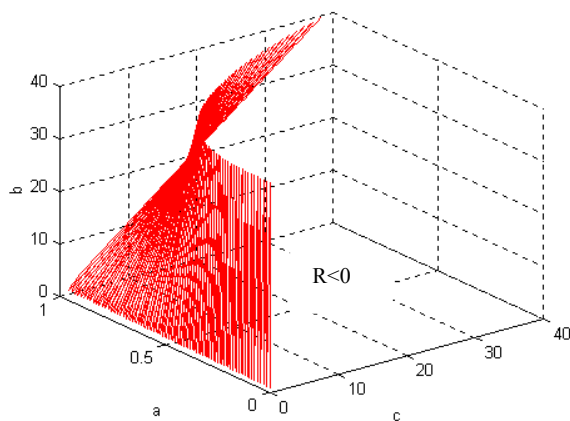


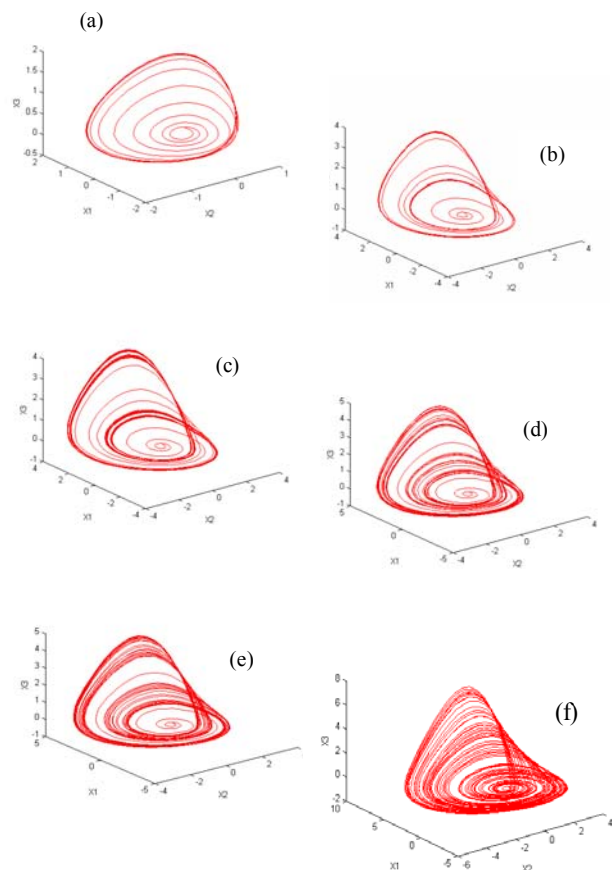
Figure 4. A bifurcation diagram for the second fixed point (3) of the system (1)

3. NUMERICAL ANALYSIS

In this section, we numerically analyze the modify Rossler system presented by Eq.(1) with parameter values fixed at $a=b=0.4$ in order to study the large orbit behavior mentioned in the introduction. The transitions are also characterized by tracing the time evolutions, phase portrait and Poincare map.

Of all possible motions in dynamical systems, a fixed point or equilibrium is the simplest. But systems change. This change is called bifurcation. Two types of bifurcation are most basic [10]. In the first, called a saddle-node bifurcation, fixed points are born. The second is called a period-doubling bifurcation, where a fixed point loses its stability and simultaneously, a new orbit of doubled period is created.

In Figure 5, we fix $a=b=0.4$, and vary the parameter c (see Eq.(1)). For each c we plot the attractor. A variety of different types of attractors can be seen, beginning with a single loop periodic orbit, abruptly doubling its period when it turns into a double loop at a bifurcation value of c , and then period-doubling twice more. The period-doubling continue infinitely. This is an example of the period-doubling route to chaos.



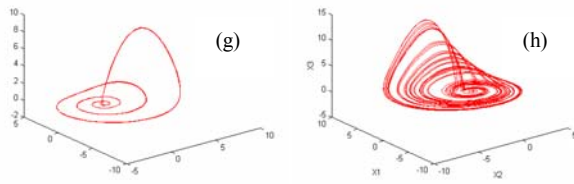


Figure 5. Attractors of the modified Rossler system as c is varied. Fixed parameters are $a=b=0.4$. (a) $c=1$, periodic orbit; (b) $c=2.5$, period-doubled orbit; (c) $c=2.7$, period four; (d) $c=2.83$, period 8; (e) $c=2.84$, period 16; (f) $c=3.6$, chaotic attractor; (g) $c=3.7$, period three; (h) $c=4.5$, chaotic attractor.

The results shown in Figure 5 (a)÷(h) need additional comments. It is seen in Figure 5 (g) that the process of doubling the period and attaining a determined chaos of the system, as a result of the increase of the value of the bifurcation parameter c , is not unidirectional. This means that we witness an opposite process – the systems passes from a chaotic regime into a regular one. Figure 7 confirms that result, where the system is shown as having passed from a chaotic regime into a regular one, with a period two for $c = 19$. Proceeding with the analysis of the results shown in Figure 5 (a)÷(h), we should note that as in [4] and [5], we also obtain spiral chaos– Figure 5 (f) and screw chaos– Figure 5 (h), but for other values of the parameters a , b and c . For those two chaos types, as specified in [4], Figure 6 shows Poincaré’s intersection.

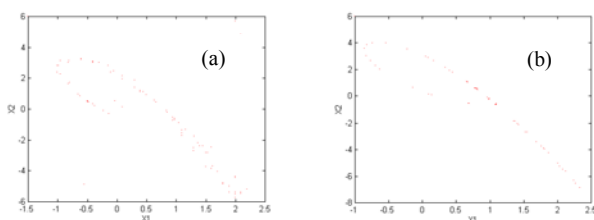


Figure 6 Poincaré map of the modified Rossler system as c is varied. Fixed parameters are $a=b=0.4$. (a) $c=3.6$; (b) $c=4.5$

Regarding the spiral chaos, it is of horse-shoe type (see Fig. 6 (a)). This is characteristic for other dissipative systems with chaotic behavior, too. The result confirms the statement that chaos resembles disorder, but only at first glance, and it in fact obeys a certain law and is strictly determined. Poincaré’s intersection has a bell shape which also confirms that chaos is determined (see Fig. 6 (b))

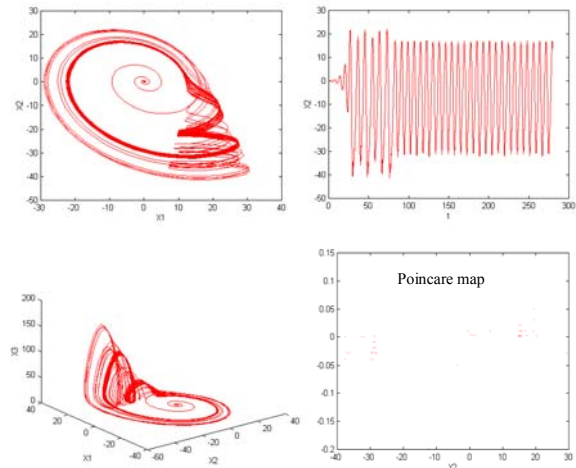


Figure 7. A regular regime of MRS at $a=0.4$, $b=0.4$, $c=19$.

4.CONCLUDING REMARKS

The present paper studies Rossler’s modified system that is a dissipative system with proved chaotic behavior. As a result of the local stability analysis performed, the areas of the system stability in the space of parameters $a \in [0, 1]$, $b \in [0, 40]$, $c \in [1, 40]$ are found in section two. The numerical investigation of the system of the parameter values $a=b=0.4$ and $c \in [1, 40]$ made in section 3, outlines the system global behavior. It consists in the following:

- the system passes from a regular regime into a chaotic one in the interval $c \in [1, 3.69]$ and as a result of a cascade of bifurcations, and for $c=3.7$ the first regularity “island” occurs;
- the next regularity island is found for $c=19$
- for values of the parameters a , b , and c , different from those given in [4], the system displays two types of chaos – spiral and screw ones.

References

[1] Rossler, O.E., An equation for continuous chaos, Physics Letters, v. 57A, No5, pp.397-398, 1976.
 [2] Panchev, St., Theory of chaos, Academic publishing house “Prof. Marin Drinov”, 1996.
 [3] Lichtenberg, A.J., Lieberman, M.A., Regular and stochastic motion, Springer-Verlag, 1983.
 [4] Nicolis, G., Prigogine, I., Exploring complexity: An introduction, W.H.Freeman and Company, New York, 1989.

- [5] Rossler, O.E., Chemical turbulence: Chaos in a simple reaction-diffusion system, Z.Naturforsch, v. 31a, pp.1168-1172, 1976.
- [6] Lai, Y.Ch., Fendel, U., Grebogi, C., Scaling behavior of transition to chaos in quasiperiodically driven dynamical systems, Physical Review E, v.54, No6, 1996.
- [7] Rossler, O.E., An equation for hyperchaos, Physics Letters, v.71A, No2,3, 1979.
- [8] Bautin, N.N., Povedenie dinamicheskikh system vblizi granic oblasti ustoichivosti, Nauca, Moskva, 1984.
- [9] Kaplan, D., Glass, L., Understanding nonlinear dynamics, Springer-Verlag, 1995.
- [10] Alligood, K.T., Sauer, T.D., Yorke, J.A., Chaos, an introduction to dynamical systems, Springer-Verlag, 1996.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Електрически гарови централизации

В катедра СОТС съществуват две лаборатории по Електрически гарови централизации. В едната е изградена първата българска маршрутно-релейна централизация Н-68, а втората е съоръжена с реален макет на една от основните български маршрутно-релейни централизации МН-70. Лабораториите са изградени от членовете на катедрата с активното участие и на обучаемите.

В тях се провеждат упражнения по дисциплините - Електрически гарови централизации, Контрол и техническа диагностика и Комуникационна и осигурителна техника.

Electrical Interlocking Systems

There are two Electrical Interlocking laboratories at the department of Telecommunications and Safety Systems. One of them houses the first Bulgarian Interlocking system Н-68, the other is equipped with a model in action of one of the main Bulgarian interlocking systems МН-70.

The laboratories have been built up by teachers and specialists at the department with the active participation of students.

Workshops in Electrical Interlocking systems, Control and Technical Diagnostics and Telecommunication and safety equipment are taking place in these laboratories.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЕТОД ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ЧИСТО ПРИНУДЕНИ БЕЗРЕЗОНАНСНИ /НЕРЕЗОНАНСНИ/ ТРЕПТЕНИЯ НА МАТЕРИАЛНА ТОЧКА БЕЗ СЪПРОТИВЛЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЕ НА ТРИ ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНИ ОСИ

Тодор Петров

ТУ-София, Кат. Механика, София 1156, Ул. Кл. Охридски №8, България,

E-mail: tpetr@vmei.acad.bg

Abstract: A method is described in the paper for excitation of pure forced oscillations directed along three mutually orthogonal axes in which the well-known phenomenon "resonance" is not manifesting itself. The amplitude of the pure forced oscillations along each of the axes is a constant irrelevantly of the value of the disturbing frequency. A patent of the author is used [5].

Keywords: nonresonant pure forced oscillations along three axes.

I. ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА.

От теорията на механичните трептения е известно, че когато честотата на смущение съвпадне със собствената се проявява явлението резонанс [1,2,3,4].

Когато има резонанс, амплитудата на чисто принудените трептения без съпротивления теоретично нараства неограничено по големина.

В [6,7] се разглеждат чисто принудени трептения, при които не се проявява явлението резонанс, когато честотата на

смущение съвпадне със собствената. Те имат постоянна амплитуда, независимо от големината на честотата на смущение.

Наречени са от автора им безрезонансни /нерезонансни/, в смисъл, че не се проявява известното явление резонанс при съвпадане на честотата на смущение със собствената. Тези трептения са обект на патент [5].

От направената литературна справка не се установи да са разглеждани про-

Инж. Тодор Петров, гл. ас., ТУ-София, Кат. Механика, София 1156, Ул. Кл. Охридски №8; E-mail: tpetr@vmei.acad.bg

странствени чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ трептения.

II. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА. РЕШЕНИЕ.

В работата се разглеждат пространствени чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ трептения, за възбуждане-то на които се формулира съответен метод.

Изхожда се от математичния модел, даден на фиг.1.

Ще докажем, че чисто принудените трептения могат да бъдат безрезонансни /нерезонансни/ по направление на трите оси X, Y и Z, като се използва съответен метод за създаване на същите трептения.

Приема се, че има независимост на действие на силите и деформациите на еластичните елементи по направление на неподвижните оси X, Y и Z. Това е възможно, ако трептенията по направление трите оси са с “малки” амплитуди.

ДУ за движение по направление на съответните оси X, Y и Z са от вида

$$(1) \quad m\ddot{W}_i + C_i W_i = F_i, \quad i=1,2,3.,$$

където

$$(2) \quad W_1=X, W_2=Y, W_3=Z, \dot{W}_1=\dot{X}, \dot{W}_2=\dot{Y},$$

$$\dot{W}_3=\dot{Z}, C_1=C_x, C_2=C_y, C_3=C_z,$$

$$F_1=F_x=H_x \sin(\omega t + \alpha_{1,x}), F_2=F_y=H_y \sin(\omega t + \alpha_{1,y}),$$

$$F_3=F_z=H_z \sin(\omega t + \alpha_{1,z}).$$

Смушаващите сили по направление на трите оси са съответно

$$(3) \quad F_1=F_x=(H_{1,x} - H_{3,x}\omega^2)\sin(\omega t + \alpha_{1,x}), F_2=F_y=(H_{1,y} - H_{3,y}\omega^2)\sin(\omega t + \alpha_{1,y}), F_3=F_z=(H_{1,z} - H_{3,z}\omega^2)\sin(\omega t + \alpha_{1,z}),$$

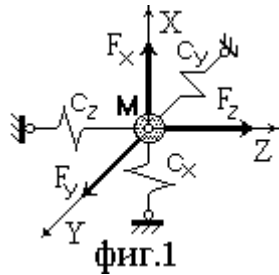
където силите $F_{1,1}, F_{2,1}$ и $F_{3,1}$

$$(4) \quad F_{1,1}=H_{1,1}\sin(\omega t + \alpha_{1,x})=H_{1,x}\sin(\omega t + \alpha_{1,x}), F_{2,1}=H_{2,1}\sin(\omega t + \alpha_{1,y})=H_{1,y}\sin(\omega t + \alpha_{1,y}), F_{3,1}=H_{3,1}\sin(\omega t + \alpha_{1,z})=H_{1,z}\sin(\omega t + \alpha_{1,z}),$$

са сили породени от съответни кинематични смущения $\xi_{1,x}, \xi_{1,y}$ и $\xi_{1,z}$

$$(5) \quad \xi_{1,x}=a_{1,x}\sin(\omega t + \alpha_{1,x}), \xi_{1,y}=a_{1,y}\sin(\omega t + \alpha_{1,y}), \xi_{1,z}=a_{1,z}\sin(\omega t + \alpha_{1,z}),$$

а силите $F_{1,2}, F_{2,2}$ и $F_{3,2}$

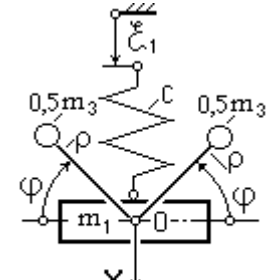


фиг.1

$$(6) \quad F_{1,2}=-H_{1,2}\omega^2\sin(\omega t + \alpha_{1,x})=-H_{3,x}\omega^2\sin(\omega t + \alpha_{1,x}), F_{2,2}=-H_{2,2}\omega^2\sin(\omega t + \alpha_{1,y})=-H_{3,y}\omega^2\sin(\omega t + \alpha_{1,y}), F_{3,2}=-H_{3,2}\omega^2\sin(\omega t + \alpha_{1,z})=-H_{3,z}\omega^2\sin(\omega t + \alpha_{1,z}),$$

са съответни инерционни смущаващи сили.

За база използваме динамичния модел от фиг.2, [7] с тази разлика, че има кинематично и инерционно смущение не само по отношение на оста X, а и по отношение на другите две оси Y и Z, които не са показани.



фиг.2

ДУ (1) можем да представим във вида

$$(7) \quad \ddot{W}_i + K_i^2 W_i = f_i, \quad K_i = \sqrt{\frac{C_i}{m}}, f_i = F_i/m, \quad i=1,2,3.,$$

а чисто принудените трептения $\eta_i, i=1,2,3.,$ по направление на същите оси X, Y и Z са съответно

$$(8) \quad \eta_1=\eta_x=A_x\sin(\omega t + \alpha_{1,x}), \eta_2=\eta_y=A_y\sin(\omega t + \alpha_{1,y}), \eta_3=\eta_z=A_z\sin(\omega t + \alpha_{1,z}),$$

където амплитудите

$$(9) \quad A_x=h_{3,x}=\frac{H_{3,x}}{m}=\frac{H_{1,x}}{C_x}, A_y=h_{3,y}=\frac{H_{3,y}}{m}=\frac{H_{1,y}}{C_y}, A_z=h_{3,z}=\frac{H_{3,z}}{m}=\frac{H_{1,z}}{C_z},$$

са с постоянни големина за

$$(10) \quad K_1=\sqrt{\frac{C_x}{m}}=\sqrt{\frac{H_{1,x}}{H_{3,x}}}, K_2=\sqrt{\frac{C_y}{m}}=\sqrt{\frac{H_{1,y}}{H_{3,y}}}, K_3=\sqrt{\frac{C_z}{m}}=\sqrt{\frac{H_{1,z}}{H_{3,z}}},$$

и смушаваща честота ω

$$(11) \quad \omega \neq K_i, \quad i=1,2,3.$$

Когато собствените честоти K_1, K_2 и K_3 са различни помежду си

$$(12) \quad K_1 \neq K_2, K_1 \neq K_3, K_2 \neq K_3,$$

а началните фазови ъгли $\alpha_{1,x}, \alpha_{1,y}$ и $\alpha_{1,z}$ са еднакви помежду си

$$(13) \quad \alpha_1 = \alpha_{1,x} = \alpha_{1,y} = \alpha_{1,z},$$

чисто принудените трептения ще бъдат по направление на една ос S, тъй като е изпълнено

$$(14) \quad \frac{\eta_x}{A_x} = \frac{\eta_y}{A_y} = \frac{\eta_z}{A_z}.$$

Като положим в (8)

$$(15) \quad X=\eta_1, Y=\eta_2, Z=\eta_3,$$

уравнението (15) можем да запишем във вида

$$(16) \quad X/A_x=Y/A_y=Z/A_z.$$

Законът W за чисто принудените трептения по направление на оста S ще бъде

$$(17) \quad W=Asin(\omega t+\alpha_1),$$

$$A=\sqrt{A_x^2+A_y^2+A_z^2}=\sqrt{h_{3,x}^2+h_{3,y}^2+h_{3,z}^2}.$$

Ако в (8,15) за фазовите ъгли $\alpha_{1,x}$ и $\alpha_{1,y}$ запишем

$$(18) \quad \alpha_{1,y}=\alpha_{1,x}+\Delta_{x,y},$$

и големината на фазовия ъгъл $\Delta_{x,y}$ е например

$$(19) \quad \Delta_{x,y}=0,5\pi,$$

а по направление на осите X и Y амплитудите A_x и A_y (9) са различни помежду си

$$(20) \quad A_x \neq A_y,$$

проекцията на траекторията на точковата маса M върху равнината XU ще бъде елипса с уравнение

$$(21) \quad \frac{X^2}{A_x^2} + \frac{Y^2}{A_y^2} = 1, 0.$$

Когато вместо (20) е изпълнено

$$(22) \quad A_0=A_x=A_y,$$

проекцията на траекторията на точковата маса M върху равнината XU ще бъде централна окръжност с уравнение

$$(23) \quad X^2+Y^2=A_0^2.$$

При равни фазови ъгли $\alpha_{1,x}$ и $\alpha_{1,y}$

$$(24) \quad \alpha_1=\alpha_{1,y}=\alpha_{1,x},$$

проекцията на траекторията на точковата маса M върху равнината XU ще бъде права с уравнение

$$(25) \quad Y=\frac{A_y}{A_x}X.$$

В изложената постановка за чисто принудените трептения по направление на трите оси X, Y и Z съз-нателно не се спираме на положението на масовия център $m.C_0$, тъй като тук се раз-глеждат трептения на точка и понятието масов център е лишено от смисъл.

Положението на масовия център $m.C_0$ на системата и неговата неподвижност е раз-гледан при чисто принудените безрезонансни /нерезонансни/ трептения на материална система [8].

Интерес представлява например случаят, когато

$$(26) \quad \omega=K_1 \neq K_2.$$

Доказва се, че законът X^r е

$$(27) \quad X^r=A_x \sin(Kt+\alpha_{1,x}),$$

където амплитудата A_x е от (9).

Ако е налице X^r (27) и е изпълнено

$$(28) \quad \alpha_1=\alpha_{1,y}=\alpha_{1,z},$$

проекцията на траекторията на точковата маса M върху равнината YZ ще бъде права с уравнение

$$(29) \quad Y=\frac{A_y}{A_z}Z.$$

Когато е изпълнено

$$(30) \quad \omega=K_i, i=1,2,3.,$$

законите за движение по направление на трите оси ще бъдат съответно X^r (27) и

$$(31) \quad Y^r=A_y \sin(Kt+\alpha_{1,y}), Z^r=A_z \sin(Kt+\alpha_{1,z}),$$

което практически означава, че по направление на трите оси ще се извършват безрезонансни /нерезонансни/ чисто принудени трептения с постоянна амплитуда, съответно с големина A_x, A_y и A_z .

По-общо трите закона X^r (27), Y^r и Z^r (31) можем да запишем със закона $W_i^r, i=1,2,3.,$

$$(32) \quad W_i^r=A_i \sin(Kt+\alpha_{1,i}), i=1,2,3.,$$

$$W_1^r=X^r, W_2^r=Y^r, W_3^r=Z^r, A_1=A_x, A_2=A_y,$$

$$A_3=A_z, \alpha_{1,1}=\alpha_{1,x}, \alpha_{1,2}=\alpha_{1,y}, \alpha_{1,3}=\alpha_{1,z}.$$

АЧХ $A_{i(\omega)}, i=1,2,3.,$ е дадена на фиг.3 от която се вижда, че $A_i, i=1,2,3.,$ е

$$(33) \quad A_i=q_i=\text{const.}, i=1,2,3.,$$

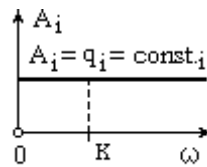
независимо от големината на смущаващата честота ω .

С това доказахме, че за всяка честота ω , по направление на трите оси се извършват безрезонансни /нерезонансни/ чисто принудени трептения с постоянна амплитуда $A_i, i=1,2,3.,$ (33) със закони, дадени в (8,27,31).

Същите безрезонансни /нерезонансни/ чисто принудени трептения с постоянна амплитуда можем да получим, като решим задачата за управление на смущаващите сили $F_i, i=1,2,3.,$ в ДУ (1).

Последователността от операции за получаване на безрезонансни /нерезонансни/ чисто принудени трептения по направление на трите неподвижни оси X, Y и Z можем да формулираме като метод.

Той се състои в следното: Върху еластично окачена материална точка по направление на три неподвижни оси X, Y и Z от фиг.1 се прилага хармонична смущаваща



фиг.3

сила $F_{(0)}$, която е равнодействаща на три взаимно перпендикулярни сили F_i , $i=1,2,3$,

$$(34) \quad \vec{F}_{(0)} = F_1 \vec{i} + F_2 \vec{j} + F_3 \vec{k}.$$

Всяка от тези сили F_i , $i=1,2,3$, е междинна равнодействаща на две хармонични, синхронни и противофазни смущаващи сили $F_{i,1}$ (4) и $F_{i,2}$ (6), $i=1,2,3$, по направление на съответната ос X , Y и Z .

Първата сила $F_{i,1}$ (4), $i=1,2,3$, е с постоянна амплитуда $H_{i,1}$, $i=1,2,3$, а амплитудата $H_{i,2}\omega^2$, $i=1,2,3$, на втората сила $F_{i,2}$ (2.522), $i=1,2,3$, е квадратна парабола на смущаващата честота ω .

Ако за двете амплитуди $H_{i,1}$ и $H_{i,2}\omega^2$, $i=1,2,3$, е в сила зависимостта

$$(35) \quad H_{i,1}/H_{i,2}\omega^2 = K_i^2/\omega^2, \quad i=1,2,3,$$

където K_i , $i=1,2,3$, е собствената честота за трептенията по направление на съответната ос X , Y и Z , то законът на чисто принудените трептения η_i , $i=1,2,3$, (8) и W_i^r , $i=1,2,3$, (32) в среда без съпротивление ще бъде с постоянна амплитуда

$$(36) \quad A_i = q_i = \text{const.}, \quad i=1,2,3,$$

независимо от големината на смущаващата честота ω .

Безрезонансите /нерезонансите/ чисто принудени трептения η_i , $i=1,2,3$, (8) и W_i^r , $i=1,2,3$, (32) по направление на съответната ос X , Y , Z са винаги синхронни, синфазни със съответната първа смущаваща сила $F_{i,1}$ (4), $i=1,2,3$, независимо от големината на същата честота ω . Първата смущаваща сила $F_{i,1}$ (4), $i=1,2,3$, е сила по-родена от съответно кинематично смущение.

III. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Теоретично е обоснован и доказан метод за създаване на чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ едночестотни трептения по направление на три взаимно перпендикулярни оси.

2. При тези трептения η_i , $i=1,2,3$, (8) и W_i^r , $i=1,2,3$, (32) не възниква резонанс, когато честотата на смущение ω съвпадне с една, две или едновременно с трите собствени честоти K_i , $i=1,2,3$, (7).

3. Същите трептения имат постоянна амплитуда A_i , $i=1,2,3$, (36) в целия диапазон на изменение на честотата на смущение ω . При тези трептения не се проявява познатото явление резонанс свързано с рязко

увеличаване амплитудата на чисто принудените трептения.

АЧХ $A_{i(\omega)}$, $i=1,2,3$, (33) е представена на фиг.3.

4. Като частен случай на този метод е методът за възбуждане на чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ трептения по направление на една ос, без отчитане на реалните съпротивления.

5. Някои от резултатите в направеното изследване за чисто принудените безрезонансни /нерезонансни/ принудени трептения могат да бъдат използвани в учебния процес във ВТУЗ по някои дисциплини, като например теория на трептенията, механични трептения, теоретична механика и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ганиев Р. Ф., Кононенко В. О., Колебания твердых тел, М., Наука, 1976.
- [2]. Коловский, М. З., Нелинейная теория виброзащитных систем, М., Наука, 66г.
- [3]. Тимошенко С. П., Колебания в инженерном деле, М., Физматгиз, 1959, 1967.
- [4]. Den Hartog, J. P., Mechanical vibrations, Inc., New York Toronto London, Mc Graw-Hill Book Company, 1956.
- [5]. Петров Т., Метод за предотвратяване на резонанс и устройство за осъществяването му, България, С., Патент №46409/07.01.1986.
- [6]. Petrov T., Methods for creation of non-resonant oscillating systems, 2nd International Mechatronic Design and Modeling, Workshop, November 13-17. 1995, ANKARA-TURKEY, METU, TUBITAK-MODISA, Proceedings, 1995.
- [7]. Петров Т., Математични и динамични модели и диференциални уравнения за създаване на безрезонансни трептения, Technical University of Sofia, Institute of Applied Mathematics and Informatics, 19th Summer School "Applications of Mathematics in Engineering", August 24-September 02.1993, Varna, Bulgaria, Sofia, Proceedings, pp. 315-320, 1994.
- [8]. Todor Petrov, CONTROL AND SYNTHESIS OF NONRESONANT OSCILLATION FOR A TWO-MASS SYSTEM WITH DRY FRICTION, Proceedings of the 2nd European Nonlinear Oscillations Conference, Prague, Vol.3, pp.133-136, 1996.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на ХХІ век”

УПРАВЛЕНИЕ И СИНТЕЗ НА ЧИСТО ПРИНУДЕНИ БЕЗРЕЗОНАНСНИ /НЕРЕЗОНАНСНИ/ ТРЕПТЕНИЯ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЕН, ПАСИВЕН RLC -ДВУПОЛЮСНИК

Тодор Петров

ТУ-София, Кат. Механика, София 1156, Ул. Кл. Охридски №8, България,

E-mail: tpetr@vmei.acad.bg

Abstract: It could be proven that when controlling the voltage applied, the amplitude of the forced oscillations of the current in a serial passive RLC -bipolar circuit is constant, irrelevantly from the frequency of the power supply. In the research nonresonant mechanical oscillations are considered covered with a patent [5].

Keywords: Constant amplitude of the current, nonresonant oscillations, serial electric circuit.

I. ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА.

Когато има резонанс [1,2,3,4], при чисто принудени механични, или електрически трептения с отчитане на съпротивления, съответната големина на амплитудата на съответните трептения /механични, -или електрически/ е ограничена. Крайна големина на амплитудата се получава в механиката при отчитане на съпротивление от т. нар. линейно течно /вискозно/ триене, а в електротехниката - при отчитане на активно съпротивление. Неограничена става големината ако не се отчитат съпротивленията. Чисто принудените механични трептения, които имат постоянна амплиту-

да, независимо от големината на смущаващата честота [6,7], за които има Патент [5], наричаме безрезонансни /нерезонансни/.

II. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА. РЕШЕНИЕ.

Чисто принудените трептения в електрически вериги, на които амплитудата не зависи от големината на смущаващата честота, можем да наречем също безрезонансни, както в механиката [5,6,7].

Обект на изследване е електрическа верига от последователен тип, в пасивен RLC -двуполусник от фиг.1.

Ще докажем, че в пасивен RLC -двуполусник от последователен тип, като уп-

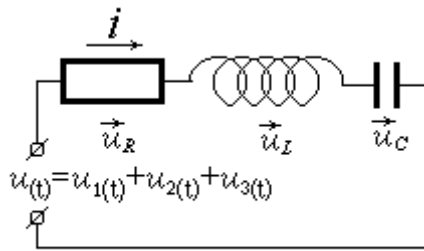
Инж. Тодор Петров, гл. ас., ТУ-София, Кат. Механика, София 1156, Ул. Кл. Охридски №8; E-mail: tpetr@vmei.acad.bg

равляваме приложеното напрежение, могат да се получат чисто принудени трептения на тока във веригата с постоянна големина на амплитудната му стойност.

Последното означава, че амплитудната стойност на тока няма да зависи от големината на смущаващата честота - фиг.2.

Тези трептения можем да наречем безрезонансни /нерезонансни/ чисто принудени трептения.

Интегродиференциалното уравнение /ИДУ/ за движение за модела от фиг.1 е



ФИГ.1

$$(1) \quad L \ddot{q} + R \dot{q} + \frac{1}{C} \int i_{(t)} dt = u_{(t)},$$

и ако приложеното напрежение $u_{(t)}$ е

$$(2) \quad u_{(t)} = u_0 \sin \omega t, \quad u_0 = \text{const.},$$

когато смущаващата честота ω съвпадне със собствената K

$$(3) \quad K = \sqrt{\frac{1}{LC}},$$

ще има резонанс.

Нека $u_{(t)}$ за модела от фиг.1 бъде от вида

$$(4) \quad u_{(t)} = \sum_{i=1}^3 u_{i(t)} = \frac{H_1}{\omega} \sin(\omega t + \alpha_1) + H_2 \sin(\omega t + \alpha_2) + H_3 \omega \sin(\omega t + \alpha_3),$$

където

$$(5) \quad H_i = \text{const.}_{1,i}, \quad \alpha_i = \text{const.}_{2,i}, \quad i=1,2,3.$$

ИДУ (1) за $u_{(t)}$ (4) преобразуваме до

$$(6) \quad L \ddot{i} + R \dot{i} + \frac{1}{C} i = H_1 \cos(\omega t + \alpha_2) + H_2 \omega \cos(\omega t + \alpha_1) + H_3 \omega^2 \cos(\omega t + \alpha_3),$$

на което законът за чисто принудените трептения на тока е

$$(7) \quad i_{(t)} = \sum_{i=1}^3 i_{m,i} \cos(\omega t + \alpha_i - \varepsilon), \quad i=1,2,3.,$$

където

$$(8) \quad i_{m,i} = \frac{H_i \omega^{i-1}}{L \sqrt{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}}, \quad i=1,2,3.,$$

$$K = \sqrt{\frac{1}{LC}}, \quad 2n = R/L, \quad \varepsilon = \arctg[2n\omega / (K^2 - \omega^2)].$$

От (8) се вижда, че когато честотата на смущение ω съвпадне със собствената K ще има резонанс.

Ако началните фази $\alpha_i, i=1,2,3.,$ в $u_{(t)}$ (4) са съответно

$$(9) \quad \alpha_1 = \pi, \quad \alpha_2 = 0, \quad \alpha_3 = \pi/2,$$

$u_{(t)}$ (4) ще бъде

$$(10) \quad u_{(t)} = \sum_{i=1}^3 u_{i(t)}, \quad u_{i(t)} = -\frac{H_i}{\omega} \frac{d^{i-1} \cos \omega t}{dt^{i-1}}, \quad H_i = \text{const.}_{i,1},$$

$$u_{1(t)} = -\frac{H_1}{\omega} \cos \omega t, \quad u_{2(t)} = H_2 \sin \omega t, \quad u_{3(t)} = H_3 \omega \cos \omega t,$$

$$u_{(t)} = H_2 \sin \omega t + (H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega}) \cos \omega t = -\frac{1}{\omega} \sum_{i=1}^3 H_i \frac{d^{i-1} \cos \omega t}{dt^{i-1}}, \quad i=1,2,3.,$$

и ИДУ (6) за $u_{(t)}$ (10) приема вида

$$(11) \quad L \ddot{i} + R \dot{i} + \frac{1}{C} i = H_1 \sin \omega t + H_2 \omega \cos \omega t - H_3 \omega^2 \sin \omega t.$$

ИДУ (11) е линейно и за него е в сила принципът на суперпозицията. Следователно токът $i_{(t)}$, е алгебричен сбор от парциалните токове

$$(12) \quad i_{(t)} = \sum_{i=1}^3 i_{i(t)}, \quad i=1,2,3.,$$

където

$$(13) \quad i_{1(t)} = i_{m,1} \sin(\omega t - \varepsilon), \quad i_{m,1} = \frac{H_1 \sin(\omega t - \varepsilon)}{L \sqrt{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}}, \quad i_{2(t)} = i_{m,2} \cos(\omega t - \varepsilon), \quad i_{m,2} = \frac{H_2 \omega \cos(\omega t - \varepsilon)}{L \sqrt{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}},$$

$$i_{3(t)} = i_{m,3} \sin(\omega t - \varepsilon), \quad i_{m,3} = -\frac{H_3 \omega^2 \sin(\omega t - \varepsilon)}{L \sqrt{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}}.$$

Законът за изменение на тока $i_{(t)}$ (12) за $i_{i(t)}, i=1,2,3.,$ (13) можем да запишем във вида

$$(14) \quad i_{(t)} = \Delta^{-1} [(H_1 - H_3 \omega^2) \sin \omega t + H_2 \omega \cos \omega t], \quad i=1,2,3.,$$

където Δ е

$$(15) \quad \Delta = \sqrt{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}.$$

Преобразуваме (14) във вида

$$(16) \quad i_{(t)} = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{(H_1 - H_3 \omega^2)^2 + H_2^2 \omega^2}{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}} \sin(\omega t - \varepsilon + \theta),$$

$$i_{(t)} = i_m \sin(\omega t - \varepsilon + \theta), \quad i_m = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{(H_1 - H_3 \omega^2)^2 + H_2^2 \omega^2}{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}},$$

където

$$(17) \quad \theta = \arctg[H_2 \omega / (H_1 - H_3 \omega^2)].$$

Ще докажем, че амплитудната стойност на тока i_m в (16) не зависи от големината на

смушаващата честота ω . За целта преобразуваме израза за i_m в (16) във вида

$$(18) \quad i_m = \frac{H_3}{L} \sqrt{\frac{(H_1/H_3 - \omega^2)^2 + H_2^2/H_3^2 \omega^2}{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}}$$

Ако са изпълнени

$$(19) \quad K = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{H_1}{H_3}}, \quad 2n = \frac{R}{L} = \frac{H_2}{H_3},$$

амплитудната стойност i_m на тока ще бъде

$$(20) \quad i_m = \frac{H_3}{L} = \frac{H_2}{R} = H_1 C = a = \text{const.},$$

за произволна големина на честотата ω и АЧХ ще има вида, даден на фиг. 2.

Установява се, че за зависимостите (19) големината на θ (17) е

$$(21) \quad \theta = \arctg[2n\omega/(K^2 - \omega^2)],$$

а това е известният ъгъл ε в (8)

$$(22) \quad \theta = \varepsilon = \arctg[2n\omega/(K^2 - \omega^2)].$$

Законът за тока i_0 (16) за i_m (20) и $\theta = \varepsilon$ (22) приема вида

$$(23) \quad i_0 = i_m \sin \omega t, \quad i_m = \frac{H_3}{L} = \frac{H_2}{R} = H_1 C = a = \text{const.}$$

Законът i_0 (23) можем да наречем закон на чисто принудени безрезонансни /нерезонансни/ трептения, тъй като големината на амплитудната стойност на i_m не зависи от големината на смушаващата честота ω .

До закона i_0 (23) можем да достигнем и по друг начин. ИДУ (1) за захранващото напрежение u_0 (10) приема вида

$$(24) \quad L \ddot{q} + R \dot{q} + \frac{1}{C} \int i_0 dt = \\ = H_2 \sin \omega t + (H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega}) \cos \omega t,$$

на което търсим решение за чисто принудените трептения на тока от вида

$$(25) \quad i_0 = A_1 \sin \omega t - A_2 \cos \omega t.$$

Като заместим i_0 (25) в ИДУ (24) достигаме до алгебричните уравнения

$$(26) \quad RA_1 + (\frac{1}{C\omega} - L\omega)A_2 = H_2,$$

$$(27) \quad -(\frac{1}{C\omega} - L\omega)A_1 + RA_2 = H_3\omega - \frac{H_1}{\omega},$$

от които определяме A_1 и A_2

$$(28) \quad A_1 = \Delta^{-1} [H_2 R - (H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega})(\frac{1}{C\omega} - L\omega)],$$

$$(29) \quad A_2 = \Delta^{-1} [R(H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega}) + H_2(\frac{1}{C\omega} - L\omega)],$$

където Δ

$$(30) \quad \Delta = R^2 + (\frac{1}{C\omega} - L\omega)^2.$$

Тъй като

$$(31) \quad \Delta \neq 0,$$

за да бъде A_2 (29) равно на нула

$$(32) \quad A_2 = 0,$$

следва, че числителят в израза (29) трябва да бъде равен на нула

$$(33) \quad R(H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega}) + H_2(\frac{1}{C\omega} - L\omega) = 0,$$

което означава, че

$$(34) \quad R(H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega}) = H_2(L\omega - \frac{1}{C\omega}).$$

Записваме израза (34) във вида

$$(35) \quad RH_3(\omega^2 - \frac{H_1}{H_3}) = H_2 L(\omega^2 - K^2),$$

където сме взели предвид K (3).

Ако представим (35) във вида

$$(36) \quad \frac{R}{L}(\omega^2 - \frac{H_1}{H_3}) = \frac{H_2}{H_3}(\omega^2 - K^2),$$

и е изпълнено

$$(37) \quad K^2 = \frac{H_1}{H_3} = \frac{1}{LC}, \quad K = \sqrt{\frac{H_1}{H_3}} = \sqrt{\frac{1}{LC}}, \\ 2n = \frac{R}{L} = \frac{H_2}{H_3},$$

равенството (36) приема вида

$$(38) \quad 2n(\omega^2 - K^2) = 2n(\omega^2 - K^2), \quad 0 = 0,$$

което практически означава, че равенството (32) е изпълнено за произволна големина на смушаващата честота ω .

Преобразуваме израза (28) до

$$(39) \quad A_2 = \frac{H_3}{L} \frac{\frac{H_2 R}{H_3 L} \omega^2 + (\frac{H_1}{H_3} - \omega^2)(K^2 - \omega^2)}{\frac{R^2}{L^2} \omega^2 + (K^2 - \omega^2)},$$

и като вземем предвид зависимостите (37) получаваме

$$(40) \quad A_2 = \frac{H_3}{L} \frac{4n^2 \omega^2 + (K^2 - \omega^2)^2}{4n^2 \omega^2 + (K^2 - \omega^2)^2},$$

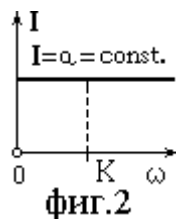
а това означава, че за произволна големина на смушаващата честота ω , големината на амплитудата A_2 е

$$(41) \quad A_1 = \frac{H_3}{L} = \frac{H_2}{R} = H_1 C = \text{const.}$$

Законът на чисто принудените трептения на тока (25) за A_2 (32) и A_1 (41) приема вида

$$(42) \quad i_{(t)} = A_1 \sin \omega t, \\ A_1 = \frac{H_3}{L} = \frac{H_2}{R} = H_1 C = \text{const.},$$

а това е полученият по друг независим начин закон $i_{(t)}$ (23)



$$(43) \quad i_{(t)} = i_m \sin \omega t = A_1 \sin \omega t, \\ i_m = A_1 = \frac{H_3}{L} = \frac{H_2}{R} = H_1 C = \text{const.}$$

За $u_{2,m} = H_2$ в (10), от израза (43) следва, че

$$(44) \quad i_m = i_{2,m} = \frac{u_{2,m}}{R}, \quad I = I_2 = \frac{U_2}{R\sqrt{2}} = \frac{H_2}{R\sqrt{2}},$$

и ефективната стойност на тока I ще бъде

$$(45) \quad I = \frac{H_3}{L\sqrt{2}} = \frac{H_2}{R\sqrt{2}} = \frac{H_1 C}{\sqrt{2}} = \\ = I_2 = \frac{U_2}{R\sqrt{2}} = a = \text{const.},$$

с АЧХ от фиг.2.

До закона (43) може да се достигне по пътя на управление на приложеното напрежение $u_{(t)}$ в (1).

За целта законът за изменение на тока $i_{(t)}$ (43) се замества в ИДУ (1). Достига се до

$$(46) \quad i_m = \frac{u_{(t)}}{R \sin \omega t + (\omega L - \frac{1}{\omega C}) \cos \omega t}.$$

За да бъде в (46) амплитудната стойност i_m постоянна величина в (43), трябва числителят в (46) да бъде пропорционален на знаменателя. Ако приложеното напрежение $u_{(t)}$ в (1,46) е от вида (10), от (46) се достига последователно до

$$(47) \quad i_m = \frac{H_2 \sin \omega t + (H_3 \omega - \frac{H_1}{\omega}) \cos \omega t}{R \sin \omega t + (\omega L - \frac{1}{\omega C}) \cos \omega t},$$

$$(48) \quad i_m = \frac{H_3}{L} \frac{\frac{H_2}{H_3} \omega \sin \omega t + (\omega^2 - \frac{H_1}{H_3}) \cos \omega t}{\frac{R}{L} \omega \sin \omega t + (\omega^2 - \frac{1}{LC}) \cos \omega t},$$

$$(50) \quad i_m = \frac{H_3}{L} \frac{2n\omega \sin \omega t + (\omega^2 - K^2) \cos \omega t}{2n\omega \sin \omega t + (\omega^2 - K^2) \cos \omega t},$$

където са използвани полаганията от (37).

От (50) се получава i_m (43,44).

Ако в ИДУ (24) не се отчита R и не се прилага парциалното напрежение $u_{2(t)}$ в (10), от i_m (50) се установява, че ще се получи същият ток i_m (43,44).

С изложените различни начини помежду си доказахме, че амплитудната стойност на

тока i_m е величина постоянна за произволна големина на смущаващата честота ω .

III. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Доказано е, че по пътя на управление на приложеното напрежение в пасивен RLC -двуполусник от последователен тип може да се получи постоянна големина на амплитудната стойност на тока, независимо от големината на смущаващата честота.

2. Синтезиран е пасивен RLC -двуполусник от последователен тип, където захранващото напрежение е алгебричен сбор от три вида парциални напрежения, с една и съща смущаваща честота.

3. Резултатите от изследването могат да бъдат използвани както в изследователската работа, така и в учебния процес във ВТУЗ при обучението на студенти от машинни и електро специалности по дисциплините обща електротехника, теоретични основи на електротехниката и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гатев И., Електротехника-ч. I, С., Наука и изкуство, 1958.
- [2]. Ръководство за лабораторни упражнения по Електротехника и Електроника, (под общата редакция на доц. д-р Д. Цанов), С., АПАН-ООД, 1997.
- [3]. Фархи С., С. Папазов, Теоретична електротехника, ч. I, С., Техника, 1987.
- [4]. Den Hartog, J. P., Mechanical vibrations, Inc., New York Toronto London, Mc Graw-Hill Book Company, 1956.
- [5]. Петров Т., Метод за предотвратяване на резонанс и устройство за осъществяването му, България, С., Патент №46409/07.01.1986.
- [6]. Petrov T., Methods for creation of non-resonant oscillating systems, 2nd International Mechatronic Design and Modeling, Worskhop, November 13-17. 1995, Ankara-TURKEY, METU, TUBITAK-MODISA, Proceedings, 1995.
- [7]. Петров Т., Управление и синтез на безрезонансни трептения с отчитане на реалните съпротивления, XXI Национална Школа "Приложение на математиката в техниката", Варна, 24.08-02.09.1995, С., Сборник доклади и научни съобщения, стр. 255-260, 1995.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СТАТИЧЕСКО РЕШЕНИЕ НА ОРТОТРОПНА ИВИЦА - ПЛОЧА

Лилия Петрова¹

Кат. “Механика”, ВТУ “Тодор Каблешков”,
ул. “Гео Милев” 158, София 1574, България, E-mail: lbphr_sf_bg@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

В работата се извършва статическо решение на правоъгълна ортотропна ивица - плоча с постоянна дебелина, свободно подпряна по напречните и запъната по надлъжните си краища, от действие на произволни напречни товари, от температура и от единични премествания на краищата ^o. Използува се методът на единичните тригонометрични редове. Определени са функциите на преместванията и разрезните усилия, характеризиращи напрегнатото и деформирано състояние на ивицата. Направени са сравнения и изводи.

Ключови думи: статическо решение, ортотропна ивица - плоча

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Обобщеният метод на преместванията е ефективен за линейно изследване на двумерни конструкции с постоянна геометрия и коравини в надлъжно направление и прости (еднотипни) гранични условия по напречните краища, например дълги тънкостенни призматични или криволинейни конструкции. Чрез надлъжни разрези (линейни възли или възлови линии) конструкцията се разчленява (дискретизира) само в напречно направление на краен брой равнинни прави или криволинейни ивици (гредостени, плочи, призматични черупки). За основни неизвестни във всеки възел се приемат трите премествания на точките от възловите линии и завъртането около тези линии, т. е. всеки възел от ивицата има четири степени на свобода. Всяка ивица от основната система е свободно подпряна по напречните и запъната по надлъжните си краища. В общ случай в ивиците се пораждат мембранни и огъвни (моментови) усилия. Целта на настоящата работа е да се извърши аналитично статическо решение на правоъгълна ортотропна ивица - плоча с постоянна дебелина.

Външните натоварвания върху ивицата са произволни силиви, температурни и кинематични.

2. ИЗХОДНО ЧАСТНО ДИФЕРЕНЦИАЛНО УРАВНЕНИЕ, ПРЕМЕСТВАНИЯ И УСИЛИЯ В ИВИЦАТА.

Моментовото (индекс М) напрегнато и деформирано състояние на ортотропната ивица плоча (фиг. 1), се описва от следното частно диференциално уравнение от IV ред спрямо координатната система $Cxyz$ на ивицата [1]:

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_{xy} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = q(x,y) - \frac{1}{t_s} \left[D_x (\alpha_x + \nu_y \alpha_y) \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial x^2} + D_y (\alpha_y + \nu_x \alpha_x) \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial y^2} \right], \quad (1)$$

където

D_x, D_y, D_k са коравини на огъване, съответно по осите x и y и коравина на усукване

$$D_x = \frac{E_x t_s^3}{12(1-\nu_x \nu_y)}, \quad D_y = \frac{E_y t_s^3}{12(1-\nu_x \nu_y)}, \quad D_k = \frac{G_{xy} t_s^3}{12}, \quad (2)$$

¹Лилия Б. Петрова, гл. ас. инж.-мат., кат. “Механика”, ВТУ “Т. Каблешков”, бул. “Гео Милев” 158, София 1574

D_{xy} е ефективна коравина на усукване

$$D_{xy} = 2D_k + \nu_y D_x = 2D_k + \nu_x D_y;$$

$q(x,y)$ е функция на обобщените разпределени

$$\text{външни нормални товари } q(x,y) = q_z + \frac{\partial m_x}{\partial x} + \frac{\partial m_y}{\partial y},$$

$q_z(x,y)$ е функция на разпределените външни

повърхнинни товари по оста z , $m_x(x,y)$, $m_y(x,y)$

са функции на разпределените огъващи моменти, съответно по осите x и y ;

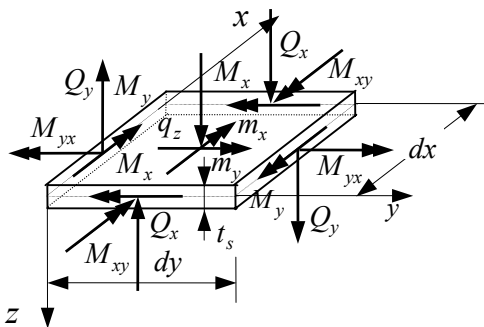
$\Delta T(x,y)$ е функция на неравномерното температурно изменение по дебелината на ивицата;

t_s , b_s , a са съответно дебелината, ширината и дължината на ивицата;

E_x , E_y и G_{xy} са съответно модули на линейните еластични деформации и на ъглова деформация по направление на осите x и y ;

ν_x , ν_y са коефициента на Поасон, съответно по осите x и y ;

α_x , α_y са коефициенти на линейно температурно разширение на материала, съответно по осите x и y ;



Фиг. 1. Диференциален елемент от плоча. Моментови усилия и товари.

Основна неизвестна е функцията на нормалното преместване $w(x,y)$ на точките от средната равнина на ивицата.

Разрезните усилия и преместванията в ивицата се определят по известните от теорията на еластичността зависимости [1].

Огъващи и усукващи моменти

$$\left\{ \begin{matrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} -D_x \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + (\alpha_x + \nu_y \alpha_y) \frac{\Delta T}{t_s} \right] \\ -D_y \left[\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + (\nu_x \alpha_x + \alpha_y) \frac{\Delta T}{t_s} \right] \\ -2D_k \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \end{matrix} \right\}, \quad (3)$$

Напречни усилия

$$\left\{ \begin{matrix} Q_x \\ Q_y \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} -D_x \left\{ \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \left[\nu_y + 2 \frac{G_{xy}}{E_x} (1 - \nu_x \nu_y) \right] \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} + (\alpha_x + \nu_y \alpha_y) \frac{1}{t_s} \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \right\} + m_x \\ -D_y \left\{ \nu_x + 2 \frac{G_{xy}}{E_y} (1 - \nu_x \nu_y) \right\} \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + (\nu_x \alpha_x + \alpha_y) \frac{1}{t_s} \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \right\} + m_y \end{matrix} \right\} \quad (4)$$

Приведени напречни усилия

$$\left\{ \begin{matrix} Q_x^* \\ Q_y^* \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} -D_x \left\{ \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \left[\nu_y + 2 \frac{G_{xy}}{E_x} (1 - \nu_x \nu_y) \right] \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} + (\alpha_x + \nu_y \alpha_y) \frac{1}{t_s} \frac{\partial \Delta T}{\partial x} \right\} + m_x - 2D_k \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \\ -D_y \left\{ \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \left[\nu_x + 2 \frac{G_{xy}}{E_y} (1 - \nu_x \nu_y) \right] \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + (\nu_x \alpha_x + \alpha_y) \frac{1}{t_s} \frac{\partial \Delta T}{\partial y} \right\} + m_y - 2D_k \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \end{matrix} \right\} \quad (5)$$

Завъртания относно осите x и y

$$\left[\begin{matrix} \varphi_x & \varphi_y \end{matrix} \right]^T = \left[\begin{matrix} \frac{\partial w}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial x} \end{matrix} \right]^T. \quad (6)$$

3. МЕТОД НА ЕДИНИЧНИТЕ ТРИГОНОМЕТРИЧНИ РЕДОВЕ ЗА РЕШЕНИЕ НА ОРТОТРОПНА ПРАВОЪГЪЛНА ИВИЦА - ПЛОЧА

Предполага се, че функциите на външните натоварвания и въздействия в надлъжно направление на ивицата могат да се представят във вид на равномерно сходящи единични тригонометрични редове

$$q(x,y) = \sum_{n=1}^{\infty} q_n(y) \sin \alpha_n x, \quad \Delta T(x,y) = \sum_{n=1}^{\infty} \Delta T_n(y) \sin \alpha_n x,$$

$$\alpha_n = \frac{n\pi}{a}, \quad (n=1,2,3,\dots,\infty), \quad (7)$$

където

$$q_n(y) = \frac{2}{a} \int_0^a q(x,y) \sin \alpha_n x dx, \quad \Delta T_n(y) = \frac{2}{a} \int_0^a \Delta T(x,y) \sin \alpha_n x dx \quad (8)$$

са n -ти коефициенти на Фурие в развитието на функциите в тригонометричен ред.

Функцията на еластичната повърхнина на ивицата (решението на частното диференциално уравнение (1)) се търси във вида

$$w(x,y) = \sum_{n=1}^{\infty} w_n(y) \sin \alpha_n x, \quad \alpha_n = \frac{n\pi}{a}, \quad (n=1,2,3,\dots,\infty). \quad (9)$$

При това автоматично се удовлетворяват граничните условия по свободно подпряните краища на ивицата, приети успоредни на оста x .

Неизвестната функция $w_n(y)$, ($n=1,2,3,\dots,\infty$) се определя от условието функцията $w(x,y)$ да удовлетворява уравнението (1). След заместване на (9) в (1), за определяне на $w_n(y)$ се получава следното нехомогенно диференциално уравнение от четвърти ред с постоянни коефициенти:

$$w_n^{IV}(y) - 2\gamma_{M,n}w_n''(y) + \delta_{M,n}^2w_n(y) = f_{M,n}(y), \quad (10)$$

където

$$2\gamma_{M,n} = \frac{2\alpha_n^2 D_{xy}}{D_y}; \quad \delta_{M,n}^2 = \frac{D_x \alpha_n^4}{D_y}; \quad f_{M,n}(y) = \frac{q_n(y)}{D_y} - \frac{1}{t_s D_y} [D_y(\alpha_x + \nu_x \alpha_x) \Delta T_n''(y) - D_x(\alpha_x + \nu_x \alpha_x) \alpha_n^2 \Delta T_n(y)]. \quad (11)$$

Видът на решението на диференциалното уравнение (10) зависи от коефициентите му γ_n и δ_n^2 . Изследвани са всички и са получени три физически възможни случая на решение [2].

Окончателно аналитичното решение на уравнението (10) добива вида

$$w(x,y) = \sum_{n=1}^{\infty} \{C_{M,n}\}^T \{h_n\} + \{\bar{w}_n\} \sin \alpha_n x, \quad (n=1,2,3,\dots,\infty), \quad (12)$$

където

$\{C_{M,n}\} = [A_{M,n} \ B_{M,n} \ C_{M,n} \ D_{M,n}]^T$ е вектор на интеграционните константи за общия интеграл на хомогенното уравнение за $w_n(y)$; Определя се от граничните условия по надлъжните краища $y=0$ и $y=b_s$ на ивицата;

$\{h_n\}$ е вектор на хиперболичните функции, различен във всеки от трите физически възможни случая на решение:

1) В случай 1 $\gamma_n > 0$ и $\delta_n < \gamma_n^2$,

$$\{h_n(y)\} = [ch \lambda_n y \ sh \lambda_n y \ ch \nu_n y \ sh \nu_n y]^T, \quad (13a)$$

където

$$\lambda_n = \sqrt{\gamma_n + \sqrt{\gamma_n^2 - \delta_n^2}}, \quad \nu_n = \sqrt{\gamma_n - \sqrt{\gamma_n^2 - \delta_n^2}}, \quad (n=1,2,3,\dots,\infty); \quad (14a)$$

2) В случай 2 $\gamma_n > 0$ и $\gamma_n^2 < \delta_n^2$,

$$\{h_n(y)\} = \begin{Bmatrix} \cos \mu_n y ch \varepsilon_n y \\ \sin \mu_n y ch \varepsilon_n y \\ \cos \mu_n y sh \varepsilon_n y \\ \sin \mu_n y sh \varepsilon_n y \end{Bmatrix}, \quad (13b)$$

където

$$\varepsilon_n = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{\delta_n + \gamma_n}, \quad \mu_n = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{\delta_n - \gamma_n}, \quad (n=1,2,3,\dots,\infty); \quad (14b)$$

3) На границата на случаи 1 и 2 $\gamma_n > 0$ и $\gamma_n^2 = \delta_n^2$,

$$\{h_n(y)\} = [ch \lambda_n y \ sh \lambda_n y \ \lambda_n y ch \lambda_n y \ \lambda_n y sh \lambda_n y]^T, \quad (13c)$$

където $\lambda_n = \nu_n = \sqrt{\gamma_n}$, ($n=1,2,3,\dots,\infty$). (14c)

$\{\bar{w}_n\}$ е частен интеграл на нехомогенното диференциално уравнение (10) за $w_n(y)$;

След заместване на израза за функцията $w(x,y)$ в зависимостите (3), (4), (5) и (6), за преместванията и разрезните усилия в ивицата се получават следните изрази:

Огъващи моменти

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \left\{ \begin{array}{l} -D_x \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_{1n}\} + \left[\nu_y \bar{w}_n'' - \alpha_n^2 \bar{w}_n + (\alpha_x + \nu_x \alpha_x) \frac{1}{t_s} \Delta T_n \right] \sin \alpha_n x \right] \\ -D_y \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_{2n}\} + \left[-\nu_x \alpha_n^2 \bar{w}_n + \bar{w}_n'' + (\nu_x \alpha_x + \alpha_y) \frac{1}{t_s} \Delta T_n \right] \sin \alpha_n x \right] \\ -2D_k \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_n^I\} + \bar{w}_n^I \right] \alpha_n \cos \alpha_n x \end{array} \right\}, \quad (15)$$

Напречни сили

$$\begin{Bmatrix} Q_x \\ Q_y \end{Bmatrix} = \left\{ \begin{array}{l} -D_x \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_{3n}\} + \left[-\alpha_n^3 \bar{w}_n + \left(\nu_y + 2 \frac{G_{xy}}{E_x} (1 - \nu_x \nu_y) \right) \alpha_n \bar{w}_n'' + (\alpha_x + \nu_x \alpha_x) \frac{1}{t_s} \alpha_n \Delta T_n \right] \cos \alpha_n x + \sum_{n=1}^{\infty} m_n \sin \alpha_n x \right] \\ + \sum_{n=1}^{\infty} m_n \sin \alpha_n x \end{array} \right\}, \quad (16)$$

$$\begin{Bmatrix} Q_x^* \\ Q_y^* \end{Bmatrix} = \left\{ \begin{array}{l} -D_y \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_{4n}\} + \left[\nu_x + 2 \frac{G_{xy}}{E_y} (1 - \nu_x \nu_y) \right] \alpha_n^2 \bar{w}_n^I + \bar{w}_n''' + (\nu_x \alpha_x + \alpha_y) \frac{1}{t_s} \Delta T_n^I \right] \sin \alpha_n x + \sum_{n=1}^{\infty} m_n \sin \alpha_n x \\ -2D_k \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_n^{II}\} + \bar{w}_n^{II} \right] \alpha_n \cos \alpha_n x + \sum_{n=1}^{\infty} m_n \sin \alpha_n x \\ -D_x \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_{5n}\} + \left[\bar{w}_n''' - \alpha_n^3 \left(\nu_x + 2 \frac{G_{xy}}{E_x} (1 - \nu_x \nu_y) \right) \bar{w}_n^I + (\nu_x \alpha_x + \alpha_y) \frac{1}{t_s} \Delta T_n^I \right] \sin \alpha_n x + 2D_k \sum_{n=1}^{\infty} \left[\{C_{M,n}\}^T \{h_n^I\} + \bar{w}_n^I \right] \sin \alpha_n x + \sum_{n=1}^{\infty} m_n \sin \alpha_n x \right] \end{array} \right\}, \quad (17)$$

Завъртания относно осите x и y

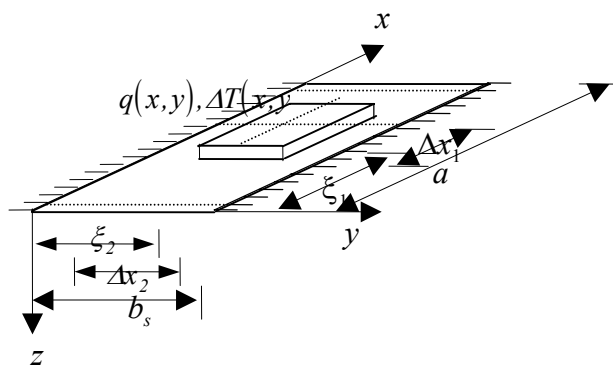
$$\left\{ \begin{matrix} \varphi_x \\ \varphi_y \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\{C_{M,n}\}^T \{h_n^I\} + \bar{w}_n^I \right) \sin \alpha_n x \\ \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \left(\{C_{M,n}\}^T \{h_n\} + \bar{w}_n \right) \cos \alpha_n x \end{matrix} \right\}. \quad (18)$$

В изразите (15)-(17) са използвани означенията

$$\begin{aligned} (\dots)^I &= \frac{d(\dots)}{dy}, \\ \{h_{1n}\} &= +v_y \{h_n^{II}\} - \alpha_n^2 \{h_n\}, \quad \{h_{2n}\} = -v_x \alpha_n^2 \{h_n\} + \{h_n^{II}\}, \\ \{h_{3n}\} &= -\alpha_n^3 \{h_n\} + \left(v_y + \frac{2G_{xy}}{E_x} (1 - v_x v_y) \right) \alpha_n \{h_n^{II}\}, \\ \{h_{4n}\} &= - \left(v_x + \frac{2G_{xy}}{E_y} (1 - v_x v_y) \right) \alpha_n^2 \{h_n^I\} + \{h_n^{III}\}. \end{aligned} \quad (19)$$

4. РЕШЕНИЕ НА ПРАВОЪГЪЛНА ОРТОТРОПНА ИВИЦА ОТ ПОВЪРХНИННИ ТОВАРИ И ОТ НЕРАВНОМЕРНО ТЕМПЕРАТУРНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ

В общ вид основния случай на повърхнинно натоварване и неравномерно температурно въздействие върху ивицата - плоча е представен на фиг. 2. Основни параметри на натоварването (въздействието) са: q , ΔT - интензивност, ξ_1, ξ_2 - координати на ц. т., $\Delta x_1, \Delta x_2$ - размери на печата. Всички останали случаи на натоварване (въздействие) върху ивицата се получават като частни случаи чрез вариране на параметрите му. Приема се произволно разпределение на натоварванията и въздействията върху повърхността на ивицата.



Фиг. 2. Локална координатна система,

подпирание и натоварване на ивица - плоча

Определяне на частния интеграл (решение) $\bar{w}_n(y)$ на диференциалното уравнение (1). Той отразява влиянието на повърхнинните товари и въздействия върху напрегнатото и деформирано състояние на ивицата. Определя се за конкретно дадения товар. Зависи от начина на действие на товарите (вида на функциите на натоварванията) в напречно направление на ивицата. В общ случай, когато товарът $q(x,y)$ е прекъсната функция на напречната координата y , той не

може да се представи с един и същ аналитичен израз по цялата ширина на ивицата b_s и това създава затруднения при решаване на частното диференциално уравнение (1). С оглед използване на разглежданата ортотропна правоъгълна ивица при изследване на тънкостенни призматични конструкции с аналитичния метод на крайните ивици (АМКИ), може да се приеме непрекъснато разпределение на товарите в напречно направление на ивицата (по оста y).

Определяне на вектора на интеграционните константи $\{C_{N,n}^q\}$

Изразите за $w(x,y)$ и $\varphi_x(x,y)$ от (12) и (18) се подчиняват на граничните условия:

$$\begin{aligned} w(x,0) &= 0; & w(x,b_s) &= 0; \\ \varphi_x(x,0) &= 0; & \varphi_x(x,b_s) &= 0. \end{aligned} \quad (20)$$

За определяне на $\{C_{N,n}^q\}$ се получава следната система уравнения

$$[H_{w,n}] \{C_{M,n}^q\} + \{R_{M,n}^q\} = 0, \quad (21)$$

където:

$$[H_{w,n}] = \begin{bmatrix} \{h_n(0)\}^T \\ \{h_n^I(0)\}^T \\ \{h_n(b_s)\}^T \\ \{h_n^I(b_s)\}^T \end{bmatrix}; \quad \{R_{M,n}^q\} = \begin{bmatrix} \bar{w}_n^-(0) \\ \bar{w}_n^{-I}(0) \\ \bar{w}_n^-(b_s) \\ \bar{w}_n^{-I}(b_s) \end{bmatrix}. \quad (22)$$

Усилията и преместванията в ивицата-плоча се получават по изразите (12), (15), (16), (17) и (18), в които константите $\{C_{M,n}\}$ се заместват с $\{C_{M,n}^q\}$. Реактивните усилия във възлите на ивицата - плоча се определят от изразите за Q_y^* , M_y (форм. (17), (15)) при $y=0$ и $y=b_s$.

5. РЕШЕНИЕ НА ПРАВОЪГЪЛНА ОРТОТРОПНА ИВИЦА - ПЛОЧА ОТ ЕДИНИЧНИ КИНЕМАТИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪВ ВЪЗЛИТЕ °

Последователно на всеки от краищата на ивицата $y=0$ (възел i) и $y=b_s$ (възел j) се дава принудително обобщено единично преместване (вертикално преместване или завъртане), създаващо в нея моментно напрегнато състояние. Векторът на обобщените премествания на възлите на ивицата в моментното ° напрегнато състояние означаваме с

$$\begin{aligned} \{z_M\} &= \left\{ \{z_{M,i}\} \quad \{z_{M,j}\} \right\}^T = \\ &= \left\{ z_{M,i}^1 \quad z_{M,i}^2 \quad z_{M,j}^1 \quad z_{M,j}^2 \right\}^T = \{w_i \quad \varphi_i \quad w_j \quad \varphi_j\}^T. \end{aligned} \quad (23)$$

На всяко обобщено възлово преместване $\{z_M\}$ съответствува обобщено възлово реактивно

усилие $\{r_M\}$. Векторът на обобщените възлови реактивни усилия, съответстващи на обобщените възлови премествания в моментното напрегнато състояние на ивицата, се означава с

$$\{r_M\} = \left\{ \left\{ r_{M,i} \right\} \left\{ r_{M,j} \right\} \right\}^T = \left\{ r_{M,i}^1 \quad r_{M,i}^2 \quad r_{M,j}^1 \quad r_{M,j}^2 \right\}^T = \left\{ -Q_{y,i}^* \quad M_{y,i} \quad +Q_{y,j}^* \quad -M_{y,j} \right\}^T. \quad (24)$$

Положителните посоки на зададените премествания и на реактивните усилия съвпадат с положителните посоки на съответните координатни оси на ивицата. Компонентите на векторите на преместванията $\{z_M\}$ и на реактивните усилия $\{r_M\}$ са функции на надлъжната координата x и се развиват в ред на Фурие

$$\{z_M\}^T = \sum_{n=1}^{\infty} z_{M,n}^T [d_{M,n}(x)], \quad \{r_M\}^T = \sum_{n=1}^{\infty} r_{M,n}^T [d_{M,n}(x)], \quad (25)$$

където

$$\{z_{M,n}\}, \{r_{M,n}\} \text{ са вектори, } n\text{-ти коефициенти на}$$

Фурие в развитието на функциите $\{z_M\}$ и $\{r_M\}$ в тригонометричен ред;

$$[d_{M,n}(x)] = \text{diag}[\sin \alpha_n x \quad \sin \alpha_n x]. \quad (26)$$

Т. е. в свързаната с ивицата координатна система

$$z_M^{1,2} = \sum_{n=1}^{\infty} z_{M,n}^{1,2} \sin \alpha_n x, \quad r_M^{1,2} = \sum_{n=1}^{\infty} r_{M,n}^{1,2} \sin \alpha_n x \quad (27)$$

Обобщените премествания на възлите на ивицата $\{z_M\}$ могат да се изразят и по следния начин:

$$\begin{aligned} z_i^1(x) &= w(x, 0), & z_i^2(x) &= \varphi_x(x, 0), \\ z_j^1(x) &= w(x, b_s), & z_j^2(x) &= \varphi_x(x, b_s). \end{aligned} \quad (28)$$

Съответните им обобщени възлови реактивни усилия могат да се представят и във вида

$$\begin{aligned} r_i^1(x) &= -Q_y^*(x, 0), & r_i^2(x) &= M_y(x, 0), \\ r_j^1(x) &= Q_y^*(x, b_s), & r_j^2(x) &= -M_y(x, b_s). \end{aligned} \quad (29)$$

В случай, когато външното въздействие върху ивицата се състои само в единични премествания на краищата $^{\circ}$, диференциалното уравнение на моментното състояние на ивицата (1) е хомогенно

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2D_{xy} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = 0. \quad (30)$$

От (30) и (9) следва, че общият интеграл на уравнението (30) има вида

$$w_n(y) = \{ \tilde{C}_{M,n} \}^T \{ h_n \}. \quad (31)$$

Векторът на интеграционните константи $\{ \tilde{C}_{M,n} \}$ за общия интеграл на хомогенното диференциално уравнение за $w_n(y)$ се определя от граничните условия в линейните възли на ивицата. Изразите за $w(x, y)$ от (12) и $\varphi_x(x, y)$ от

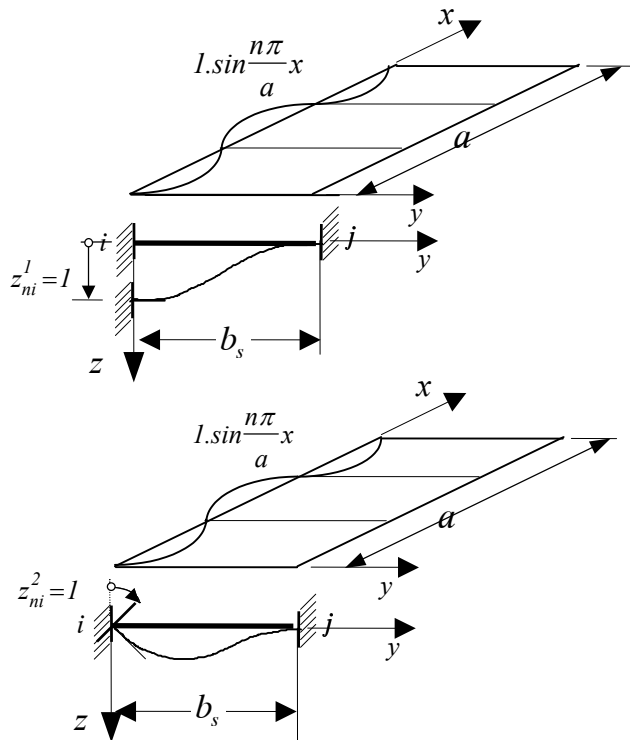
(18) се подчиняват на граничните условия при $y=0$, $\{z_i\}=\{0\}$; при $y=b_s$, $\{z_j\}=\{0\}$. (32)

Получава се система уравнения, която може да се запише във вида:

$$[H_{w,n}] \{ \tilde{C}_{M,n}^p \} = \{ \tilde{z}_{M,n}^p \}. \quad (33)$$

Съответстващите на отделните единични премествания на краищата на ивицата вектори $\{ \tilde{z}_{M,n}^p \}$ ($p=1, 2, 3, 4$) имат следния вид (фиг. 3):

$$\{ \tilde{z}_{M,n}^1 \} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}, \{ \tilde{z}_{M,n}^2 \} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}, \{ \tilde{z}_{M,n}^3 \} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix}, \{ \tilde{z}_{M,n}^4 \} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix}. \quad (34)$$



Фиг. 3. Единични премествания на възел i от ивицата - плоча

Изразите за преместванията и усилията в произволна точка от ортотропната ивица - плоча от единични премествания на краищата $^{\circ}$, след някои преобразувания, добиват вида

Огъващи моменти

$$\begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} = \left\{ \begin{aligned} & -D_x \sum_{n=1}^{\infty} \{ \tilde{C}_{M,n} \}^T \{ h_{1n} \} \sin \alpha_n x \\ & -D_y \sum_{n=1}^{\infty} \{ \tilde{C}_{M,n} \}^T \{ h_{2n} \} \sin \alpha_n x \\ & -2D_k \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \{ \tilde{C}_{M,n} \}^T \{ h_n^1 \} \cos \alpha_n x \end{aligned} \right\}, \quad (35)$$

Напречни сили

$$\begin{cases} Q_x \\ Q_y \end{cases} = \begin{cases} -D_x \sum_{n=1}^{\infty} \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_{3n}\} \cos \alpha_n x \\ -D_y \sum_{n=1}^{\infty} \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_{4n}\} \sin \alpha_n x \end{cases}, \quad (36)$$

Приведени напречни усилия

$$\begin{cases} Q_x^* \\ Q_y^* \end{cases} = \begin{cases} -D_x \sum_{n=1}^{\infty} \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_{3n}\} \cos \alpha_n x - \\ -2D_k \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_n^{II}\} \cos \alpha_n x \\ -D_y \sum_{n=1}^{\infty} \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_{4n}\} \sin \alpha_n x + \\ +2D_k \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n^2 \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_n^I\} \sin \alpha_n x \end{cases}. \quad (37)$$

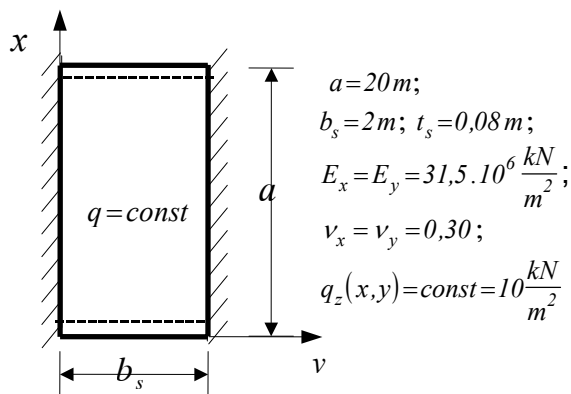
Завъртания относно осите x и y

$$\begin{cases} \varphi_x \\ \varphi_y \end{cases} = \begin{cases} \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_n\} \cos \alpha_n x \\ \sum_{n=1}^{\infty} \{\tilde{C}_{M,n}\}^T \{h_n^I\} \sin \alpha_n x \end{cases}. \quad (38)$$

По изложения метод е написана програма на алгоритмичния език ФОРТРАН-77 Версия 5.21 за РС.

6. ЧИСЛЕН ПРИМЕР

Правоъгълна стоманобетонна ивица - плоча с постоянна дебелина, свободно подпряна по напречните и запъната по надлъжните си краища, е изобразена на фиг. 4. Размерите на ивицата, физически характеристики на материала $^{\circ}$ и натоварването са:



Фиг. 4. Изотропна ивица

Да се определят стойностите на вътрешните усилия и реакции в характерни точки от ивицата.

Тъй като по отношение на оста y $q(x, y) = \text{const}$, частният интеграл на нехомогенното диференциално уравнение (1) се избира във вид на константа. От (1), (9) и (7) се получава $\bar{w}_n(y) = \frac{q_n(y)}{D_y \delta_{M,n}^2}$, където за дадения

товар n -тият коефициент на Фурие има вида

$$q_n(y) = \frac{2q}{a} \frac{1}{\alpha_n} (1 - \cos n\pi), (n=1,2,3,\dots,\infty).$$

Резултати от решението са дадени в табл. 1.

Табл. 1. Премествания и усилия в ивицата

коорд. (x, y)	$w(x, y)$ [m]	$M_y(x, y)$ [kN.m] m	$Q_y^*(x, y)$ [kN] m
(0,0)	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
$(\frac{a}{2}, 0)$	0.00000E+00	-0.31292E+01	0.89718E+01
$(\frac{a}{2}, \frac{b_s}{4})$	0.14979E-03	0.38184E+00	0.46488E+01
$(\frac{a}{2}, \frac{b_s}{2})$	0.266704E-03	0.15700E+01	0.00000E+00
$(\frac{a}{2}, \frac{3b_s}{4})$	0.14979E-03	0.38184E+00	-0.46488E+01
$(\frac{a}{4}, 0)$	0.00000E+00	-0.305458E+01	0.89597E+01
$(\frac{3a}{4}, 0)$	0.00000E+00	-0.305458E+01	0.89597E+01

Сравнение на получените резултати

В [3] за правоъгълната ивица от фиг. 4 при $\nu=0.3$, $w(\frac{a}{2}, \frac{b_s}{2}) = \alpha \frac{qb_s^4}{D}$, $M_y = \beta_2 \cdot qb_s^2$, $M_y = \gamma qb_s^2$.

При $b_s \leq a$ и $\frac{a}{b_s} = \infty$ $\alpha = 0,00260$, $\beta_1 = 0,0125$,

$\beta_2 = 0,0417$, $\gamma = -0,0833$ и $w(\frac{a}{2}, \frac{b_s}{2}) = 0,0003026\text{ m}$;

$M_y(\frac{a}{2}, 0) = -3,332 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$; $M_y(\frac{a}{2}, \frac{b_s}{2}) = 1,668 \frac{\text{kN.m}}{\text{m}}$;

Още при брой на задържаните членове в тригонометричните редове $n=7$ получените резултати от автоматизираното решение на ивицата съвпадат с дадените в литературата. Предстои решение и анализ на резултатите при различни натоварвания и ивици, както и изследвания на сходимостта.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледаната ивица представлява основен елемент на дискретизирани тънкостенни конструкции. Решението $^{\circ}$ е задължителен етап при приложение на АМКИ за изследването им. Получените резултати позволяват вграждане на решението на ортотропната ивица в програма за изследване на тънкостенни призматични конструкции.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Върбанов Хр., А. Тепавичаров, Т. Ганев, Техника, София, Приложна теория на еластичността и пластичността 1992.
- [2] Кончковский З., Плиты Статические расчеты, Стройиздат, Москва, 1982.
- [3] Тимошенко С., Войновский - Кригер С., Пластинки и оболочки, Москва, 1988.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на ХХІ век”

ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗ НА ТЕОРИИТЕ И АНАЛИТИЧНИТЕ МЕТОДИ ЗА СТАТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКОВИ КОНСТРУКЦИИ

Христо Т. Христов¹

ВТУ “Т.Каблешков”, ул. Гео Милев 158, София 1574, България; chtch_sofia_bg@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

В работата е представен обзор и анализ на теориите, подходите, схемите и аналитичните методи за линейно статическо изследване на ротационни черупки, криволинейни пръти и пръстени и на съчетани ротационни черупкови конструкции. Оценени са техните предимства, недостатъци и приложимост. Направени са изводи.

Ключови думи: преглед, теории, аналитични методи, статическо изследване, ротационни черупкови конструкции

УВОД

Ротационните тънкостенни конструкции са съставени от ротационни черупки и укрепващи кръгови пръстени във възлите. Те намират широко приложение в много области на техниката: строителство, машиностроене, съдостроене, самолетостроене, енергетика и др.

При статическото решение на ротационни конструкции в линейна постановка може да се смята за общоприето представянето на външните товари и неизвестните функции с тригонометрични редове на Фурие в пръстеновидно направление. То е приложено още в 1908 г. от Райснер Е. при решаване на циклични ферми. Този подход е подробно разработен в редица трудове на Сегал А. И. [17]. Той създава теорията за изчисляване на циклически симетрични конструкции, частен случай от които са и ротационните. Методът на тригонометричните редове (МТР) при ротационни конструкции води до разделяне на променливите в зависимостите, описващи

работата на конструкцията, което позволява да се намали размерността на задачата с единица. Това внася съществено облекчение при изследването на конструкциите, защото дава възможност опростената задача относно амплитудните стойности на неизвестните величини да се реши с по-прости средства и със значително по-малки компютърни ресурси.

Предимствата на този метод нарастват значително при затворени по направление на паралела ротационни конструкции. В този случай най-често външните натоварвания и въздействия се представят с обикновени редове на Фурие с малък брой членове. Известни са редица свойства на Фуриеровите редове и изследвания за сходимостта им. При прилагането на този полуаналитичен метод за ротационни черупки двумерната задача за определяне на напрегнатото и деформирано състояние се свежда до едномерна. Отделните методи се различават помежду си главно по начина, по който се решава едномерната задача в меридианно направление.

¹ Христо Т. Христов, доц. д-р. инж.-мат.; ВТУ “Т. Каблешков”, ул. Гео Милев 158, София 1574

**ПРЕГЛЕД НА ОСНОВНИТЕ УРАВНЕНИЯ
НА РОТАЦИОННИТЕ ЧЕРУПКИ И
АНАЛИТИЧНИТЕ МЕТОДИ ЗА
РЕШАВАНЕТО ИМ**

Общата линейна теория на тънките еластични черупки, изградена върху хипотезата на Кирхоф-Лъв, е изложена пълно в монографиите на Власов В. З. [4], Новожилов В. В. [13], Лурие А. И. [9], Голденвейзер А. Л. [6], Черних К. Ф. [23], Филин А. П. [19], Бидерман В. Л. [1], Колкунов Н. В. (1987), Флюге В. (1961) и др. Будиански Б. и Сандерс Ж. (1963) доказват, че от многобройните, малко различаващи се варианти на тази теория, вариантът на Новожилов [13] е в определен смисъл “най-добър”. Приближените теории на черупките, отнасящи се за определени класове черупки, са изложени в монографиите [4], [13], [1], [19] и др.

На математическото представяне на геометрията на черупковите конструкции при автоматизирано изследване е посветена монография на Фокс А. и Прат М. (1982). Някои сведения за геометрията на ротационните повърхнини в инженерен аспект се съдържат в работите [19], [1], [8], [3], [15], а в математически аспект - в справочната литература. Използвани са различни функции за представяне на променливата дебелина на черупката и са формулирани основните изисквания към нея. В [1], [22] се прави сравнение между отделните видове локални координати и се отдава предпочитание на каноничните координати. Геометрично изследване на неявно зададени ротационни черупки е направено в [21].

Исходните уравнения на ротационните черупки се получават като частен случай от общата теория на черупките [1], [15], [19] или се извеждат, като се изходи непосредствено от работата на ротационната черупка [3], [8], [2]. В литературния преглед са включени предимно трудове, засягащи статическото решение на гладки кръгови ротационни черупки с произволна форма на меридиана и затворени по направление на паралела.

Някои задачи за произволно натоварени ротационни черупки с променлива дебелина по меридиана са решени от Лукашевич С. (1961) въз основа на изведените смесени уравнения “тип Власов” на общата техническа теория на черупките. Теорията на полегатите черупки е използвана в [3] за решаване на някои ротационни черупки.

Разчленяването на общото напрегнато състояние на черупката на безмоментово и краев ефект е най-широко разпространеният приблизителен метод за статическо изчисляване на дълги ротационни черупки при ососиметрично и обратно симетрично натоварване. Той е предложен без доказателство още от Лъв А. (1927) за ососиметрично натоварени ротационни черупки с постоянна дебелина. Двете съставки на напрегнатото състояние са изследвани в монографиите [13], [4], [14] и др. В. З. Власов доказва, че безмоментово състояние невинаги може да се установи при произволно натоварени ротационни черупки със средна повърхнина от втори ред, особено ако те са с отрицателна гаусова кривина, и формулира условия за мигновена изменяемост на тези черупки по безмоментовата теория [4]. Теориите на основното напрегнато състояние, на простия и обобщения краев ефект са разработени най-пълно от Голденвейзер А. Л. [6]. Той дава и критериите за установяване на безмоментово състояние. Уточнен метод за определяне на простия краев ефект при полегати черупки, включително ротационни, в геометрично нелинейна постановка и с отчитане влиянието на нормалните усилия е създаден от Мишонов М. (1962).

Полубезмоментовата теория на цилиндрични дълги черупки [4] приема много по-бързо изменение на напрегнатото състояние по паралела, отколкото по меридиана [13], [1].

Важна роля в развитието на теорията на ротационните черупки са изиграли и някои аналитични методи за опростяване, решаване, анализ и класификация на задачите от тази теория. За ососиметрично натоварена ротационна черупка с произволна форма на меридиана Майснер Е. (1915) получава две основни, симетрично построени диференциални уравнения от втори ред относно меридианното напречно усилие и меридианния ъгъл на завъртане. С това той обобщава резултатите, установени от Райснер Е. за сферична черупка. Авторът изследва условията за разпадането им до две независими уравнения от четвърти ред. Посредством комплексно представяне те се свеждат до едно уравнение от втори ред относно комплексна променлива, което е интегрирано с асимптотичен метод. Този подход на учените от Цюрихската школа е неефективен, тъй като се търси математически точно решение, числената реализация на което води до сумиране на бавно сходящи редове. За

ососиметрични температурни задачи уравнението на Майснер е получено от Лурие А. И. [9]. Редица ососиметрични задачи са решени по моментовата теория в [9], [22], [14] и др.

Прост, рационален и най-често прилаган метод за решаване на ососиметрично натоварени ротационни черупки с постоянна дебелина е разработен в трудовете на Щаерман И. Я., Пастернак П. Л. и особено на Гекелер И. (1930). С помощта на асимптотичен метод той получава едно обикновено диференциално уравнение от четвърти ред, което съвпада с уравнението на греда върху винклерова еластична основа. Решението му се търси с функциите на Цимерман Х. При дълги черупки те са затихващи и това позволява контурните смущения в двата края да се изследват независимо.

За ротационни черупки с постоянна дебелина, натоварени с обратно симетричен товар, Новожилов В. В. (1946) получава уравнение тип "Майснер". Този резултат е обобщен за черупки с променлива дебелина в [22]. Авторът проследява дълбока аналогия между това първо неососиметрично натоварване и ососиметричния случай. Установено е, че в тези два случая на несамоуравновесени хармонични товари и статически определимо подпиране, основното комплексно уравнение от втори ред се получава благодарение на намерените две първи квадратури на уравненията на статиката и на уравненията за съвместимост на деформациите. При циклически самоуравновесени товари това понижаване на реда на основната система се оказва невъзможно в общия случай. За температурни задачи уравнението тип "Майснер" е получено в [22], където е предложен и начин за решаването му с помощта на асимптотичен метод.

За произволно натоварена ротационна черупка с постоянна дебелина Новожилов В. В. [13] установява две приближени независими основни диференциални уравнения от втори ред, въз основа на комплексното преобразуване. Едното от тях съвпада с основното уравнение на безмоментовата теория, а другото е подобно на уравнението на ососиметричния краевия ефект. За широк клас ротационни черупки тези уравнения са точни. Авторът дава нова трактовка на подхода, предложен за ососиметрични задачи от Льв, оценява грешката на метода и предлага асимптотичен метод за интегриране на диференциалните уравнения. Този резултат е обобщен от Черних К. Ф. [23] за ротационни

черупки с променлива дебелина и за температурни задачи. Тези задачи са изследвани най-пълно в монографията [15] и по-ограничено - в [7], [22], [23].

Методът на началните параметри, предложен от Крилов А. Н., се прилага за решаване на някои задачи предимно за къси или полегати ротационни черупки [9], [1], [8].

На аналитичните методи за изследване на ротационни черупки са посветени монографиите [24], [22], [14] и др. В тях се разглеждат подробно ротационни черупки с канонична форма, с постоянна дебелина и някои случаи на променлива дебелина. Изследвани са най-вече ососиметричния и обратно симетричния случай. Дадени са формули и таблици за практическо ползване.

Когато ротационните черупки служат за фундаменти на някои конструкции се налага решаването на свързаната контактна задача, включваща съвместното действие на системата конструкция-фундамент-земна основа. Преглед на основните модели на деформируема основа и на методите за решаване на контактната задача, сравнение и оценка на техните свойства и условията за приложението им при прътови конструкции и плочи са направени от Божинов Б., Етимов Т. и Райкова Д. (1982). Основите на общата теория и методите за изчисляване - аналитични и числени, на ососиметричните силови и температурни контактни напрежения и деформации са изследвани подробно от Грилицки Д. В. и Кизима Я. М. (1981).

Основните частни и обикновени диференциални уравнения за преместванията на ротационни черупки с нулева и с ненулева гаусова кривина и с променлива дебелина, лежащи на винклерова еластична основа и натоварени с произволни силови и температурни товари са получени съответно в [10] и [21].

Подразделение и някои изследвания за особените централни точки на черупките (пресечните точки с ротационната ос) са извършени в инженерно отношение в [23], [7], [11], [10], [3], [1], [4], [22], [21], а в математическо отношение - в справочната литература.

ТЕОРИИ И АНАЛИТИЧНИ МЕТОДИ ЗА РЕШАВАНЕ НА ТЪНКИТЕ И ТЪНКОСТЕННИТЕ КРИВОЛИНЕЙНИ ПРЪТИ И КРЪГОВИ ПРЪСТЕНИ

Класическата теория на тънките криволинейни пръти (теория на Кирхоф -

Клебш - Сен-Венан) се основава на същите предпоставки, върху които е изградена теорията на правите пръти (теория на Бернули - Навие - Сен-Венан). Тя е използвана през 19-ти век в работите на редица учени за решаване главно на някои частни задачи, свързани с работата на равнинен криволинеен прът в неговата равнина или перпендикулярно на нея.

Основните резултати в областта на пространствената деформация на тънките криволинейни пръти принадлежат на съветските учени. Я. А. Пратусевич [16] дава нагледен извод и обобщава изходните групи диференциални уравнения, описващи поведението на пространствен криволинеен прът, натоварен произволно, на който една от локалните координатни оси съвпада с главна инерционна ос на напречното сечение. В същата работа са получени в частен случай основните системи диференциални уравнения за усилията и за преместванията на равнинен криволинеен прът и на кръгов пръстен за някои товари, действащи в равнината на пръта и перпендикулярно на нея. Строго изложение на общата теория на тънките пръти е направено в работата [20] с единен подход, свойствен на теорията на еластичността. Получени са изходните групи уточнени уравнения на пръта и формули за изчисляване на усилията и преместванията по метода на началните параметри (МНП).

При изследването на кръговите тънки и тънкостенни пръстени А. И. Сегал [18] показва, че приложението на МТР позволява да се сведат линейните диференциални зависимости до алгебрични. Д. В. Вайнберг (1939) изследва по МНП равнинен криволинеен прът върху винклерова еластична основа. Една от главните инерционни оси на пръта лежи в равнината му. А. И. Сегал [18] решава подобна задача за кръгов пръстен, като прилага МТР. Решението на Вайнберг е обобщено за кръгов прът с произволно сечение от Гензелев Б. М. и Китовер К. А. (1982). В същата работа и в [8] е получена основната система от 12 уравнения от първи ред на кръгов прът в каноничен матричен вид. Неизвестният вектор съдържа търсените премествания, завъртания и разрезни величини. Получени са формули за определяне на фундаменталните решения и частното решение по МНП. В. И. Мяченков и И. В. Григорьев [11] извеждат основното матрично уравнение за преместванията на кръгов пръстен, натоварен със самоуравновесени силови и моментови разпределени товари. Д. А. Родригес (1961) и Ф. С. Уийлър (1966) изследват кръгов пръстен,

лежащ върху тримерна еластична основа съответно с 2 и 6 еластични константи. М. Мишонов [10] обобщава физическите и статическите уравнения при термоеластични задачи за равнинен криволинеен прът “върху” ососиметрична винклерова еластична основа и получава основните уравнения за преместванията на кръговия пръстен. Основните уравнения за преместванията на тънък криволинеен прът и на кръгов пръстен с произволно напречно сечение, лежащ на тримерна винклерова еластична основа и натоварен с произволни разпределени силови и температурни товари са изведени в [21].

В практиката са намерили приложение два точни подхода за определяне на геометричните характеристики на произволно полигонално напречно сечение - плътно или с кухини. Първият подход се основава на сумиране приносите на триъгълниците, образувани при съединяване върховете на фигурата с началото на координатната система [11]. Вторият, по-прост и по-рационален подход е предложен от Мишонов М. [10] и се основава на точно решение на съответните интегрални, с които се изразяват търсените величини в затворената област, заета от фигурата. Инерционният момент при усукване на пръта може да бъде определен в общия случай по различни приближени аналитични начини [5], [10] или с помощта на числени методи. Например уравнението на Поасон може да бъде интегрирано по МКЕ или с помощта на гредовата аналогия. При определена функция на усукването инерционният момент се получава чрез числено интегриране. Изчисляване на геометричните характеристики на произволни тънкостенни напречни сечения е изложено от Станоев Е. (1990).

В. З. Власов разпространява (1946), а впоследствие разширява в [5] създадената от него обща теория на тънкостенните пръти с отворен недеформируем контур на напречното сечение върху криволинейни тънкостенни пръти - равнинни и пространствени. Въз основа на тази теория в [8] е получена основната система от 14 диференциални уравнения от първи ред на тънкостенен кръгов прът.

Хипотезата за недеформируемост на контура на напречното сечение, обаче има ограничена приложимост за криволинейни тънкостенни пръти [8] и това усложнява изследването им. Решени са предимно някои частни случаи с отказ от тази хипотеза [1]. Уравненията на тънките и тънкостенните криволинейни пръти с отворен контур на напречното сечение са

изведени от уравненията на теорията на еластичността от Понятовский В. В. (1980) чрез асимптотичен метод. Тези теории не са изградени и анализирани напълно.

Криволинейните тънкостенни пръти с отворен и затворен контур могат да се изследват и като черупкови конструкции [8]. Тази идея е приложена от Кристек В. (1974) при съставянето на изчислителна програма за изследване главно на тънкостенни кръгови мостови греди със затворен и отворен контур на напречното сечение с МКИ при използване на крайни ивици с праволинеен меридиан. Идеята е използвана и в [21] с крайни ивици с криволинеен меридиан. Тя е прилагана за прави тънкостенни пръти от Улицки Б. Е. (1962), Александров А. В. (1963), Власов В.З. (1958), Немчинов Ю.И. (1980) и др.

В справочната литература и в [8] се съдържат формули и таблици за определяне на разрезните величини и преместванията на тънки и тънкостенни кръгови пръти и пръстени. Те са получени на основата на известни аналитични методи за статическо решение: МНП, силов метод и др., и са удобни за ръчни изчисления. За статически определимо подпрени или лежащи върху винклерова еластична основа пръти и пръстени са дадени прости формули в затворен вид при някои често срещани елементарни силови товари.

АНАЛИТИЧНИ МЕТОДИ ЗА СТАТИЧНО РЕШАВАНЕ НА КОНТАКТНАТА ЗАДАЧА ВЪВ ВЪЗЛИТЕ НА СЪЧЕТАНИ РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКОВИ КОНСТРУКЦИИ

Статическото изследване на съчетаните ротационни черупкови конструкции е свързано с решаването на контактната задача във възлите на конструкцията. При използване на МТР в пръстеновидно направление, тази задача става едномерна в меридианно направление. Често използван подход за нейното решаване, независимо от това, дали черупките се изчисляват с аналитичен или числен метод, е приложението на аналитичните методи на строителната механика - деформационен [10], [21], силов, смесен, вариационно-деформационен [12]. Чрез тях се извършва отначало едра математическа дискретизация. Отделната черупка-суперелемент от основната система се решава с някой от гореспоменатите аналитични методи. Той се среща в работите на Пастернак П. Л. (1961), Лурье А. И. [9], Власов

В. З. [4], Новожилов В. В. [13], Намре Е. [24], Китовер К. А. [8] и др. Различни аспекти на тези методи, ориентирани към използването на ЕИМ, са обсъдени в [20].

Два основни подхода се прилагат за решаване на възловата контактната задача между укрепващия пръстен и свързаните с него черупки. Първият е пряк и при него уравненията на пръстена се използват явно в уравненията на конструкцията [10], [21]. Уточнен метод на преместванията за решаване на конструкцията с отчитане на температурното деформиране на напречното сечение на пръстена и влиянието на обобщена еластична основа върху пръстените и възлите е изложен в [21]. Постигната е пълна и непрекъсната съвместимост между пръстена и съседните черупки. Вторият начин е непряк и при него уравненията на пръстена се включват неявно в уравненията на съседните обобщени черупки-суперелементи [12]. И в двата случая преходните условия във възлите съдържат уравнения за съвместимост на деформациите и/или равновесни условия.

АНАЛИТИЧНИТЕ МЕТОДИ И КОМПЮТЪРНИТЕ ПРОГРАМИ ЗА СТАТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЪЧЕТАНИ РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКОВИ КОНСТРУКЦИИ

Основните принципи на приблизително статическо изчисляване, оразмеряване и конструктивно оформяне на инженерни съоръжения от изследвания клас са описани в работите [14], [24], [23] и др. Тези начини се основават на редица опростяващи предпоставки и са предназначени за ръчни изчисления. Числени примери са дадени в [14], [24] и др. Приложени са и формули и таблици за изчисляване на коефициентите на податливост и коефициентите на коравина на някои ротационни черупки. Въздействието на самоуравновесените циклически хармонични товари върху конструкцията не е добре проучено.

Известни са три изчислителни програми за статическо изследване на съчетани ротационни черупкови конструкции, построени върху аналитични методи. Д. В. Вайнберг и В. З. Ждан [2] разглеждат конструкции, съставени от последователно свързани, конструктивно ортотропни, пресечени конични черупки с линейно променлива дебелина по меридиана, цилиндрични черупки с постоянна дебелина и

кръгови пръстени с правоъгълно напречно сечение. Получени са 8 основни уравнения с постоянни коефициенти за преместванията на черупките в символичен матричен вид. Неизвестният вектор съдържа премествания и техните производни до определен ред. Решението на конструкцията се провежда по МНП. Фундаменталните решения и частното решение на всяка черупка се търсят в степенни редове. Преходните условия във възлите съдържат уравнения за съвместимост на деформациите и равновесни условия. Разгледани са някои случаи на неподдаваемо подпирание на пръстените.

Две програми на Върбанов Х., Кръстев Ц., Гочева Д. и др. (1967, 1968) са насочени към изследване на конструкцията на метантанк с фиксирана геометрия съответно при ососиметрично натоварване и натоварване от вятър. Приложен е деформационен метод с една или две неизвестни във възел. Черупките от основната система се решават посредством сумиране на безмоментовото състояние и краевия ефект. Тези разработки не са намерили приложение в практиката.

К. А. Китовер [8] прилага МНП за решаване на многоучастковни ротационни черупкови конструкции, като използва каноничните системи диференциални уравнения на черупката. Техните решения се търсят в редове по елементарни или специални функции.

Аналитичните методи имат ограничена пригодност при решаване на задачата в реални условия и се използват рядко. Тяхното приложение, даже за изследване на някои съвсем частни случаи, е трудоемко, твърде неточно и неефективно.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бидерман В. Л., Механика тонкостенных конструкций, Машиностроение, Москва, 1977.
 [2] Вайнберг Д. В., Ждан В. З., Матричные методы в теории оболочек вращения, Киев, 1967.
 [3] Валишвили Н.В., Методы расчета оболочек вращения на ЭЦВМ, Машиностр., М., 1976.

[4] Власов В. З., Общая теория оболочек и ее приложения в технике, Гостехиздат, М., 1949.
 [5] Власов В. З., Тонкостенные упругие стержни, Госстройиздат, Москва, 1959.
 [6] Гольденвейзер А. А., Теория упругих тонких оболочек, Наука, Москва, 1976.
 [7] Григоренко Я. М., Василенко А. Т., Теория оболочек переменной жесткости, Киев 1981.
 [8] Китовер К.А., Расчет гладких и ребренных кольцевых элементов конструкций, Л., 1982.
 [9] Лурье А. Н., Статика тонкостенных упругих оболочек, Гостстройиздат, М., 1947.
 [10] Мишонов М., Христов Х., Автоматизирано проектиране на метантанк, ЦЕССИ, С., 1979.
 [11] Мяченков В. И., Григорьев И. В., Расчет составных оболочечных конструкций, М., 1981.
 [12] Мяченков В. И., Мальцев В. П., Методы расчета пространственных конструкций на ЭВМ, Машиностроение, М., 1984.
 [13] Новожилов В. В., Теория тонких оболочек, Судпромгиз, 1962.
 [14] Овечкин А. М., Расчет железобетонных осесимметричных конструкций, ИЛС, М., 1961.
 [15] Подстригач Я.С., Швец Р.Н., Термоупругость тонких оболочек, Наукова думка, Киев, 1978.
 [16] Пратусевич Я. А., О малых деформациях и пространственной устойчивости криволинейных стержней и арок, МИИТ, вып. 76, М., 1952.
 [17] Сегаль А. И., Упрощения при расчете циклических систем, Проект и стандарт, 3, 1937.
 [18] Сегаль А. И., К расчету колец и балок на упругом основании, МИИКС, вып. 4, М., 1947.
 [19] Филин А. П., Элементы теории оболочек, Стройиздат, Ленинград, 1975.
 [20] Филин А. П. и др., Алгоритмы построения разрешающих уравнений механики стержневых систем, Стройиздат, Ленинград, 1983.
 [21] Христов, Х. Т., Статическо изследване и оразмеряване на съчетани ротационни черупкови конструкции, Дисерт., ВИАС, С., 1984.
 [22] Чернина В. С., Статика тонкостенных оболочек вращения, Наука, Москва, 1968.
 [23] Черных К. Ф., Линейная теория оболочек, ч. I и II, ИЛУ, 1962, 1964.
 [24] Hampe E., Zusammengesetzte Flächentragwerke, Zahlentafeln, Band 4, Berlin, 1964.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОБЗОР И ОЦЕНКА НА ЧИСЛЕНИТЕ МЕТОДИ И КОМПЮТЪРНИТЕ ПРОГРАМИ ЗА СТАТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКОВИ КОНСТРУКЦИИ

Христо Т. Христов¹

ВТУ “Т.Каблешков”, ул. Гео Милев 158, София 1574, България; chtch_sofia_bg@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

В работата е представен преглед и анализ на числените методи и компютърните програми за линейно статическо изследване на ротационни черупки, криволинейни пръти и пръстени и на съчетани ротационни тънкостенни конструкции. Оценени са техните предимства, недостатъци и приложимост. Направени са изводи.

Ключови думи: обзор, числени методи, компютърни програми, статическо изследване, ротационни черупкови конструкции

УВОД

Към класа на ротационните тънкостенни конструкции в строителството се отнасят: кръгли резервоари, цистерни, силози, куполи, метантанкове, водни и охладителни кули, телевизионни и радио кули, газголдери, радиални утаители и изгвиватели, биобасейни, тръбопроводи и др.

При статическото решение на ротационни конструкции в линейна постановка обикновено външните товари и неизвестните функции се представят с тригонометрични редове (МТР) на Фурие в пръстеновидно направление. Отделните методи се различават по начина на решаване на квазиедномерната задача в меридианно направление.

Един стар, неточен и нерационален числен подход, прилаган след появата на ЕИМ, се състои в апроксимацията на тънкостенната конструкция с две кръстосани системи псевдопръти с еквивалентни характеристики.

Получената прътова система се решава с наличните изчислителни програми.

ПРЕГЛЕД НА ЧИСЛЕНИТЕ МЕТОДИ ЗА СТАТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКИ

Методите за дискретизация на непрекъснати системи са описани в [2] и др. Дискретизацията на двумерната задача при затворени ротационни черупки води до големи системи алгебрични уравнения, вследствие голямата повърхнина на конструкцията. Поради това използването на универсални програми, предназначени за пресмятане на произволни черупки, е неефективно.

Приложението на съвременните числени методи за статическо решаване на едномерната задача в меридианно направление на ротационната черупка датира от 60-те години на 20-ти век. Преглед, анализ и сравнение на тези методи и насоките за приложението им в инженерните изчисления са направени в [2],

¹ Христо Т. Христов, доц. д-р инж.-мат.; ВТУ “Т. Каблешков”, ул. Гео Милев 158, София 1574

[12] и др. Математическите аспекти на някои числени методи за решаване на обикновени диференциални уравнения са разгледани в математическата литература. Към тази група се отнасят методите за числено интегриране на основните канонични обикновени диференциални уравнения на черупката (МЧИ), методът на крайните разлики (МКР), методът на крайните елементи (МКЕ) и родственият с него метод на крайните ивици (МКИ), вариационно-диференциалният метод (ВДМ) и др. Първите два метода са свързани с решаването на дискретната диференциална задача. МКЕ и МКИ се основават на решаването на алтернативната дискретна вариационна задача. ВДМ обединява тези два подхода.

В работите [18], [5], [3] за ротационна черупка с произволна форма на меридиана и променлива дебелина в меридианно направление, натоварена със силови товари, са получени основните диференциални уравнения в каноничния (нормалния) вид

$$\{X\}' = [A]\{X\} + \{B\}. \quad (1)$$

Неизвестният вектор на състоянието $\{X\}$ в това матрично уравнение от първи ред съдържа 8 неизвестни амплитудни функции - трите премествания, завъртането и обобщените разрезни усилия в площадка, перпендикулярна на меридиана. Получени са формули за елементите на квадратната матрица $[A]$ и вектора на свободния член $\{B\}$. За ососиметрично натоварена ротационна черупка Бидерман В. Л. [1] получава подобно уравнение относно премествания и усилия, отнесени към неподвижна координатна система. К. А. Китовер [7] препоръчва аналогично уравнение при произволно натоварване и прилага полуаналитични методи за решаването му. Уравнението (1) може да бъде интегрирано удобно при зададени гранични условия посредством т. нар. постъпкови (разликови) методи обикновено с автоматичен избор на стъпката. Те позволяват да се сведе двуточковата краева задача до няколко задачи на Коши. Целесъобразно е фундаменталните решения и частното решение да се търсят едновременно. Най-често за това са прилагат методът на Рунге-Кутта, методът за дискретна ортогонализация на Годунов, методът на Адамс, методът за непрекъснатата ортогонализация на Абрамов и др. Преглед и анализ на тези методи в инженерен план е направен в [1], [3], [7]. При дълги черупки, а също и при краеве и локални товари

приложението на тези методи може да се доведе до неустойчив изчислителен процес. Този недостатък до голяма степен се преодолява от методът на Годунов С. К. При него линейната независимост на фундаменталните решения се осигурява чрез ортогонализация или ортонормиране на техните вектори в краищата на участъците, на които е разделена черупката в меридианно направление. Приложението на споменатите методи се нуждае от стандартни или библиотечни програми за числено интегриране. Не се получава подробна информация за търсените величини във всички точки от мрежата.

Изчислителните програми на Кохен Ж. А. [18] и Голдбърг Ж. Е. [20] са построени върху приложението на метода на Рунге-Кутта за ортотропни черупки, а програмата на Калнинс А. [23] - за изотропни. М. С. Заргами [30] създава ефективна процедура за числено интегриране на каноничните диференциални уравнения на ротационна черупка, изискваща почти два пъти по-малко машинно време и памет в сравнение с другите подобни процедури. В трудовете на почти всички съветски автори в тази област се използва методът на Годунов. Техните изследвания са събрани най-пълно в монографиите на Григоренко Я. М. и Василенко А. Т. [4], [5] и Мяченков и Мальцев [10] за ротационни черупки от ортотропен материал, на Валишвили Н. В. [3] за многослойни черупки от нееднородни и ортотропни материали, на Бидерман В. Л. [1] за черупки от еднороден и изотропен материал.

Въз основа на получените от Радковски П. П., Дейвис Р. М. и Болдук М. Р. (1962) две основни уравнения от втори ред за ососиметрична деформация са построени изчислителните програми на Сепетоски У. К. (1962) и Филипов А. П. (1968) за изследване на ротационна черупка по МКР. Обобщавайки тези уравнения Будиански Б. и Радковски П. П. [16] получават за произволно натоварена ротационна черупка четири основни диференциални уравнения от втори ред относно преместванията и меридианния огъващ момент. Авторите формулират и начини за изчисляване на разклонени ротационни конструкции. В програмата на Шафер Н. Ж. [26] задачата се решава с помощта на диференциални уравнения с обикновена точност. За пресмятане на системата алгебрични уравнения с тридиагонална матрица, която е характерна за МКР, е разработен специален метод на

факторизацията. Някои автори препоръчват граничните условия и усилията да се изразяват с диференчни изрази с повишена точност, което при достатъчно гладко решение води до точни резултати. Уравненията на Будиански-Радковски са получени за ортотропна черупка от Тин И. (1968). Някои аспекти от приложението на МКР в задачи от строителната механика са представени от Варвак П. М. (1977). Приложението на МКР за статическо решаване на ротационни черупки с криволинеен меридиан и променлива дебелина с непосредствено определяне на преместванията е разгледано в [13]. Изведена е система от три частни диференциални уравнения и нейната съответна система обикновени диференциални уравнения за фуриеровите функции на преместванията

$$[L]\{\Delta\} + \{R\} = \{0\}, \quad (2)$$

където $[L]$ е матрица от линейни обикновени диференциални оператори от най-висок четвърти ред, $\{\Delta\}$ е векторът на неизвестните възлови премествания, а $\{R\}$ е векторът на външните товари. Изведена е подобна система за особената централна точка. Получена е системата диференчни уравнения на черупката.

МКЕ [6] по същество съвпада с МКИ при използване на пръстеновиден черупков краен елемент. Той е предложен за пръв път от Графтън П. Е. и Строум Д. Р. (1963) за ососиметрично натоварен пресечен коничен елемент. Методът е обобщен за случая на неососиметрично натоварване в програмата [25]. Неизвестни са амплитудните стойности на преместванията и завъртането във възлите. Различни криволинейни крайни елементи са въведени в работите [27], [19] [22] и др. Допълнителни (извънвъзлови) степени на свобода, позволяващи да се увеличи точността на решението, са предложени от Делпак Р. (1967), Уебстър Ж. Ж. (1967) и др. Криволинеен елемент, точно съответстващ на геометрията на черупката, е построен в [14]. Основното матрично уравнение по МКЕ има вида

$$[K]\{Z\} = \{F\}, \quad (3)$$

където $[K]$ е матрицата на коравина на меридианния модел на конструкцията, $\{Z\}$ е векторът на неизвестните обобщени амплитудни премествания във възлите, а $\{F\}$ е товарният вектор.

ВДМ се основава на условията за стационарност на дискретния аналог на функционала на пълната потенциална енергия

на ротационната черупка. Той е предложен от Вайнберг Д. В. [2]. Неизвестни са амплитудните стойности на преместванията във възлите. В сравнение с МКР производните във функционала са от по-нисък ред; възможно е да не се грижим за естествените гранични условия. Върху този метод е построена програмата BOSOR [17]. Използва се основната система от три частни диференциални уравнения и нейната съответна система обикновени диференциални уравнения за фуриеровите функции на преместванията

$$[D]\{\Delta\} + \{P\} = \{0\}, \quad (4)$$

където $[D]$ е матрица от линейни обикновени диференциални оператори от най-висок втори ред, $\{\Delta\}$ е матрицата на неизвестните възлови премествания, а $\{P\}$ е товарният вектор.

При прилагане на МКР, ВДМ и МКЕ след отразяване на граничните условия се получават системи линейни алгебрични уравнения, подобни на (3), но получени по различен начин. При една е съща мрежа броят на неизвестните по МКЕ е по-голям, тъй като във всеки възел се въвеждат по четири неизвестни обобщени премествания, докато при МКР и ВДМ те са по три. При МКР матрицата на коравина $[K]$ може да се получи несиметрична, докато при МКЕ и ВДМ тя е симетрична и положително определена.

Гримзе Л. Б., Мойса В. И. и Розин Л. А. (1966) изследват с ЕИМ ососиметрично натоварени ротационни черупки по метода на разчленението, създаден от Розин Л. А.

МОДЕЛИ И ЧИСЛЕНИ МЕТОДИ ЗА СТАТИЧЕСКО РЕШАВАНЕ НА КРИВОЛИНЕЙНИ ПРЪТИ И ПРЪСТЕНИ

За решаване на самостоятелни тънки и тънкостенни криволинейни пръти и пръстени се използват различни числени методи: МКЕ, МКР, ВДМ и др. Те предполагат дискретизация на пръта по дължината му, а в някои случаи - в напречно направление. При прилагане на МКЕ за тънки пръти се използват прътови или тримерни крайни елементи, а за тънкостенни пръти - тънкостенни прътови или двумерни елементи. В [7] е предложено криволинейните тънкостенни пръти и пръстени с отворен и затворен контур да се изчисляват като съчетани черупкови конструкции. Тази идея е приложена при съставянето на изчислителната програма [24], предназначена главно за изследване на тънкостенни кръгови мостови греди със

затворен и отворен контур на напречното сечение с МКИ при използване на крайни ивици с праволинеен меридиан. Прътът се дискретизира в надлъжно направление. Идеята е използвана и в [13] с крайни ивици с криволинеен меридиан. Много рационално е също приложението на метода на тънкостенните пространствени крайни елементи, разработен от Немчинов Ю. И. (1980) за призматични тънкостенни конструкции. Той съчетава метода на Власов и МКЕ. Извършва се напречна дискретизация и крайният елемент има формата на напречното сечение на пръта.

Когато прътът или пръстенът е елемент на съчетана конструкция, неговото решаване се подчинява на общото решение на конструкцията. Например при изчисляване на съчетани ротационни черупкови конструкции с МТР не се налага тънките пръстени да се дискретизират.

ЧИСЛЕНИ МЕТОДИ ЗА СТАТИЧЕСКО РЕШАВАНЕ НА КОНТАКТНАТА ЗАДАЧА ВЪВ ВЪЗЛИТЕ НА СЪЧЕТАНИ РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКОВИ КОНСТРУКЦИИ

Статическото изчисляване на съчетаните ротационни черупкови конструкции е свързано с решаване на контактната задача във възлите на конструкцията. За изследване на квазиедномерния модел на системата се прилага едностепенна или двустепенна дискретизация. В първия случай решението на многоучастъковата конструкция се провежда с някой от гореспоменатите числени методи: МЧИ [12], [4], [5], [10], МКР [12], [8], [13], МКЕ (МКИ) [11], ВДМ [12], [17]. Във втория случай отначало се извършва едра математическа дискретизация, като се прилагат аналитичните методи на строителната механика - деформационен [8], [13], силов, смесен, вариационно-деформационен [10]. Отделната черупка-суперелемент от основната система се решава с някой от гореспоменатите числени методи. Така се съчетават преимуществата на аналитичните, полуаналитичните и числените методи и се постига ефективно решение.

Два основни подхода се използват за решаване на възловата контактната задача между укрепващия пръстен и свързаните с него черупки. Първият е пряк и при него уравненията на пръстена се използват явно в уравненията на конструкцията [8], [13]. Той обикновено е по-подходящ при двустепенна

дискретизация на конструкцията в меридианно направление и при използване на МКР. Уточнен метод на преместванията за решаване на конструкцията с отчитане на температурното деформиране на напречното сечение на пръстена и влиянието на обобщена еластична основа върху пръстените и възлите е изложен в [13]. Постигната е пълна и непрекъсната съвместимост между пръстена и съседните черупки. Вторият начин е непряк и при него уравненията на пръстена се включват неявно в уравненията на съседните обобщени черупки-суперелементи [10]. Изглежда този подход е по-подходящ при едностепенна меридианна дискретизация на конструкцията и при прилагане на МКЕ, ВДМ и МЧИ. И в двата случая преходните условия във възлите съдържат уравнения за съвместимост на деформациите и/или равновесни условия. Съвместимостта между пръстена и свързаните с него черупки може да бъде пълна или частична, непрекъсната или дискретна.

ЧИСЛЕНИ МЕТОДИ И КОМПЮТЪРНИ ПРОГРАМИ ЗА СТАТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЪЧЕТАНИ РОТАЦИОННИ ЧЕРУПКОВИ КОНСТРУКЦИИ

Мнозинството от известните изчислителни програми за статическо изследване на съчетани ротационни черупкови конструкции се опират на споменатите числени методи за изследване на черупките, пригодени и допълнени с оглед решаването на контактната задача във възлите. Трапезин И. И. и Скопин С. А. (1978) решават задачата за свързването на конична черупка с постоянна дебелина и на кръгов пръстен при някои силови товари, като съставят статичните и кинематичните контактни условия.

Приложението на МЧИ на каноничните диференциални уравнения на черупките е свързано с използването на матрици на прехода през възли със и без пръстен. При възли, съдържащи пръстен, тази матрица е съставена с помощта на каноничните диференциални уравнения на пръстена, на равновесните условия и условията за съвместимост на преместванията по контактната линия. Влиянието на пръстените върху матрицата на основните уравнения е изследвано от Уийкс Ж. Е. [28]. Такъв начин за решаване е използван в работите на [18], [23], [4], [5], [3], [7], [9], [10]. Всички те предполагат ортотропен материал, с изключение на труда [23], който се отнася за

изотропен материал и не предвижда пръстени. В [3], [9] черупките могат да бъдат многослойни, а в [3] материалът може да е и нееднороден. В [4], [5] при наличие на пръстени е решена само ососиметричната задача при някои силови товари.

Програмата SALORS [15] е предназначена за изчисляване на ортотропни ротационни черупкови конструкции по МКР.

Програмата [8] е насочена за статическо изчисляване на конструкции, съставени от последователно свързани ротационни черупки с нулева гаусова кривина и линейно променлива дебелина по меридиана и кръгови пръстени с полигонално напречно сечение. Конструкцията лежи на ососиметрична винклерова еластична основа. Решението протича по деформационен метод. Изведени са основните уравнения за преместванията на черупката и на пръстена при силови и температурни задачи. Черупките от основната система се решават по МКР.

Трудът [13] е разработен за комплексно статическо изследване и проектиране на съчетани ротационни черупкови конструкции с помощта на ЕИМ при много обща зададена геометрия, материали, подпиране и натоварване. Задачата се решава при много обща линейна постановка посредством създаването на проблемно ориентиран програмен комплекс. Отчитат се редица конструктивни особености: произволна неявна гладка форма на меридиана и променлива дебелина в меридианно направление, дискретно разположени пръстени с произволно напречно сечение - тънки и тънкостенни, разклонени и многосвързани конструкции, меридианен разрез с отворени и затворени контури, произволни разпределени външни въздействия - силови и температурни, еластично и неподдаваемо подпиране на черупките, пръстените и възлите в няколко направления, наличие на централни точки, разнообразие в материалите на отделните елементи и др. Извършва се геометрично и статическо решение по МКР. Контактната задача във възлите е решена точно. Стоманобетонните и металните конструкции се оразмеряват по гранични състояния на якост, на деформации, за пукнатиноустойчивост и/или за отваряне на пукнатини. Армировката се конструира частично. Изчисляват се количествените и стойностните показатели на оразмерената конструкция.

Криволинейният пръстеновиден черупков краен елемент, построен в [27], е използван за създаването на програмите SABOR [29] и

SNASOR [21] за статическо решаване на разклонени ротационни конструкции, образувани от черупки с криволинеен меридиан и подложени на произволни силови и температурни въздействия. Аналогична задача е решена от Кристек В. [24] за конструкции, съдържащи ортотропни ротационни черупки с праволинеен меридиан и постоянна дебелина при силово натоварване.

ВДМ е залегнал в програмата BOSOR [17] за изследване на неразклонени конструкции от многослойни ортотропни черупки и пръстени с правоъгълно напречно сечение.

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Действителната работа на конструкцията може да бъде обхваната пълно и точно само с помощта на числени методи и компютърни програми. С навлизането на РС най-често изчисляването на ротационните конструкции се провежда с разполагаемите многоцелеви програмни системи, основани главно на МКЕ. Такъв подход е нерационален. Тези програми използват двумерна дискретизация и голям брой равнинни или пространствени тънкостенни крайни елементи за черупките и праволинейни или криволинейни прътови елементи за пръстените. Те не могат да отразят напълно и да съчетаят в единен подход особеностите на отделни класове конструкции и не постигат цялостно проектиране на тези конкретни обекти. В някои програми ротационните тела се изследват с тримерни пръстеновидни крайни елементи. При стоманобетонни конструкции това затруднява определянето на разрезните усилия, необходими за оразмеряването. През последните години специализираните програми почти не се развиват и използват, за сметка на универсалните програми. Най-разпространени и мощни програмни системи за решаване на конструкции, включително тънкостенни, са: ANSYS, NASTRAN, ABACUS, COSMOS, IDEAS, STRUDL, ALGOR, STAAD, TOWER, SAP, MicroFe, ЛИРА и др. Те използват богати библиотеки от крайни елементи.

Мнозинството от специализираните изчислителни програми за статическо изследване на съчетани ротационни черупкови конструкции се опират на числени методи в меридианно направление. Някои от тях не са достатъчно общи и не дават пълно решение на задачата. Те са предназначени главно за летателната техника, машиностроенето и

енергетиката. Поради това те не отчитат някои специфични условия, при които работят тези конструкции в строителството, с изключение на програмите [24], [8], [13], които са ориентирани към строителството. Задачата за изследване и проектиране на съчетани ротационни черупкови конструкции не е изчерпателно решена в теоретично и в приложно отношение, въпреки наличието на много работи в тази област.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бидерман В. Л., Механика тонкостенных конструкций, Машиностроение, Москва, 1977.
- [2] Вайнберг Д. В., Численные методы в теории оболочек и пластин, Труды VI Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластин, (Баку, 1966), Наука, Москва, 1966.
- [3] Валишвили Н.В., Методы расчета оболочек вращения на ЭЦВМ, Машиностр., М., 1976.
- [4] Григоренко Я. М., Василенко А. Т., Численные решения задач статики оболочек с переменными параметрами, Киев, 1975.
- [5] Григоренко Я. М., Василенко А. Т., Теория оболочек переменной жесткости, Киев 1981.
- [6] Зенкевич О., Метод конечных элементов в технике, Мир, Москва, 1975.
- [7] Китовер К.А., Расчет гладких и оребренных кольцевых элементов конструкций, Л., 1982.
- [8] Мишонов М., Христов Х., Автоматизирано проектиране на метантанк, ЦЕССИ, С., 1979.
- [9] Мяченков В. И., Григорьев И. В., Расчет составных оболочечных конструкций, М., 1981.
- [10] Мяченков В. И., Мальцев В. П., Методы расчета пространственных конструкций на ЭВМ, Машиностроение, М., 1984.
- [11] Стриклин Ж. А., Статические и динамические расчеты нелинейных оболочек вращения, В кн. "Расчет упругих конструкций с ЭВМ", т. I, Судостроение, Л., 1974, 273-292.
- [12] Фултон З. Е., Численные расчеты оболочек вращения, В кн. "Расчет упругих конструкций с ЭВМ", т. I, Судостроение, Л., 1974, 210-230.
- [13] Христов, Х. Т., Статическо изследване и оразмеряване на съчетани ротационни черупкови конструкции, Дисерт., ВИАС, С., 1984.
- [14] Adelman H, M. *et al.*, A Geometrically Exact Finite Element for Shells of Revolution, Press at 7-th AIAA Aerospace Scient. Meet., N. Y., 1969.
- [15] Anderson M., Fulton R. E. *et al.*, Stress, Buckling and Vibration Analysis of Shells of Revolution, Proc. of the Conf. on Computer Analysis of Shell Structures, Palo Alto, 1970.
- [16] Budiansky B., Radkowski P. P., Numerical Analysis of Unsymmetrical Bending of Shells of Revolution, AIAA Journal, Vol. 1, 1963, 1833-1842.
- [17] Bushnell D., Almroth B. O., Brogan F., Finite-Difference Energy Method for Nonlinear Shell Analysis, Palo Alto, 1971.
- [18] Cohen G. A., Computer Analysis of Asymmetrical Deformation of Orthotropic Shells of Revolution, AIAA J., Vol. 2, No. 5, 1964, 932-934.
- [19] Giannini M., Miles G. A., A Curved Element Approximation in the Analysis of Axi-Symmetric Shells, J. Num. Meth. in Eng., 2, 1970, 459-476.
- [20] Goldberg J. E., Computer Analysis of Shells, Proc. of Symp. on the Theory of Shells, Univ. of Houston, Texas, Apr. 4-6, 1966, 5-22.
- [21] Haisler W. E., Stricklin J. A., Rigid Body Displacements of Curved Elements in the Analysis of Shells by the Matrix Displacement Method, AIAA Journal, 1967, Vol. 5, No. 8, 1525-1527.
- [22] Jones R. E., Strome D. R., Direct Stiffness Method Analysis of Shells of Revolution Utilizing Curved Elements, AIAA J., 1966, Vol. 4, 1519-1525.
- [23] Kalnins A., Analysis of Curved Thin-Walled Shells of Revolution, AIAA J., Vol. 6, 1968, 584-588.
- [24] Kristek V., Teorie vypoctu komurkovych nosniku, SNTL, Praha, 1974.
- [25] Percy J. H., Pian T. H., Klein S., Navaratna D. R., Application of Matrix Displacement Method to Linear Elastic Analysis of Shells of Revolution, AIAA Journal, Vol. 3, No. 11, 1965, 2138-2145.
- [26] Schaffer N. G., Computer Program for Finite Difference Solution of Shells of Revolution under Asymmetric Loads, NASA, 1967.
- [27] Stricklin J. A., Navaratna D. R., Pian T. H. H., Improvements on the Analysis of Shells of Revolution by the Matrix Displacement Method, AIAA Journal, Vol. 4, No. 11, 1966, 2069-2072.
- [28] Weeks G. E., Generalized Ring Boundary Conditions for Shells of Revolution, Ph. D. Thesis, Virginia Polytech. Inst., 1966.
- [29] Witmer E. A. *et al.*, An Improved Discrete-Element Analysis and Program for the Linear-Elastic Static Analysis of Shells of Revolution, MIT Aeroelastic and Struct. Res. Laboratory, 1968.
- [30] Zarghamee M. S., Analysis of Shells of Revolution by Direct Numerical Integration, Pres. at IASS Int. Congr. on Appl. Shells., Mexico, 1967.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАДЕЖНОСТТА ПРИ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ВЕЙБУЛ В КОНТЕКСТА НА ЖП ОСИГУРИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ

Христо Христов – Технически университет - София, България
Асен Лашков – ВТУ “Т. Каблешков”, България

АНОТАЦИЯ

Поставен е проблемът за надеждността на осигурителните системи в края на жизнения им цикъл. Поради липсата на достатъчно ресурси и инвестиции в железниците актуалността на проблема в последните години нарасна. Разгледани са различни модели на надеждността на невъзстановимите системи. Задачата е решена по методите на вероятностната логика. Проведени са изследвания, въз основа на които се правят обобщени изводи за надеждността в последния етап от експлоатацията на системите.

Ключови думи: надеждност, осигурителни системи, железопътен транспорт, Вейбул, математически модели.

1. УВОД

В процеса на прехода към пазарна икономика настъпиха редица съществени промени в стопанския сектор на страната, които засегнаха и транспортния отрасъл. Понижи се в пъти потребността от железопътни превози, а конкуренцията с автомобилния транспорт намали и относителният му дял. Създадох се други пропорции в структурата на видовете транспорт. Но всичко това предизвика сериозни трудности. Преди години в БДЖ бяха концентрирани много човешки и материални ресурси, съответстващи на друга отраслова структура, които не могат лесно да се приведат в съответствие с новите реалности. В резултат ефективността на железницата се влоши, повиши се безработицата, появиха проблеми в експлоатацията и ресурсното осигуряване на БДЖ.

Рязко се намалиха инвестициите за ново строителство, в частност за системите на осигурителната техника. Разчита се на целеви програми от ЕС (ISPA, PHARE и др.). Налага се да се използват морално остарели и физически износени системи в края на жизнения им цикъл. Когато се касае за други системи, от това може да се влоши функционалността на управляваните процеси. Но осигурителните са системи, които обезпечават надеждността и безопасността на железопътния транспорт, които са предмет на особено внимание.

Предмет на тази статия е *надеждността на осигурителните системи* в изложения контекст.

Христо Христов, професор, доктор на техническите науки, Технически университет – София 1756, Студентски град “Христо Ботев”

Асен Лашков – магистър-инженер, Висше транспортно училище «Т.Каблешков»- София

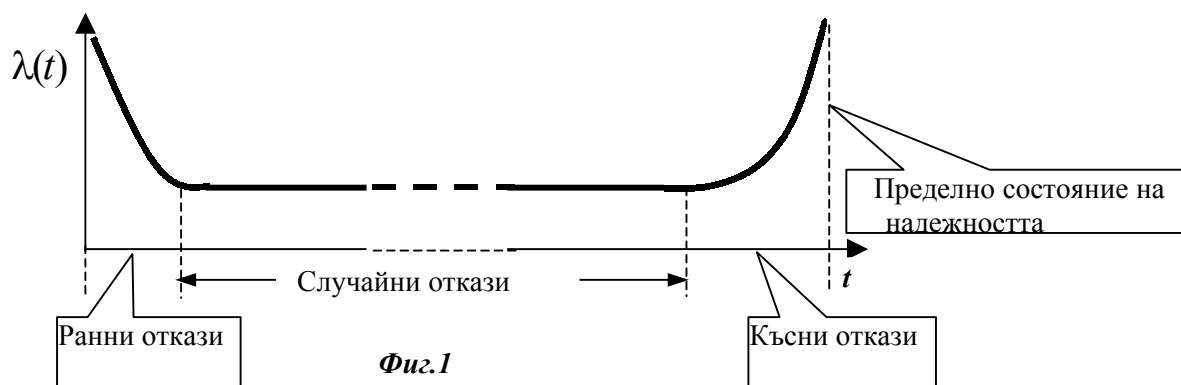
2. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

Показателите за надеждност са известни христоматийни величини. В Таблица 1 те са систематизирани в контекста на тази статия. Нужно е, може би, само да се отбележи, че някои от тях са свързани с обозначения или

абривиатури, произлизащи от английските им названия ($R(t)$ – Reliability, $A(t)$ – Availability, $MTBF$ – Mean Time Between Failures) и т.н.

Таблица 1

		Показатели за надеждност	
Невъстановими системи	Безразмерни показатели	Вероятност за безотказна работа Вероятност за отказ	$P(t), R(t)$ $Q(t)$
	Времени показатели	Интензивност на отказите Отработка до отказ	$\lambda(t)$ $m_t, MTTF$
Въстановими системи	Безразмерни показатели	Готовност Коефициент на готовност Неготовност	$\Gamma(t), A(t)$ K_z $\Pi(t)$
	Времени показатели	Параметър на потока откази Отработка между отказите	$\omega(t)$ $MTBF$



Фиг.1

Известно е също така, че зависимостта на интензивността на отказите от отработката има вида, показан на Фиг.1. Познатите математически модели за изчисление на показателите от Таблица 1 предполагат, че интензивността на отказите $\lambda(t) = const$, параметърът на потока откази $\omega(t) = \lambda(t)$, а разпределението на отработката до отказ е експоненциално. Това предположение е близо до действителността за всички устройства на електрониката, автоматиката и компютърната

техника в периода на нормалната експлоатация, т.е., във времето на случайните откази. Към края на своя жизнен цикъл, когато системата се приближава до своето пределно надеждностно състояние, направеното предположение е невярно, а разпределението на отработката до отказ е далеч от експоненциалното. Както се вижда от Фиг.1 в периода на късните откази интензивността $\lambda(t)$ расте толкова по-бързо, колкото по-голяма е отработката. В

разглеждания контекст именно този ход на кривата представлява предмет на внимание.

Задачата за определяне на надеждността и безопасността на такива осигурителни системи обикновено не се поставя, тъй като се счита, че в периода на късните откази, не достигайки пределното си състояние, системата се изважда от експлоатация. Но през последните години, както вече беше казано, се налага експлоатацията да продължи. Въпросът за надеждността и безопасността в този период става актуален.

Свидетелство за актуалността на проблема са публикации и дисертационни изследвания както в областта на жп осигурителната техника [1, 2], така и в други видове транспорт [3].

3. ИЗБОР НА МОДЕЛ

Фундаментален в разглеждания аспект е въпросът за изменението на параметъра на потока $\omega(t)$ през периода на късните откази. Някои изследователи приемат апроксимация на кривата $\omega(t)$ с полином от вида

$$\omega_{on}(t) = \omega_o + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots$$

Както се твърди в [4], удовлетворителни резултати у нас това разпределение дава за военната авиация. Но дали и кога това е валидно за други сфери? Адекватността на модела трябва да се доказва във всеки случай на базата на данните, получени от непосредствената експлоатация на системите.

Изследването на възстановимите жп осигурителни системи в разглеждания контекст е трудна задача, свързана с решаването на сложни полумарковски модели. Възстановимите системи са предмет на отделно разглеждане. Отделни изследвания следва да се направят и за безопасността [1].

Тук се спираме на надеждността на невъзстановимите системи. В основата на модела се приема разпределение на Вейбул [1]. Както е известно тогава

$$P(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}, \text{ а } \lambda(t) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1}. \quad (1)$$

Параметърът α определя вида и хода на функцията на Вейбул. От β зависи мащаба на кривите.

По време на случайните откази в периода на нормалната експлоатация, когато е валидно експоненциалното разпределение, $\alpha = 1$. Ако $\alpha < 1$, разпределението на Вейбул апроксимира хода на кривата в периода на началните

откази, когато интензивността $\lambda(t)$ намалява. Предмет на внимание тук е периода на късните откази, когато $\alpha > 1$. За конкретните обекти стойностите на параметрите α и β се определят на основата на априорна статистическа информация, получена от техническата експлоатация на системите.

Приведените теоретични изследвания са направени при предпоставката, че разпределението на Вейбул дава достатъчно добра апроксимация на реалната зависимост на интензивността на отказите от обработката на системата.

В настоящия труд вниманието е концентрирано върху обобщените модели на надеждността на системи, навлезли в периода на късните откази. Разгледани са типови структури: последователни, паралелни, мостови и сложни в надеждно отношение и структури, получени от тях, каквито на практика са всички съвременни осигурителни системи, независимо от тяхната генерация, функционално предназначение и техническо решение. При извеждането на новите зависимости са използвани базови формули, с които се описват моделите при експоненциално разпределение [4].

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Известно е, че вероятността за безотказна работа на последователните системи е

$$P^s(t) = p_1(t)p_2(t)\dots\dots\dots p_m(t) = \prod_{i=1}^m p_i(t), \quad (2)$$

където m е броят на последователно свързаните елементи. Замествайки от (1) в (2) за еднакви по надеждност елементи получаваме:

$$P^s(t) = [p(t)]^m = e^{-m\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}. \quad (3)$$

За вероятността за отказ се получава:

$$Q^s(t) = 1 - P^s(t) = 1 - e^{-m\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}, \quad (4)$$

а интензивността на отказите на системата би била:

$$\lambda^s(t) = \frac{f^s(t)}{P^s(t)} = m \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1}. \quad (5)$$

Средното време до отказ се намира като математическо очакване:

$$m_t = M[T] = \int_0^{\infty} t f^s(t) dt = \int_0^{\infty} P^s(t) dt = \frac{\beta}{\alpha m^{\frac{1}{\alpha}}} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad (6)$$

5. ПАРАЛЕЛНИ СИСТЕМИ

Вероятността за безотказна работа на паралелните системи е

$$P^s(t) = 1 - [1 - p(t)]^n = 1 - \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}\right]^n, \quad (7)$$

където n е броят на паралелно свързаните елементи. Тогава за вероятността за отказ се получава:

$$Q^s = 1 - P^s = \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}\right]^n, \quad (8)$$

а интензивността на отказите на паралелна система е :

$$\lambda^s(t) = \frac{-dP^s}{dtP^s(t)} = \frac{\frac{\alpha n}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}\right]^{n-1}}{\sum_{k=1}^n C_n^k (-1)^{k+1} e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha k}}}. \quad (9)$$

Средното време до отказ ще бъде :

$$m_t^s = \int_0^{\infty} P^s(t) dt = \frac{\beta}{\alpha} \sum_{k=1}^n C_n^k \frac{(-1)^{k+1}}{k^{\frac{1}{\alpha}}} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right). \quad (10)$$

6. МОСТОВИ СИСТЕМИ

Вероятността за безотказна работа на мостовата система е

$$P^s = p(1-q^2)(1-p^2) + q[1 - (1-p^2)(1-p^2)] = 2p^5 - 5p^4 + 2p^3 + 2p^2 = 2e^{-5\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} - 5e^{-4\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 2e^{-3\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 2e^{-2\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} \quad (11)$$

За интензивността на отказите за мостова система се получава:

$$\lambda^s(t) = \frac{2\alpha \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} \frac{5e^{-3\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} - 10e^{-2\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 3e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 2}{2e^{-5\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} - 5e^{-4\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 2e^{-3\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 2}}{\beta} \quad (12)$$

а за средната й отработка до отказ:

$$m_t^s = \frac{\beta}{\alpha} (2.5^{-\frac{1}{\alpha}} - 5.4^{-\frac{1}{\alpha}} + 2.3^{-\frac{1}{\alpha}} + 2^{(\frac{\alpha-1}{\alpha})}) \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right). \quad (13)$$

6. МНОГОКАНАЛНИ СИСТЕМИ

6.1 Система „ 2 от 3 ”.

Вероятността за безотказна работа е

$$P^s(t) = -2e^{-3\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} + 3e^{-2\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}} \quad (14),$$

а интензивността на отказите:

$$\lambda^s(t) = \frac{6(1 - e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}) \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1}}{3 - 2e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}} \quad (15)$$

За средната отработка до отказ се получава :

$$m_t^s = \frac{\beta}{\alpha 6^{\frac{1}{\alpha}}} \left(3^{\frac{1}{\alpha}+1} - 2^{\frac{1}{\alpha}+1}\right) \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad (16)$$

6.2 Система „ 2 от 2 ”

Функцията на надеждността е

$$P^s(t) = e^{-2\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}. \quad (17)$$

Интензивността на отказите на тази система е :

$$\lambda^s(t) = \frac{2\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1}, \quad (18)$$

а средната отработка до отказ е :

$$m_t^s = \int_0^{\infty} P^s(t) dt = \frac{\beta}{\alpha 2^{\frac{1}{\alpha}}} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad (19)$$

6.3 Система „ M от N ”

Вероятността за безотказна работа е

$$P^s(t) = \sum_{k=0}^{n-m} C_n^k p^{n-k} q^k. \quad (20)$$

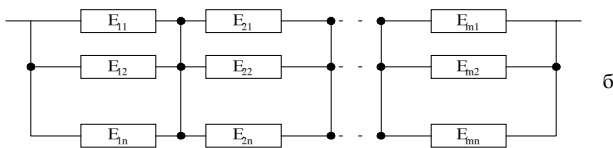
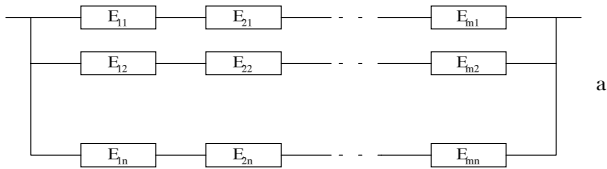
Интензивността на отказите е

$$\lambda^s(t) = \frac{\frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} n C_{n-1}^{n-m} q^{n-m}}{\sum_{k=0}^{n-m} C_n^k p^{n-m-k} q^k} \quad (21)$$

Средната отработка до отказ е

$$m_t^S = \frac{\beta}{\alpha} \sum_{k=0}^r \sum_{i=0}^k C_n^k C_n^i (n-k+i)^{-1/\alpha} \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad (22)$$

7. ПАРАЛЕЛНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛНА СИСТЕМА (фиг.2,а)



Фиг.2. Комбинирани системи

Вероятността за безотказна работа е:

$$P_A^S(t) = 1 - \left[1 - e^{-m \left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \right]^n, \quad (23)$$

където m е броя на последователно свързаните елементи, а n са паралелните редове от m елемента.

Интензивността на отказите е

$$\lambda_A^S(t) = m.n \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} \frac{\left(1 - e^{-m \left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}\right)^{n-1}}{1 - \left(1 - e^{-m \left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}\right)^n} e^{-m \left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \quad (24)$$

Средната отработка до отказ е

$$m_A^S = \frac{\beta}{\alpha} \left[n^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} - C_n^2 (2m)^{\frac{-1}{\alpha}} + \dots + (-1)^n (m.n)^{\frac{-1}{\alpha}} \right] \Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right) \quad (25)$$

8. ПОСЛЕДОВАТЕЛНО-ПАРАЛЕЛНА СИСТЕМА (Фиг.2,б)

Функцията на надеждността е

$$P_B^S(t) = [1 - (1-p)^n]^m = \left\{ 1 - \left[1 - e^{-\left(\frac{m}{\beta}\right)^\alpha} \right]^n \right\}^m \quad (26)$$

Интензивността на отказите е

$$\lambda_B^S(t) = \frac{m.n.\alpha}{\beta} \left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha-1} \frac{\left[1 - e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \right]^{n-1} e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}}{1 - \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha} \right]^n} \quad (27)$$

9. ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАДЕЖДНОСТТА НА СИСТЕМИТЕ

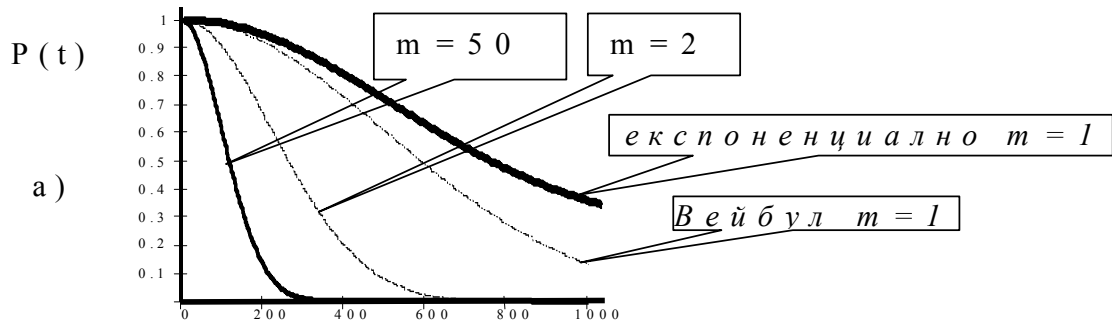
Въз основа на така изведените формули за показателите на надеждността са направени голям брой изчисления за всички разновидности на надеждности структури. На Фиг. 3 са показани графични резултати за изменението на вероятността за безотказна работа $P(t)$ само за три от тях.

От Фиг.3,а може да се установи, че надеждността на последователна система (система без излишък) рязко пада с навлизането ѝ в късните откази, когато $\alpha = 2$ (както е взето в примера). Естествено, с увеличаване на броя на елементите в системата надеждността намалява, както следва да се очаква.

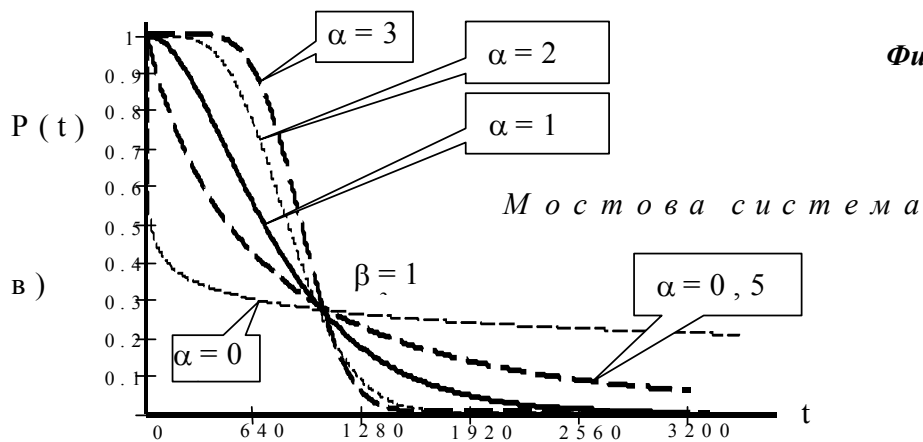
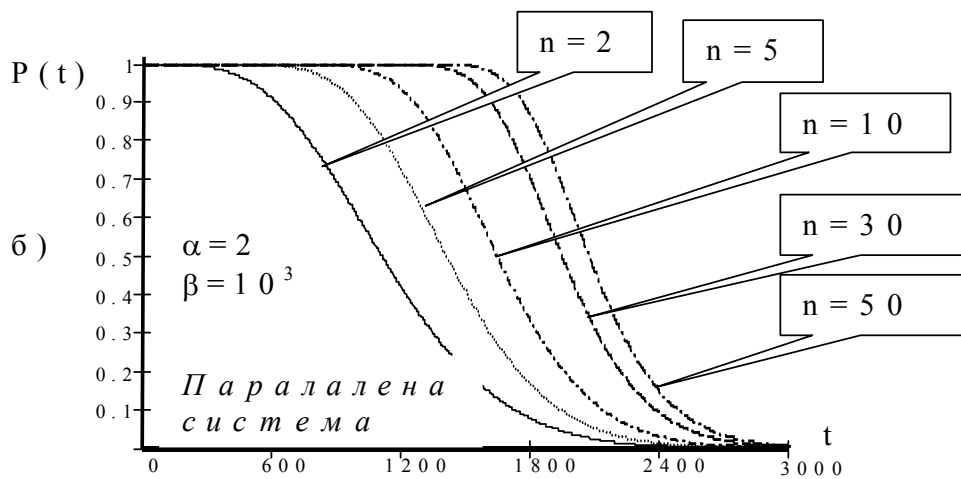
От фиг. 3,б и Фиг.3.в може да се установи, че при разпределение на Вейбул надеждността съществено се намалява и в другите изследвани структури.

10. ОТКРИТИ ВЪПРОСИ

1. Как зависят показателите за надеждността от Таблица 1 от параметрите на Вейбуловото разпределение α и β ?
2. Как да се моделира надеждността на реални осигурителни системи, които са сложна съвкупност от типови структури?
3. Как зависи безопасността на системите от параметрите на разпределението?
4. Какви мерки да се вземат за парирание на намалената надеждност?



Последователна система $\alpha = 2 \quad \beta = 10^3$



Фиг.3

ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] ХРИСТОВ Х.А. *О теоретической модели безопасности системы ж.д. автоматики и телемеханики, вырабатывающие свой ресурс.* Международный семинар "Испытания систем железнодорожной автоматики и телемеханики на безопасность и электромагнитную совместимость" - Гомель, БелГУТ, 19-21 сентября 2001 г.
 [2] ШВАЛОВ Д. В. *Автоматизированная система определения технического состояния устройств электрической централизации* -

Диссертация на соискание учёной степени «кандидата технических наук», РГУПС, Ростов на Дону, 2001.

[3] ПЕТРОВ Н. И. *Оптимизация и управление на технической эксплуатации на военные авиационные системы.* Диссертация за защита на научна степен «доктор на техническите науки», Военна академия "Г.С. Раковски", г. София

[4] ХРИСТОВ Х.А. *Основи на осигурителната техника.* Техника, С., 1990 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЧЕТИРИПРОВОДНАТА ЛИНИЯ - ДВЕ РЕЛСИ, КОНТАКТЕН ПРОВОДНИК И ЗЕМЯ ПРИ НАЛОЖЕНИЕ НА ШУНТ

Неделчо Неделчев*, Николай Николов**

*Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”, София 1574, ул. “Гео Милев”
№158, България, nedelchev@vtu.acad.bg

**”Метрополитен” АЕД, София 1000, ул. “Княз Борис I” №121, България,
niky_angel@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

Предложен е модел, илюстриращ специфичните особености на релсовата линия при наложение на шунт, в условията на несиметрично разположен контактен проводник. С помощта на този модел е изследвана четирипроводната линия - две релси, контактен проводник и земя. Направени са обобщения и изводи.

Ключови думи: Релсова линия, Четирипроводна линия, Шунт, Контактен проводник

ВЪВЕДЕНИЕ

Релсовата верига е особен вид електрическа верига, която използва като проводник релсите. Тя е част от железния път, от единия край на която се подава захранващо напрежение, а в другия е включен прагов елемент. Нормално при отсъствие на влак и при изправни релси приемникът е задействан. Той отпуска ако влак шунтира релсите (шунтов режим) или някоя от тях се прекъсне (контролен режим).

Преносвателните качества на релсовата линия се описват със същите параметри и характеристики както останалите (въздушни и кабелни) линии. При изследванията се приема, че релсовата линия е симетрична, с равномерно разпределени параметри.

Особеностите в теорията и практиката на релсовите линии идва от:

- непосредствената близост на земята, която влияе на релсовата верига веднъж с ниското и изменящо се съпротивление на изолацията ($r_{и}$) и втори път с това, че земята представлява трети проводник свързващ началото с края на релсовата верига;

- асиметричното разположение на контактния проводник по отношение на ходовите релси (това последното е актуално най-вече за линиите в метрополитените, поради малкото разстояние между контактната релса и ходовите релси -750мм. до близката и 2240мм. до далечната релса [1]).

Горните особености задължават релсовата линия да се разглежда като четирипроводна линия.

Неделчо Неделчев – проф. д-р. инж., Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”,
София 1574, ул. “Гео Милев” №158

Николай Николов – инж., ”Метрополитен” АЕД, София 1000, ул. “Княз Борис I” №121

**МОДЕЛ НА ЧЕТИРИПРОВОДНАТА
ЛИНИЯ-ДВЕ РЕЛСИ, КОНТАКТЕН
ПРОВОДНИК И ЗЕМЯ (Р-Р-К-З)**

От [2] за четирипроводната линия р-р-к-з (при допускането че токът в контактния проводник не се променя с течение на времето, както и че километричните импеданси на двете релси (z_1 и z_2) и километричните проводимости между всяка от двете релси и земя (g_1 и g_2) са равни т.е. $z_1 = z_2$ и $g_1 = g_2$) може да се напише следната система уравнения:

$$U_{1x} = A_1 \text{ch} \gamma_1 x + A_2 \text{sh} \gamma_1 x + A_3 \text{ch} \gamma_2 x + A_4 \text{sh} \gamma_2 x \quad (1);$$

$$I_{1x} = (A_1 \text{sh} \gamma_1 x + A_2 \text{ch} \gamma_1 x) / Z_{B1} + (A_3 \text{sh} \gamma_2 x + A_4 \text{ch} \gamma_2 x) / Z_{B2} + R \quad (2);$$

$$U_{2x} = A_1 \text{ch} \gamma_1 x + A_2 \text{sh} \gamma_1 x - A_3 \text{ch} \gamma_2 x - A_4 \text{sh} \gamma_2 x \quad (3);$$

$$I_{2x} = (A_1 \text{sh} \gamma_1 x + A_2 \text{ch} \gamma_1 x) / Z_{B1} - (A_3 \text{sh} \gamma_2 x + A_4 \text{ch} \gamma_2 x) / Z_{B2} + Q; \quad (4)$$

където:

U_{1x} , I_{1x} и U_{2x} , I_{2x} са съответно напреженията и токовете в двете ходови релси в точка с координати "x"; γ_1 и γ_2 са константите на разпространение на релсовата линия при паралелно и последователно свързване на релсите; Z_{B1} и Z_{B2} са вълновите импеданси на релсовата линия при паралелно и последователно свързване на релсите; A_1 - A_4 са интеграционни константи [1,2,3];

За R и Q от уравнения (2) и (4) може да се запише:

$$R = (z_m z_{kp2} - z_1 z_{kp1}) I_k / (z_m^2 - z_1^2) \quad (5)$$

$$Q = (z_m z_{kp1} - z_1 z_{kp2}) I_k / (z_m^2 - z_1^2) \quad (6)$$

$$z_{kp1} = j \omega M_{kp1} \quad (7)$$

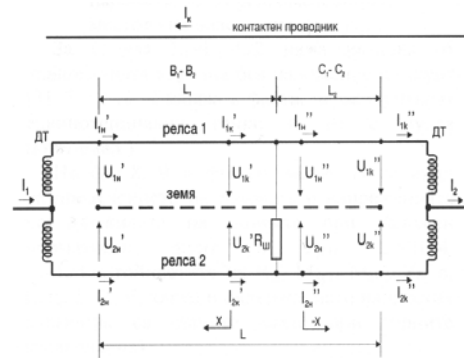
$$z_{kp2} = j \omega M_{kp2} \quad (8)$$

където:

z_m , z_{kp1} и z_{kp2} са километричните импеданси от взаимна индуктивност между двете релси, контактен проводник - релса 1 и контактен проводник - релса 2; I_k е токът в контактния проводник; ω е ъгловата честота на тяговия ток; M_{kp1} и M_{kp2} са взаимните индуктивности между контактния проводник и ходовите релси 1 и 2 [3];

За случая на наложен шунт, релсовата линия се илюстрира с фиг.1. (т.е. шунт със стойност $R_{ш}$ се намира в точка с абсиса $x = 0$. На разстояние L_1 от нея се намира единия, а на разстояние L_2 другия край на релсовата линия. По аналогия с [3] е допуснато, че за ограничаване на асиметрията на обратния тягов ток в началото и края на релсовата линия са включени дросел-трансформатори

ДТ с импеданс Z_d , а стойността на тяговия ток през дросел-трансформаторите е I_1 и I_2 .



фиг.1 Заместваща схема на релсовата линия след наложение на шунт, за намиране на граничните условия.

За фиг.1 могат да се напишат следните гранични условия:

$$I_1 = I_{1H}' + I_{2H}' \quad (9);$$

$$U_{1H}' - U_{2H}' = 0,5 Z_d (I_{2H}' - I_{1H}') \quad (10);$$

$$I_{1k}'' + I_{2k}'' = I_2 \quad (11);$$

$$U_{1k}'' - U_{2k}'' = 0,5 Z_d (I_{1k}'' - I_{2k}'') \quad (12);$$

$$U_{1k}'' = U_{1H}'' \quad (13);$$

$$U_{2k}'' = U_{2H}'' \quad (14);$$

$$I_{1k}' + I_{2k}' - I_{1H}'' - I_{2H}'' = 0 \quad (15);$$

$$0,5 R_{ш} (I_{1k}'' - I_{2k}'' - I_{1H}'' + I_{2H}'') - U_{1k}'' + U_{2k}'' = 0 \quad (16);$$

Ако равенства (1) - (4) бъдат приложени за точки с абсиса $x=L_1$, $x=-L_2$ и $x=0$, отляво и отдясно на шунта, се получава:

$$U_{1H}' = B_1 \text{ch} \gamma_1 L_1 + B_2 \text{sh} \gamma_1 L_1 + B_3 \text{ch} \gamma_2 L_1 + B_4 \text{sh} \gamma_2 L_1 \quad (17);$$

$$I_{1H}' = (B_1 \text{sh} \gamma_1 L_1 + B_2 \text{ch} \gamma_1 L_1) / Z_{B1} + (B_3 \text{sh} \gamma_2 L_1 + B_4 \text{ch} \gamma_2 L_1) / Z_{B2} + R \quad (18);$$

$$U_{2H}' = B_1 \text{ch} \gamma_1 L_1 + B_2 \text{sh} \gamma_1 L_1 - B_3 \text{ch} \gamma_2 L_1 - B_4 \text{sh} \gamma_2 L_1 \quad (19)$$

$$I_{2H}' = (B_1 \text{sh} \gamma_1 L_1 + B_2 \text{ch} \gamma_1 L_1) / Z_{B1} - (B_3 \text{sh} \gamma_2 L_1 + B_4 \text{ch} \gamma_2 L_1) / Z_{B2} + Q \quad (20);$$

$$U_{1k}' = B_1 + B_3 \quad (21);$$

$$I_{1k}' = B_2 / Z_{B1} + B_4 / Z_{B2} + R \quad (22);$$

$$U_{2k}' = B_1 - B_3 \quad (23);$$

$$I_{2k}' = B_2 / Z_{B1} - B_4 / Z_{B2} + Q \quad (24);$$

$$U_{1H}'' = C_1 + C_3 \quad (25);$$

$$I_{1H}'' = C_2 / Z_{B1} + C_4 / Z_{B2} + R \quad (26);$$

$$U_{2H}'' = C_1 - C_3 \quad (27);$$

$$I_{2H}'' = C_2 / Z_{B1} - C_4 / Z_{B2} + Q; \quad (28);$$

$$U_{1k}'' = C_1 \text{ch} \gamma_1 L_2 - C_2 \text{sh} \gamma_1 L_2 + C_3 \text{ch} \gamma_2 L_2 - C_4 \text{sh} \gamma_2 L_2 \quad (29);$$

$$I_{1k}'' = (-C_1 \text{sh} \gamma_1 L_2 + C_2 \text{ch} \gamma_1 L_2) / Z_{B1} + (-C_3 \text{sh} \gamma_2 L_2 + C_4 \text{ch} \gamma_2 L_2) / Z_{B2} + R \quad (30);$$

$$U_{2k}'' = C_1 \text{ch} \gamma_1 L_2 - C_2 \text{sh} \gamma_1 L_2 - C_3 \text{ch} \gamma_2 L_2 + C_4 \text{sh} \gamma_2 L_2 \quad (31);$$

$$I_{2k}'' = (-C_1 \text{sh} \gamma_1 L_2 + C_2 \text{ch} \gamma_1 L_2) / Z_{B1} + (C_3 \text{sh} \gamma_2 L_2 - C_4 \text{ch} \gamma_2 L_2) / Z_{B2} + Q \quad (32);$$

Имаме осем интеграционни константи: V_1 - V_4 за първата и C_1 - C_4 за втората част на релсовата линия. Уравнения (9) - (32) описват пълно системата р-р-к-з при наложение на шунт (с произволна стойност) в коя да е точка на линията. Налице е система от двадесет и четири уравнения с двадесет и четири неизвестни: $U_{1n}'; I_{1n}'; U_{2n}'; I_{2n}'; U_{1k}'; I_{1k}'; U_{2k}'; I_{2k}'; U_{1n}''; I_{1n}''; U_{2n}''; I_{2n}''; U_{1k}''; I_{1k}''; U_{2k}''; I_{2k}''; V_1; V_2; V_3; V_4; C_1; C_2; C_3$ и C_4 . За решаването на (5) – (28) се използва метода на Гаусовата елиминация [3,4].

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЧЕТИРИПРОВОДНАТА ЛИНИЯ Р-Р-К-З ПРИ НАЛОЖЕНИЕ НА НОРМАТИВЕН ШУНТ

При известни интеграционни константи V_1 - V_4 и C_1 - C_4 и с помощта на уравнения (1) - (4) може да се изследва разпределението на токовете и напреженията по дължината на релсовата линия. В случай на електрификация на постоянен ток изследването следва да се формулира последователно за всяка от хармоничните съставлящи [3].

Резултатите от такова изследване, направено за шестия хармоник ($f=300\text{Hz}$) при електрифицирана на постоянен ток метролиния са показани на фиг.2, 3 и 4. При изчисленията са заложили: $R_{ш}=0,06\Omega$, $M_{кр1}=1,3\text{mH/km}$, $M_{кр2}=1,1\text{mH/km}$, $Z_d=1,8e^{j80}$, $\rho=9,1$ (коэффициент на повърхностна утечка), $L=1\text{km}$, $r_n=1\Omega\cdot\text{km}$, $I_k=3000\text{A}$, съдържание на шестия хармоник 0,87%, $E=1,99e^{j3,1}$, $I_1=I_2=0$ $L_1=L_2=L/2$ (т.е. шунтът е разположен в средата на релсовата линия).

Резултатите от същото изследване но при $L_1 \neq L_2$ (т.е. $L_1=L/4$; $L_2=3L/4$) са показани на фиг.5, 6 и 7.

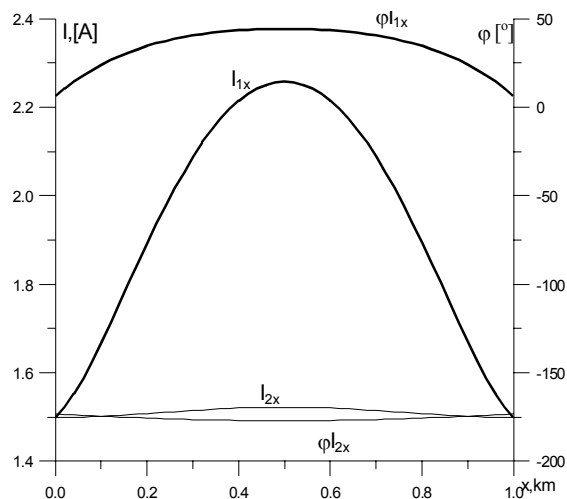
Получения графичен материал, както и други непоказани резултати показват, че напреженията и токовете в двете ходови релси се разпределят неравномерно по дължината на релсовата линия. Стойностите им зависят от:

- координатите на точката;
- номера на хармоника;
- импедансите на дросел трансформаторите;
- параметрите на релсовата линия;
- мястото на наложение на шунта.

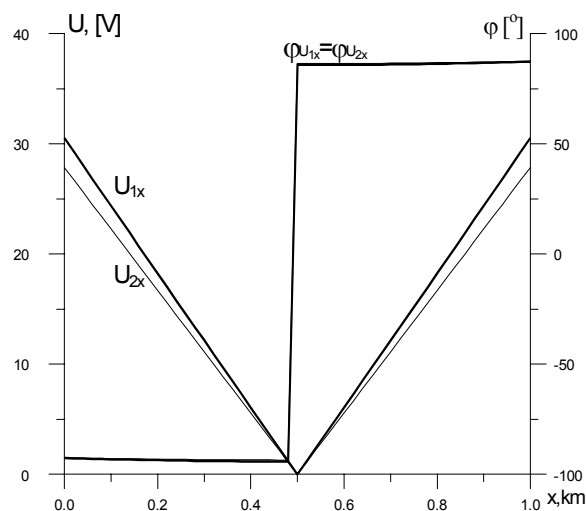
За случая $L_1=L_2=L/2$ няма разлика от аналогичната картина без наложение на шунт [3]. Това се обяснява с факта, че се шунтират

еквипотенциални точки и то с нулев потенциал.)

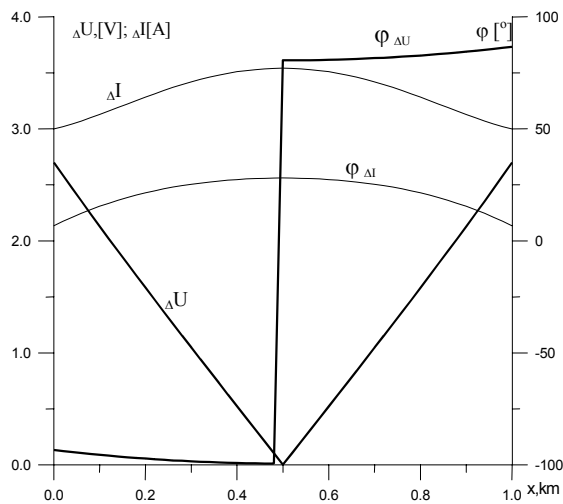
На фиг.8, 9 и фиг.10, може да се види разпределението на токовете и напреженията по дължината на линията при наложен нормативен шунт и при $L_1=3L/4$, $L_2=L/4$. (Стойностите на $R_{ш}$, $M_{кр1}$, $M_{кр2}$, Z_d , ρ , L , r_n , I_k , Z , E , както и съдържанието на шестия хармоник са същите както при горните изследвания).



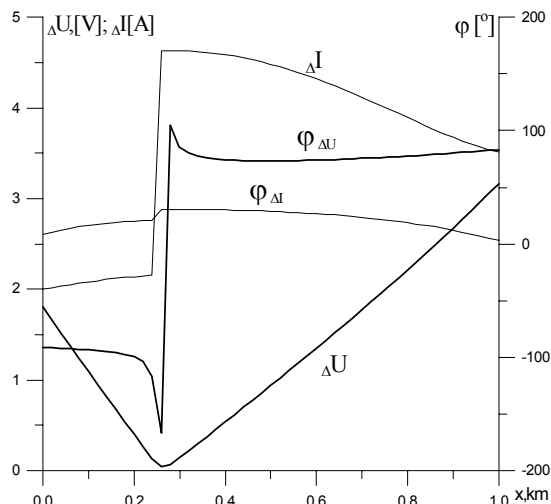
фиг.2 Разпределение на напреженията U_{1x} и U_{2x} по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=L_2=L/2$.



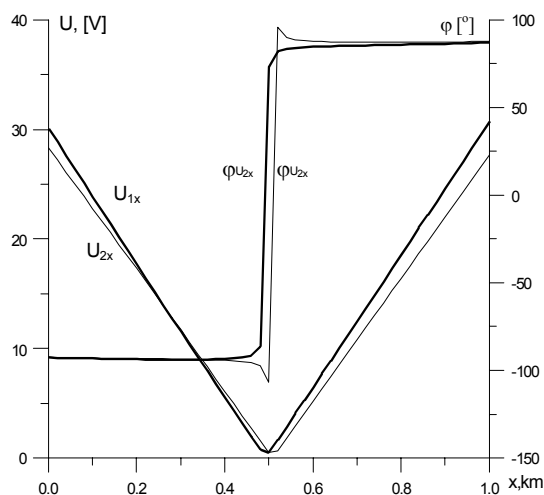
фиг.3 Разпределение на токовете I_{1x} и I_{2x} по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=L_2=L/2$.



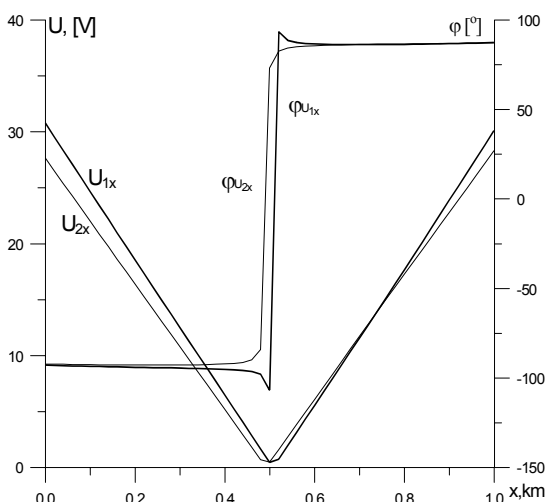
фиг.4 Асиметрия на токовете и напреженията по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=L_2=L/2$.



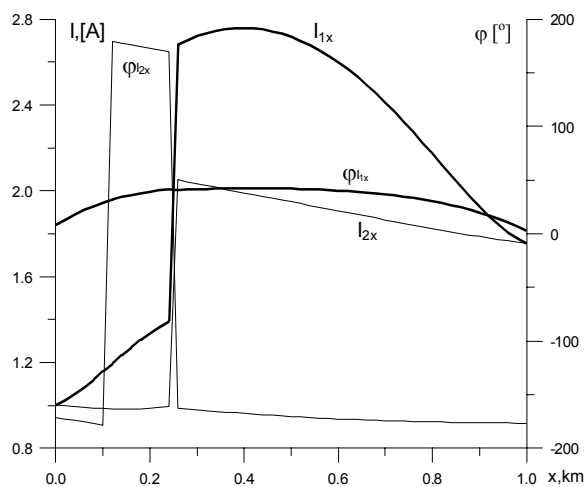
фиг.7 Асиметрия на токовете и напреженията по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=L/4$, $L_2=3L/4$



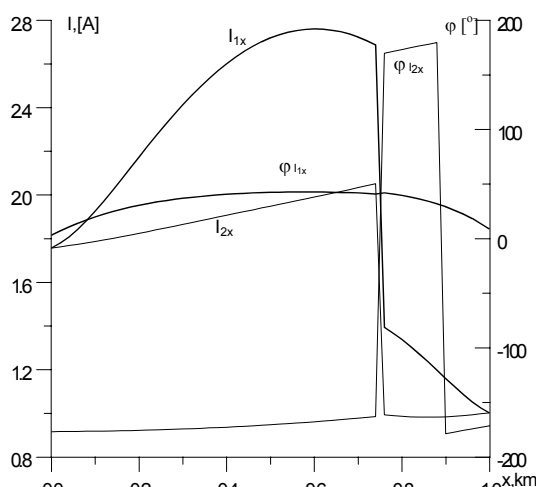
фиг.5 Разпределение на напреженията U_{1x} и U_{2x} по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=L/4$, $L_2=3L/4$.



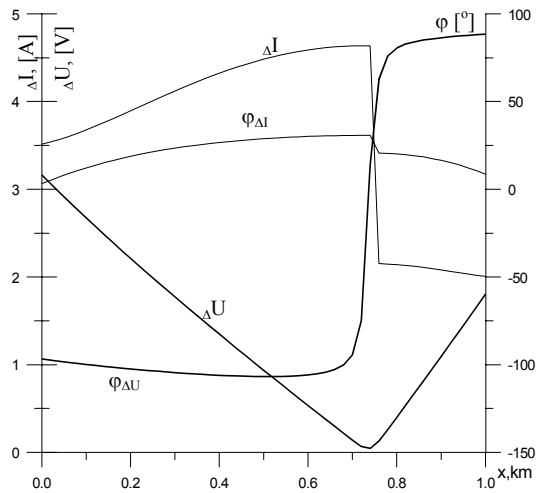
фиг.8 Разпределение на напреженията U_{1x} и U_{2x} по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=3L/4$, $L_2=L/4$.



фиг.6 Разпределение на токовете I_{1x} и I_{2x} по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=L/4$, $L_2=3L/4$.



фиг.9 Разпределение на токовете I_{1x} и I_{2x} по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=3L/4$, $L_2=L/4$.



фиг.10 Асиметрия на токовете и напреженията по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$, $L_1=3L/4$, $L_2=L/4$

ИЗСЛЕДВАНЕ НА АСИМЕТРИЯТА НА ТОКОВЕТЕ И НАПРЕЖЕНИЯТА

За доказване правилността на резултатите от предходната точка е използван относителния подход (разгледан по-подробно в [3]). Съгласно този метод се търсят не самите токове и напрежения, а асиметрията между тях. За намиране на асиметрията на токовете и напреженията не се интересуваме от точните стойности на $M_{кр1}$ и $M_{кр2}$ (както е направено в предходната точка.), а от напречната геометрия на токозахранващата система. В случая система (9) - (32) се свежда до система от дванадесет уравнения, със същият брой неизвестни:

$$\Delta U_H'' = 2(B_3 \text{ch} \gamma_2 L_1 + B_4 \text{sh} \gamma_2 L_1) \quad (29);$$

$$\Delta U_H'' = 2C_3 \quad (30);$$

$$\Delta I_H'' = 2(B_3 \text{sh} \gamma_2 L_1 + B_4 \text{ch} \gamma_2 L_1) / Z_{в2} + P \quad (31);$$

$$\Delta I_H'' = 2C_4 / Z_{в2} + P \quad (32);$$

$$\Delta U_k'' = 2B_3 \quad (33);$$

$$\Delta U_k'' = 2(C_3 \text{ch} \gamma_2 L_2 - C_4 \text{sh} \gamma_2 L_2) \quad (34);$$

$$\Delta I_k'' = 2B_4 / Z_{в2} + P \quad (35);$$

$$\Delta I_k'' = 2(-C_3 \text{sh} \gamma_2 L_2 + C_4 \text{ch} \gamma_2 L_2) / Z_{в2} + P \quad (36);$$

$$\Delta U_k'' = 0,5 Z_d \Delta I_k'' \quad (37);$$

$$\Delta U_H'' = -0,5 Z_d \Delta I_H'' \quad (38);$$

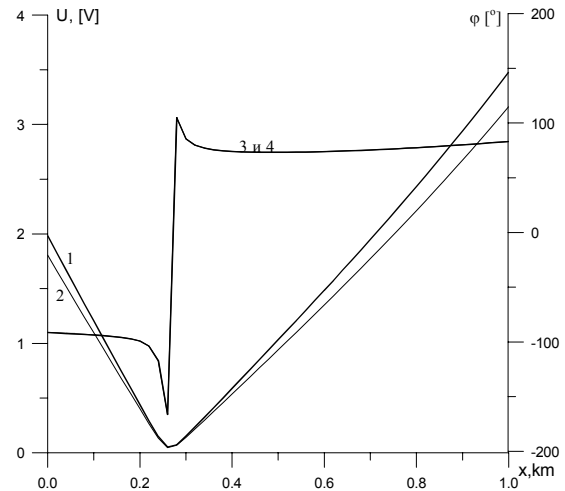
$$0,5 R_{ш} (\Delta I_k'' - \Delta I_H'') - \Delta U_k'' = 0 \quad (39);$$

$$\Delta U_k'' = \Delta U_H'' \quad (40).$$

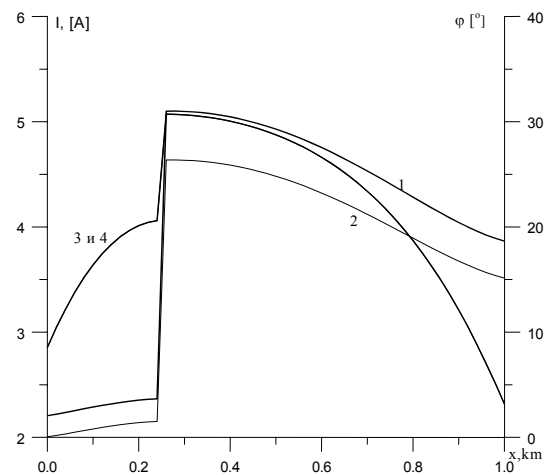
където $P=R-Q$.

Резултатите от изследването на асиметрията на токовете и напреженията по дължината на релсовата линия чрез относителния и абсолютния подход, при

условията от предишната точка (и по конкретно за случая $L_1=L/4$; $L_2=3L/4$), са показани на фиг.11 и фиг.12.



фиг.11 Асиметрия на напреженията по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$. $L_1=L/4$, $L_2=3L/4$. Криви 1 и 3 изчислени по абсолютния метод; криви 2 и 4 изчислени по относителния метод.



фиг.12 Асиметрия на токовете по дължината на линията при наложен нормативен шунт. $I_1=I_2=0$. $L_1=L/4$, $L_2=3L/4$. Криви 1 и 3 изчислени по абсолютния метод; криви 2 и 4 изчислени по относителния метод.

Видно е, че разпределенията на токовата и напреженовата асиметрия получена по двата метода са еднакви по характер. Разликите в стойностите за една и съща точка се обясняват с приблизителното определяне на $M_{кр1}$ и $M_{кр2}$ при абсолютния подход. В този смисъл като по-коректни следва да се смятат резултатите получени от относителния подход, където се залагат само разстоянията между линейните проводници.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа са предложени два математични модела за изследване влиянието на хармоничните съставлящи на тяговия ток върху тока в ходовите релси при наложението на нормативен шунт в различни точки от релсовата линия. С помощта на тези модели са проведени изследвания, които налагат следните изводи:

1) В условията на несиметрично разположен контактен проводник, какъвто е случаят в мнозинството метрополитени, тяговият ток и неговите хармонични индуцират в релсите токове и напрежения със значителни стойности. В мястото на наложение на шунта асиметрията на напреженията има минимална стойност, а асиметрията на токовете има максимална стойност. Това трябва да се отчита при проектирането на системите за АЛС-АРС.

2) Периодичното включване на дросел-трансформатори, с цел ограничаване на асиметрията на канализирания обратен тягов ток, води до създаване на затворени контури, в които асиметрично разположения контактен проводник индуцира контурен ток. Този контурен ток, за разлика от обратния тягов ток, има различна посока в двете релси, поради което не може да се изолира от пътните и локомотивните приемници на

осигурителните устройства.

3) Асиметрията в релсовата линия, дължаща се на индуцирания контурен ток не зависи от стойността на обратния тягов ток, а от мястото на наложение на шунта. За случая когато $R_{ш}$ е в средата на релсовата линия е налице еднаква асиметрия на напреженията и токовете в двата края на релсовата линия. В противен случай асиметрията е по-голяма в по-отдалечения от шунта край на релсовата линия.

Литература

- [1] М. Л. Семерник, А. В. Шишляков. Быстродействующая автоматическая локомотивная сигнализация для метрополитенов. Москва, Транспорт, 1970.
- [2] R. J. Hill, D. C. Carpenter. In situ determination of rail track electrical impedance and admittance Matrix Elements. IEEE Transactions on instrumentation and measurement. Vol.41, No 5. October 1992. pp. 666-673.
- [3] N. Nedelchev, N. Nikolov. Modelling and investigation on four-conductor line: two rails, contact feeder and earth. Varshava, International scientific conference "The transport in the 21st century". 19-21 September 2001. pp.177-185
- [4] Н. Н. Неделчев. Компютърно моделиране и изследване на релсови вериги-Хабилитационен труд, София 1998.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЕТОД И УСТРОЙСТВО ЗА КОНТРОЛ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ И ОПРЕДЕЛЯНЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО НА ВЛАКА

Иван Ненов
Христо Бързев
Борислав Аврамов *

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" № 158

АНОТАЦИЯ

В научната работа е разработена нова модификация на европейската система за автоматично регулиране на движението на влаковете ERTMS/ETCS-първо и второ ниво и се предлага метод и устройство за контрол на железния път и позициониране на влаковете, чрез използване на неограничени релсови вериги. Това ще позволи българските железници по етапно да се включат в европейската система, като максимално се използват националните достижения.

Ключови думи: неограничени релсови вериги, ERTMS, ETCS, АРДВ

В железопътния транспорт на Република България се предвижда да се внедрява европейската система за автоматично регулиране на движението на влаковете тип ERTMS/ETCS – ниво първо и второ. Позиционирането на влаковете в тази система се извършва чрез използване на пътни индуктори тип Eurobalise, а връзката между центъра за управление или радиоблокцентъра и подвижния състав чрез системата Euroradio. В тази система не се предвижда контрол за състоянието и изправността на железния път. В предлаганата научна работа са представени нови модификации на системата ETCS – първо и второ ниво в които за контрол на железния път и пози-

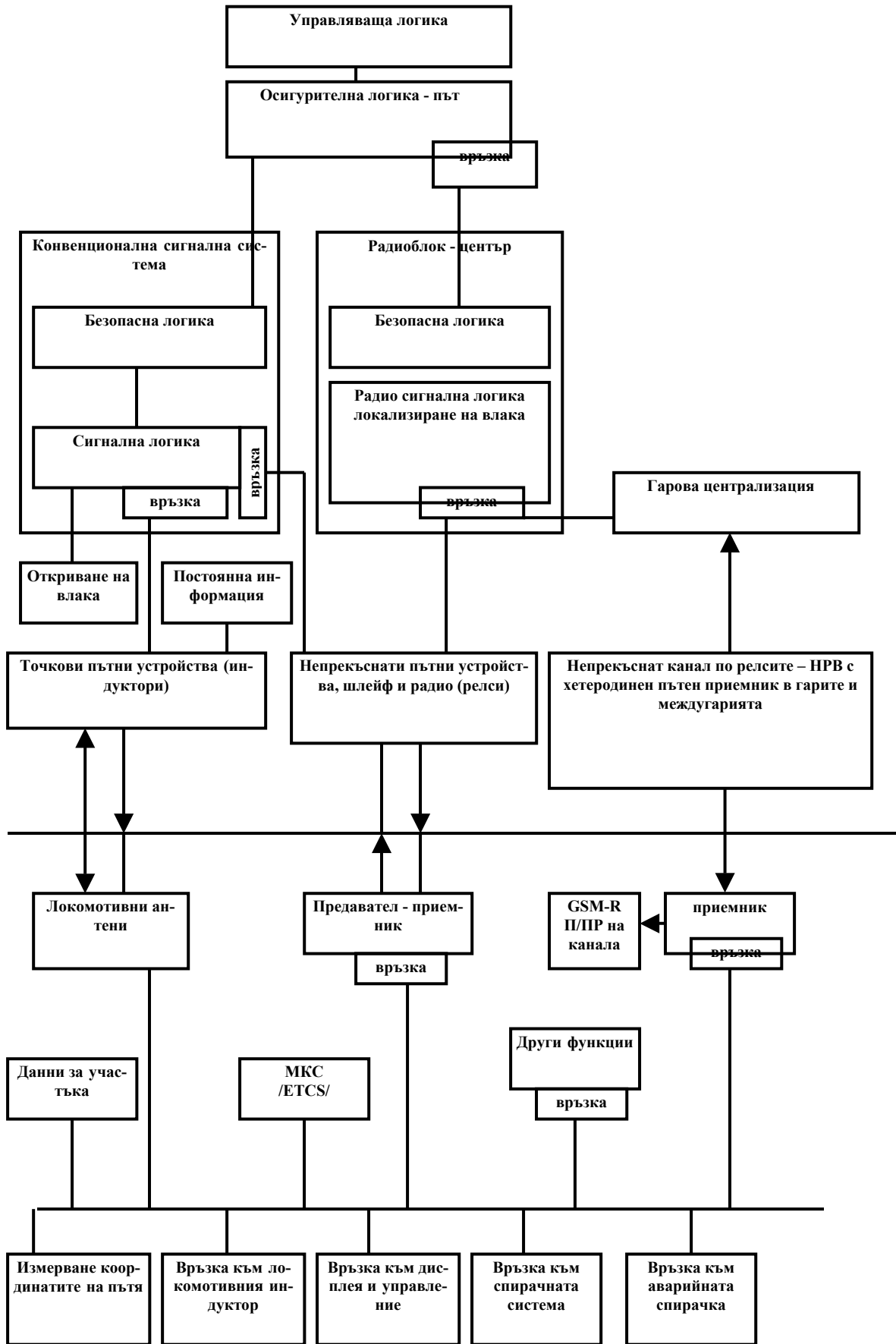
ционирането на влаковете са използвани неограничени (без изолиращи настави) релсови вериги.

Разгледани са три варианта (модификации) на системата ETCS за предаване на информация от пътя към центъра за управление:

Първи вариант – Позициониране на влаковете се извършва като се използва системата Eurobalise, а за контрол на състоянието и изправността на железния път в междугарията, неограничени релсови вериги и централизирано разположение на апаратурата в гарите, като съставна част на Interlocking System, и връзка чрез радиоблокцентровете с влаковете.

*доц. д-р инж. Иван Ненов, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев", No 158
инж. Христо Бързев,
инж. Борислав Аврамов, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев", No 158

Втори вариант – Позициониране на влаковете и контрол за състоянието и изправ-



Фиг.1

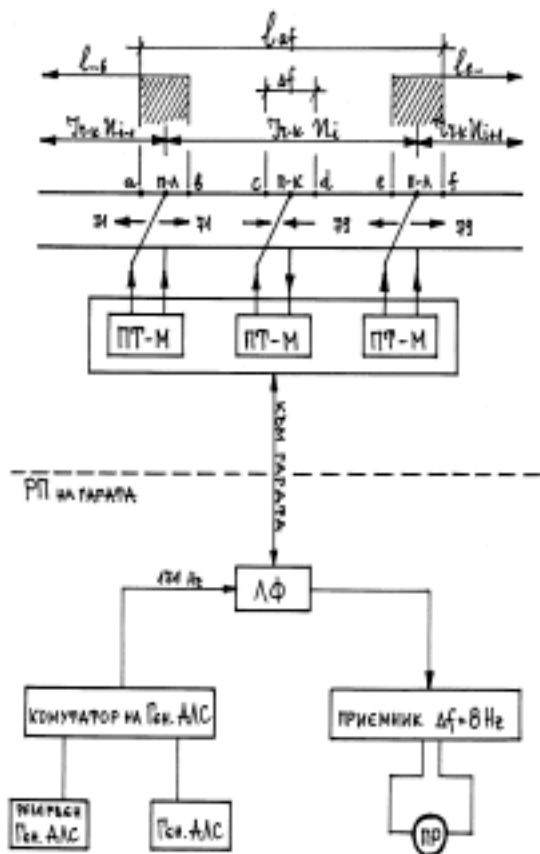
ността на железния път в междугарията да се извършва чрез неограничени релсови вериги, централизирано разположение на апаратурата в гарите и връзка чрез радиоблокцентровете с влаковете.

Трети вариант – Позициониране на влаковете и контрол за състоянието и изправността на железния път в междугарията и поддържане на минимално безопасно разстояние между влаковете да се извършва от неограничени релсови вериги, чрез подаване на информация от пътя на локомотива, а от там в радиоблокцентровете по системата GSM-R.

Предложението е съобразено със структурата на системата ETCS, като допълнителните функционални блокове са показани на фиг. 1.

Предложените варианти на принципни схеми и избрани параметри на устройствата и датчиците дават възможност на потребителя, например Инфраструктурата на българските железници, да изберат тези, които в най-пълна степен отговарят на конкретните им изисквания или изисквания и етапи на модернизиране.

Първо Принципна схема на информаци-



Фиг.2

информационна система, използваща двучестотни неограничени релсови вериги с хетеродинен пътен приемник, за контрол състоянието и изправността на железния път и позициониране на влаковете е показана на фиг. 2.

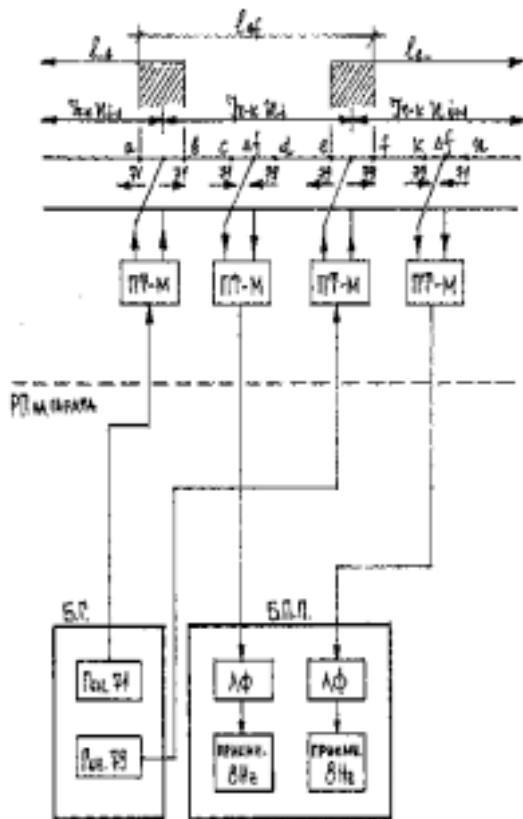
В единия път се използват честотите 71 и 79 Hz, а в другия 75 и 83 Hz. Предвижда се по границите на блок участъците да се монтират пътни трансформатори, без да се използван пътни сигнали, а приемопредавателната апаратура на релсовата верига да се централизира в прилежащите основни гарии, в които има релейни помещения и осигурено надеждно захранване. За връзка на пътните трансформатори с гарите ще се използват кабелните магистрали на железниците. Предвидено е за предаване информация на локомотива да се използва отделен честотен канал на 174,4Hz, който да се включва когато влака настъпи на съответния блок-участък.

При това решение, релсовите вериги се използват за контрол състоянието и изправността на железния път и предаване на съответна информация в гарата (гарова централизация) и на борда на локомотива. Обработването на тази информация може да стане в бордовата апаратура на системата ETCS или в гаровата централизация (радио-блок центровете) и след това по системата GSM-R да се предава за осигуряване на безопасно движение на влаковете – минимален безопасен интервал. Използваната вдвоена релсова верига (два генератора и един приемник на $\Delta f=8\text{Hz}$) позволява да се получи работна дължина на блок участъка, както е показано на фиг.2 и ще се изменя в определени граници. Направените изследвания от катедра “СОТС” са показали, че тази дължина ще варира с около 30-40м и не се явява пречка за организиране на безопасното движение на влаковете.

Преминаването на влака в зоната на предавателните пътни трансформатори (защрихованата част), се използва за позициониране на влака чрез едновременно незадействано състояние на пътните приемници на два съседни блок участъка. Ако се запишат предварително координатите на тези точки в гарите, могат чрез системата GSM-R да се предават към подвижния състав и за изчисляване на минималното безопасно разстояние между последователно движещите се влакове.

Второ Принципна схема на информационна система, използваща честотите за релсовите вериги и за пренасяне на информацията на локомотива фиг. 3

На фиг.2 е показан принципът на пред-



Фиг. 3

ложеното решение за една информационна точка. Тук предложението е аналогично на това, изложено в т.2, разликата се състои в това, че за пренасяне на информация от пътя на локомотива се използват честотите (71 и 79), използвани и за работа на пътните приемници, разположени в гарата.

Отпада предавателната апаратура, предназначена за работа на автоматичната локомотивна сигнализация на отделна честота. В случая се предлага да се оразмери релсовата верига за едновременна работа в нормален режим за пътния приемник и в режим на АЛС за локомотивния приемник. Направени са предварителни измервания в катедра "СОТС" за избора на параметрите на релсовата верига за работа в тези два режима.

Трето Принципна схема на информационна система с използване на четирите честоти на релсовите вериги за контрол със-

контрол състоянието и изправността на железния път за позициониране на влаковете, чрез приемната апаратура в гарите и две разликови честоти на $\Delta f = 4\text{Hz}$ и $\Delta f = 8\text{Hz}$.

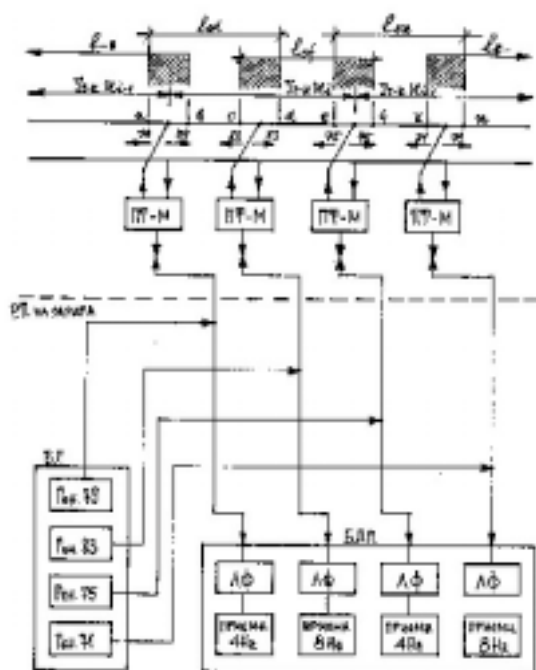
На фиг.4 е показана структурната схема на една информационна точка, предложена за реализиране на информационната система по този вариант. Използва се неограничена релсова верига с хетеродинни пътни приемници, работещи съответно на две разликови честоти ($\Delta f_1=8\text{Hz}$ и $\Delta f_2=4\text{Hz}$), като една честота (например 71Hz) се повтаря в релсите през четири блок-участъка, при което няма опасност от лъжливо действие на съответните приемници. Не се използват пътни сигнали, апаратурата на приемо-предавателите на релсовата верига са централизирана в прилежащите гарии, непосредствено до релсите остават само пътните трансформатори. Работната дължина на релсовата верига е както и при първите два варианта, тъй като се използват един и същи типови релсови вериги. Характерна особеност на предлагания вариант е, че не се предвижда предаване на информация на локомотива, а само в Радио-блок центрите, чрез гаровите централизации. На границата на блок-участъците се използват пътни трансформатори, чрез които едновременно се предава в релсите сигнали с определени честоти (71-83Hz) и се приемат сигнали от собствената релсова верига пак на честоти (71-83Hz). Хетеродинният принцип за работа на пътния приемник се реализира, като се сравняват в приемника предаваната от собствения генератор честота в релсите и получаваната от собствената релсова линия честота. Използват се приемници, които работят на 4 Hz и 8 Hz и се редуват последователно по дължината на междугарие-то. Такива приемници се произвеждат в ЗАТ София и към тях се предявяват изискванията да работят само на избрана честота ($\Delta f = \pm 0,5\text{Hz}$) и да контролират изправността на елементите си.

Информация за състоянието на отделните блок-участъци и за изправността на релсите се формира от съответните пътни приемници и чрез гаровата централизация се предават в Радио-блок центрите и от там чрез системата GSM-R и ETCS на локомотивите, като при информация за заемане или неизправност на железния път се дава команда за привеждане на движението

на влака в защитно състояние (спиране или ограничаване на скоростта).

Позиционирането на влаковете се осъществява от движението в зоната на пътните трансформатори, при което пътните приемници на двете съседни релсови вериги са в незадействано състояние. Предвидено е да се направи интерфейсна схема от контакти на пътните релета, чрез която да се подават координатите на всеки пътен трансформатор с точност от 10-20м.

В момента се провеждат изследвания в катедра "СОТС" за определяне граничните дължини на тези зони.



Фиг. 4

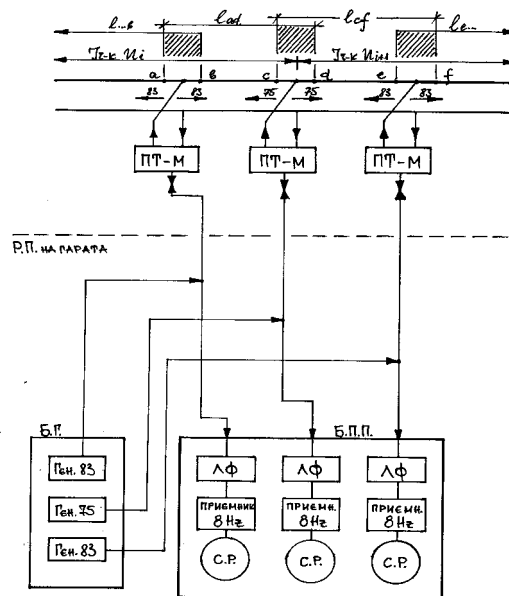
Четвърто Също както в трето решение, но с използване на една разликова честота $\Delta f = 8\text{Hz}$.

На фиг.5 е показана структурната схема на една информационна точка, предложена за реализиране на информационната система по този вариант.

Предложението е аналогично, както и варианта, изложен в т.3, но разликата се състои в това, че се използва само една разликова честота ($\Delta f = 8\text{Hz}$). В релсите се подават 71 и 79Hz или 75 и 83Hz и се редуват, както е показано на фиг.5. По този начин се позиционира с голяма точност местоположението на влака в зоната на пътния трансформатор, когато се шунтират

получаваните сигнали от двата съседни участъка. Алгоритъмът на работа се задава както и в предходния вариант.

В заключение следва да се отбележи, че от предложените четири вариантни решения, може да се даде предпочитание на трети вариант. Използва се един канал за връзка и предаване на информация от пътя към гаровите централизации, формирането на информацията за състоянието и изправността на пътя се извършва гаровата апаратура, която се състои от четири генератора на честоти (71, 75, 79 и 83) Hz и съответния брой пътни приемници, работещи на 4/8 Hz, така че една сигнална честота се повтаря през четири пътни участъка и няма опасност от формиране на лъжлива информация. Каналът за връзка отговаря на изискванията за безопасност и при отказ на който и да било елемент привежда системата в защитно състояние. Автоматичното регулиране на влаковото движение се из-



фиг.5

вършва, като формира от гаровата система информация, чрез GSM-R системата се предава на подвижния състав движения, която гарантира безопасното движение на влаковете. Точността на координатите на влака се определят с точност до 40÷50 метра.

При определени условия в националните железопътни мрежи на страните от Европейската общност, може да се използва и втори вариант за контрол състоянието и изправността на железния път и позициониране на влаковете.

В този случай се извършва предаване на информация и на локомотива и в гаровата централизация. Чрез дуплексната връзка по системата GSM-R се формира информация и управленческо въздействие на локомотива за реализиране на фактическа скорост на движение, при точно спазване изискванията за безопасност.

ЛИТЕРАТУРА

[1.] Брылеев А.М. и др. Автоматическая локомотивная сигнализация и автоблокировка. Транспорт, Москва, 1981 год.;

[2.] Брылеев А.М., Шиляшков А.В., Ненов И.Х., Частотная автоблокировка. В сб. Вопросы автоматического регулирования движения поездов на железных дорогах, вып. 170, Москва, 1963 год.

[3.] Неделчев Н.Н. – Автоблокировка и авторегулировка, ВМЕИ, 1980 год.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕТО НА ВЛАКОВЕТЕ В УЧАСТЪКА ПЛОВДИВ - СВИЛЕНГРАД

Иван Ненов
Маргарита Георгиева
Борислав Аврамов *

ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев" № 158

АНОТАЦИЯ

В предлагания научен доклад е направен кратък анализ на отечествените системи за осигуряване на безопасността на влаковото движение и на базата на европейските норми и стандарти е предложена структурна схема на комплексна система за регулиране на влаковото движение. В предлаганата система се отчита адаптирането ѝ към съществуващите устройства и системи в българския железопътен транспорт.

Ключови думи: GSM, GPS, ERTMS, ETCS, АРДВ.

Във връзка с реконструкцията на железопътния участък Пловдив – Свиленград за високи скорости (160-200 км/ч) и интензивно движение на влаковете, възниква проблема за осигуряване необходимата безопасност, чрез използване на съвременни технически решения и микрокомпютърни системи.

В предлаганата научна работа като е направен кратък анализ на фактическото състояние на националните устройства и системи за осигуряване на безопасността на движението на влаковете и на базата на европейските норми и стандарти е разработена структурна схема на комплексна система за регулиране на влаковото движение, показана на фиг.1.

Обозначенията на фиг.1 са:

1–кодиращо устройство и формиращо устройство на управленчески команди;

2–усилвател - превключвател на сигналите за изпращане в релсите;

3– устройство за електромагнитна съвместимост на системите, които използват релсите за пренасяне на информация, като АБ, АЛС, АПУ и други;

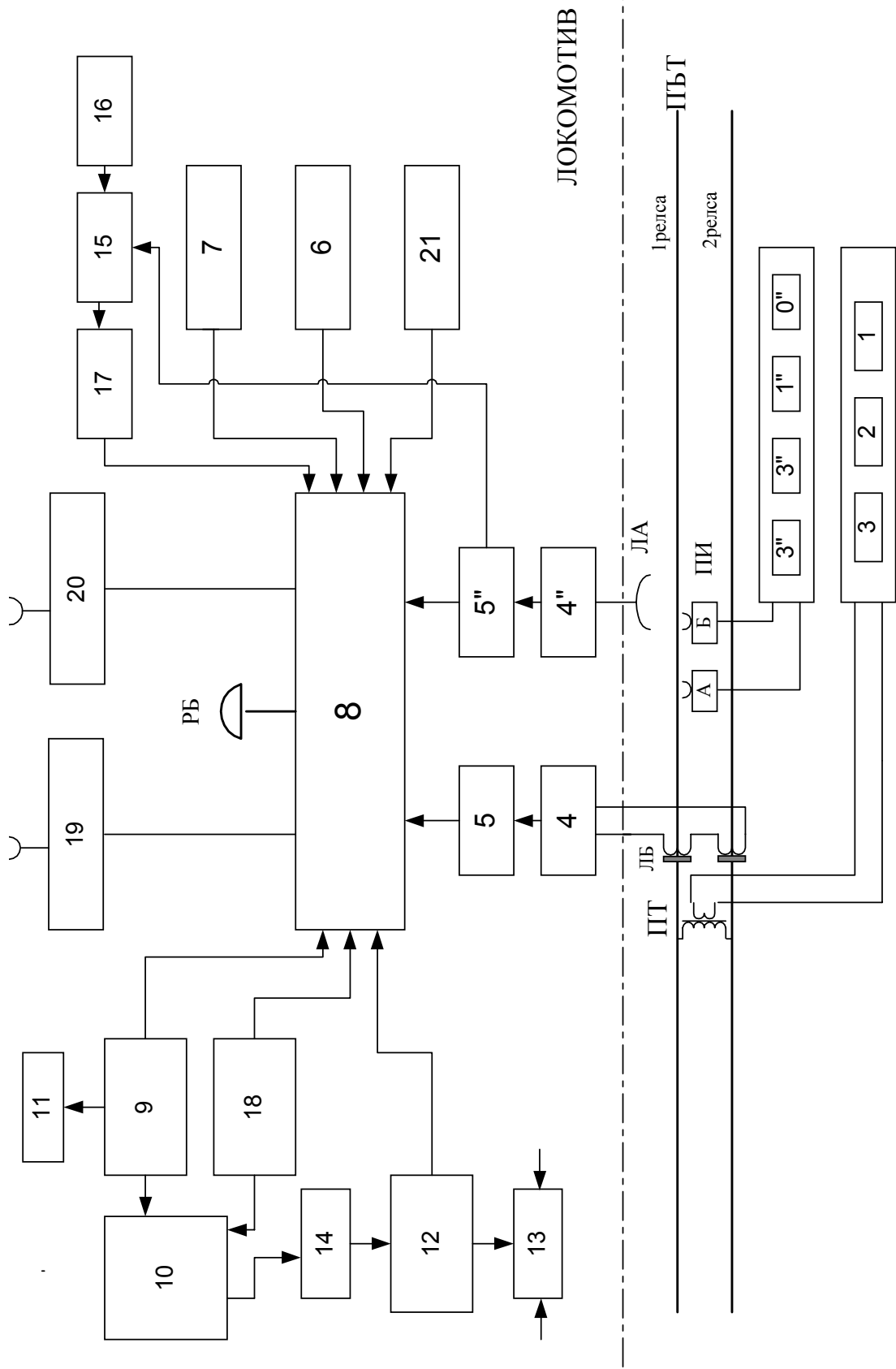
4 – приемник на локомотива, състоящ се от филтър, усилвател, филтър за честотния диапазон, съответно за непрекъснатия и точковия (4') канали за връзка;

5 – декодиращо устройство за четене на предаваната информация по двата канала за връзка (непрекъснат и точков);

6 – локомотивно устройство за формиране на визуална информация за машиниста и въвеждане на данни за всеки конкретен влаков състав;

7 – локомотивен индикатор –локомотивен светофор, индикаторен панел, цифров или графичен индикатор;

*доц. д-р инж. Иван Ненов, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев", No 158
гл.ас.инж.Маргарита Георгиева, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев", No 158
инж. Борислав Аврамов, ВТУ "Т. Каблешков", София, ул. "Г. Милев", No 158



Фиг. 1

8 – логическо устройство за безопасност – сравняване на допустимата скорост с фактичката и контролиране дейността на локомотивния машинист;

9 – електро - пневматично устройство за контролиране налягането на въздуха, спирателната магистрала и осигуряване на необходимата степен на задържане на влака;

10 – спирателна магистрала на влаковия състав;

11 – звуково сигнално устройство за подаване на звукова аларма на машиниста при задействане на спирачката на влака;

12 – устройство за измерване на фактичката скорост на влака ($V_{\text{фак}}$) и фактическият изминат път;

13 – устройство за регистриране на определени параметри и събития на влака /режими на работа на двигателите, фактическа и допустима скорост на движение и др./ за последните няколко часа;

14 – двигателни колооси на локомотива, на които са монтирани измервателни датчици, а така също и колооси, на които са монтирани спирателни устройства /калодки/;

15 – запомнящо устройство за допустимата скорост след определен период /постоянна или променлива/;

16 – времеизмерител /часовников механизъм/;

17 – следящо устройство за формиране на $V_{\text{дон}}$, с която трябва да се движи влака след определено време или място, на което се намира влака;

18 – устройство за измерване на ефективността на спирачната система (спирачките на влака);

19 – приемо-предавателно устройство с антена за връзка по GSM между влаковете и радиоблок центровете за реализиране на интервално безопасно движение;

20 – приемо-предавателно устройство с антена за връзка чрез спътници по GPS, за определяне координатите на влака;

21 – блок за регистрация на състоянието на управляващите органи;

О – устройство за предварително запомняне на информация /постоянна или променлива/ в зависимост от влаковата ситуация;

РБ – ръчка за бдителност-за контролиране работоспособността на

машиниста за реагиране на изменящите се събития при движението на влака;

Предлаганата комплексна система за управление на движението на влаковете може успешно да се приложи в участъка Пловдив-Свиленград, тъй като тя позволява да се използват изградените национални системи, да се използват принципите и устройствата на Европейската система ETCS, както и възможността за последователно ѝ въвеждане в експлоатация на нивата от 1-4. Освен това в предлаганата система е въведен нов информационен канал, който позволява да се следи за състоянието и изправността на железния път и да се подава информация, както на влака, така и в радиоблок центровете или гаровите централизации на прилежащите гари към всяко междугарие. С това се гарантира висока степен на безопасност на влаковете. При това този канал се използва само за формиране, предаване и обработване от информацията за състоянието и изправността на железния път, а всички логически зависимости необходими за интервално безопасно движение на влаковете да се реализира чрез GSM-R системите. Тези системи вече са разработени, има приети стандарти и норми и се произвеждат от редица средноевропейски страни и Русия. За Българските железници има облекчаващи обстоятелства, тъй като влаковете диспечерски радиовръзки са монтирани в нашата железопътна мрежа и са от аналогов тип, произведени са в Германия и същите заводи са разработили и произвеждат цифрови радиотехнически системи, които отговарят на Европейските стандарти и норми. Това ще позволи да се намери съвместяване на двете системи и постоянно преминаване към ефективно GSM връзка. Фирмата производител от Германия вече монтира цифрови радиотехнически системи в Германия, Швеция, Австрия и др. страни и има възможност да работи и за Българските железници.

Като се имат предвид конкретните особености на участъка Пловдив-Свиленград и готовността на Европейската система ETCS за внедряване предлагаме да се заложи в проекта за този участък етап от комплексната система включващ:

- Пътната апаратура на точковия и система при минимални разходи, за непрекъснатия канал за връзка, която се автоматично регулиране влаковото произвежда от наши заводи и има движение доставчик за част от нея;

- Локомотивната апаратура, монтирана на локомотивите по проекта на АЛКАТЕЛ за участъка София-Пловдив-Стара Загора-Бургас като се предвиди и допълнително оборудване за работа на GSM каналите;

- В гарите да се проектират радио-блок постове по разработките на Европейската система ETCS.

По този начин Българските железници ще започне внедряването на перспективна

ЛИТЕРАТУРА

[1.] Министерство на транспорта, Национална стратегия за развитието на транспорта, 2000год.

[2.] Бюлетин на EIRENE, ETSI/ Европейски институт за телекомуникационни стандарти / и консорциум MORANE – 1992-2000год.

[3.] Сп."Автоматика,связь,информатика",кн.1-12,2000год.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

COMPARING DIFFERENT MODELS OF SOFTWARE RELIABILITY AND SAFETY

Nelly Stoytcheva

Higher School of Transport "Todor Kableshkov"
158 Geo Milev Str., 1754 Sofia, Bulgaria
nstoytcheva@yahoo.com

Abstract

This paper presents different models of software reliability used for safety assessment of critical systems. Software allows unprecedented levels of complexity and new failure models that are starting to overwhelm the standard approaches to ensuring safety. This article will focus on the unique problems involved in building software controlled systems and describe some techniques that can be used to enhance safety.

Keywords: Software Safety, Software Reliability Modeling, Software Safety Modeling

1. Introduction

Last years the railway control systems built on a computing basis are gradually entering in practice. The microcomputer interlocking systems, centralized traffic control systems and other microprocessor devices have been working in Bulgaria for some years.

As can be seen in our daily life, software plays a crucial role in high-tech systems development. Pressures have been steadily increasing to achieve a balance between hardware and software reliability, especially in areas where trade-offs of components and software packages are concerned.

Quantification of hardware and software reliability is essential to systems design success. In today's fast paced economy, where every dollar speaks to profitability of a company, CEOs, Managers, and Engineers need hard numbers from which to derive design to cost figures. This is particularly true on large-scale projects where Project Managers must track and report project expenses in a timely manner. Project Management, as a discipline, demands figures for costing and scheduling.

Whereas hardware reliability has well-established methods dating back to its origin in the '50s and '60s, software reliability methods are in their infancy.

Nelly Stoytcheva, Ph.D, Senior lecturer, Higher School of Transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Str., 1754 Sofia, Bulgaria

2. Software Reliability and Safety metrics

How would we use Software Reliability metrics? One of the ways would be to evaluate software engineering technologies, using quantitative data. Or, Software Reliability may be used to measure test team results, as in percent of tests completed, successful execution of code, or functions. It can also be used to monitor operational performance of new software, such as checking control features, loops, CPU pass-through, error counts, alarms and error flags.

This begs the question: what is the difference between a "**Fault**" and a "**Failure**" in Software Reliability? The answer is critical to understanding software reliability because we want to track hard failures, while being able to separate and distinguish them from faults:

- a **fault** can lead to an error (it will lead to an error if it becomes active);

- an **error** can lead to a system's failure (it will lead to a failure unless the system can deal with it);

- a **failure** occurs when an error affects the correctness of the service delivered by a system (or system component).

There are generally four categories that characterize failures in time, since reliability is time-based. They are:

- *Time of failure*
- *Time interval between failures (MTBF)*
- *Cumulative failures experienced up to a given time*
- *Failures experienced in a time interval*

Software failures are based on random events over time. Random is defined as being unpredictable and variable over time, or not known with any certainty. Random means that the exact value is not known, but an average value can give us a sense of dispersion, but is unrelated to any specific failure statistical distribution.

Failure behavior is affected by two principal factors:

- The number of faults in the software being executed
- The execution environment or operational profile of that program's execution

The **number of faults** introduced in software being developed by programmers is tracked. Sometimes this may be as a result of program modifications or introduction of new code, known as developed code, to existing programs that are known as inherited code.

Developed code is defined as instructions that have been created or modified and added to existing code.

Inherited code put simply is the existing program code that is being modified or added to for that application.

In this paper railway transport safety is understood as a lack of accidents and crashes threatening people's life, health and interests, as well as lack of heavy losses of material, cultural or natural valuables. **Safety is here regarded as a single feature of the complex term of reliability. Reliability is defined by all failures, while safety - only by the dangerous ones [1,4,24].**

Safety is estimated by the dangerous failure function and *Mean Time Between Dangerous Failures* (MTBDF).

2. Software reliability modeling

Over the past 25 years, various methods have been developed for assessing software reliability, including *fault-injection methods, reliability growth models, and sampling models* [2,16,17,18,19,20,22,23,26].

Fault injection techniques introduce artificial faults into a program and observe the number of original faults and the number of seeded (artificial) faults that are detected during the testing and debugging phase. This method can be adapted to defect-based analysis by ensuring that the seeded faults are all of the desired class of defects. The data can be used to estimate the number of faults remaining in the program assuming that seeded faults have the same distribution as the original faults. However, it is difficult to enforce this assumption in practice since the distribution of original faults is not known *a priori*. Such models are models of Mills and Basin, Schick and Wolverton, Duran and Wiokowski, Mills, Laprie [13].

The *second approach* records the failure history of the program during the testing and debugging phase and uses the data to predict the distribution of the time to the next failure. Since the reliability of the software generally improves when faults are removed from the program (provided no new faults are introduced), these models are called software reliability growth models. Reliability growth models differ in the assumptions they make about the size of the faults in the software, the testing process, whether new faults can be introduced, etc. There are also variations that use multiple models

followed by goodness-of-fit tests. More recent models use neural networks to learn the failure pattern of the software based on its failure history. State-based models estimating software reliability are Jelinski-Morand, Shooman, Musa, Cheund, Littlewood. These models are discussed in [16,17]. All these methods can be adapted to defect-based reliability analysis by considering only data related to the specific class of defects. However, this can greatly reduce the sample size and result in very low confidence bounds.

The third method is similar to sampling techniques used to determine the reliability of hardware components. However, instead of selecting a random sample of components and subjecting them to operational use, the program is tested with a random sample of points from its input domain. The sampling approach is theoretically sound, but it is a "brute force" method that is expensive to apply in practice [2]. It requires a large number of test data to attain ultrahigh reliability objectives. Furthermore, the reliability estimate is sensitive to the operational distribution (this is also true for reliability growth models) and requires significant re-testing of the software whenever the operational profile changes. Some other works related to the statistical approach have focused on analysis, evaluation, and variations to make it more practical. All these methods can be adapted to defect-based analysis by confining the observations to the specific class of defects. However, this again limits the sample size and reduces the confidence in the resulting estimate.

While many of these techniques work well for low to medium confidence applications, they are controversial for safety critical applications. A natural way is to combine statistical testing with formal verification. This has been done to some extent in the input-domain based approach Rammamoorthy and Bastani model, which divides the input space into a number of partitions. Only those partitions that cannot be formally verified are subjected to statistical testing. However, this partitioning approach requires the verification of complete program paths which is difficult to perform in practice. Also it does not help with the defect-based analysis unless a verification process is used that guarantees that all defects of a particular class will be uncovered fully during the verification.

Modeling software has some inherent problems. There are two classes of modelers, the theoretician and the practitioner. The theoretician includes academicians and researchers, in a

college or university environment [11,14,15,18,21]. Practitioners can be software developers and reliability analysts who may have some software background, but who are not necessarily programmers. This presents a problem in defining software reliability models because what may work for one group does not necessarily prove adequate to the other.

4. Analysis of software reliability models

The objective of all reliability predictions is to give a fair and accurate accounting of system performance. As has been seen in real world experience, not all lines or blocks of code get tested prior to release, but usually only the main functions, and there lies the real problem in predicting. As in hardware reliability, predictions are only as good as the data being used to model the system.

As shown in this article, there are several reliability prediction models and techniques. Historical data can be the most accurate and produces a prediction of failure rate of delivered software based on company wide historical data.

5. Software safety modeling

Software is deemed *safe* if it is impossible (or at least highly unlikely) that the software could ever produce an output that would cause a catastrophic event for the system that the software controls. Examples of catastrophic events include loss of physical property, physical harm, and loss-of-life. **Software Safety** is a "buzz-phrase" that usually refers to a broad class of development and assessment processes that attempt to make software safe [6,7,8]. This includes techniques such as fault-tree analysis (FTA), formal methods (particularly those aimed at early life-cycle phases), Petri nets, Failure Modes Effect and Criticality Analysis (FMECA), HAZOP, impact analysis, and Cigital's Safety Net Methodology (based on a technique called Extended Propagation Analysis).

Software safety can be viewed as a subproblem of demonstrating *system safety*. After all, software is only one component of any complete system. Hardware fault-tolerance is an example of a different subproblem of the system safety problem. As an example, assume that a physical system has a fixed set of functions that it performs:

$$F = \{f_1, f_2, f_3, \dots, f_N\}.$$

Further assume that for each subset of F, there are zero or more catastrophic events that must be protected against. Given that the software directly or indirectly controls some percentage of F's functionality, the goal of early life-cycle phases is to design code that cannot produce hazardous outputs. The goal of software safety assessment is to demonstrate that the software cannot affect a subset of F in a manner that could lead to catastrophe. System safety (or a lack thereof) must be completely and unambiguously defined before software safety can be tackled. Why? Consider that for some system A, it might be okay if a linked-list insertion routine fails for each attempted addition after the list is of size five, but for another system B, this problem might be disastrous. This defect might be okay for system A if A can never have more than four elements in the list at any given time.

Probably the most common approach to demonstrating software safety today is via fault trees [5,9,25]. A *fault-tree* is a graphical representation of events in a tree-like structure. The root node represents a hazard or class of hazards. It is the final event in some sequence that hopefully will never occur. The remainder of the tree represents parallel and sequential events that potentially could cause the hazard to occur. Such potentially hazardous events come from a variety of sources: programming faults, design errors, human errors, malicious attacks, or hardware failures.

A fault-tree represents all events that have the potential to begin a domino effect. In our analogy, if the last standing domino falls, the hazard is said to have occurred. The goal of software fault-tolerant design is to ensure that if the domino effect begins, there are some standing dominos in the line that are so strong that even if they are hit by a falling neighbor, they do not fall. In other words, such blockers halt the domino toppling before the entire line of dominos falls.

Fault-trees are conceptually simple models. They are composed of events, and logical event connectors (OR-gates and AND-gates). Each event node's children are the necessary pre-conditions that could cause that event to occur. These conditions can be combined in any number of ways using logical OR-gates and AND-gates. Events in the tree are continually expanded (creating subtrees) until leaf-events are created for which we can assign a probability (or leaf-events are created that cannot be decomposed into subevents). Events in a

fault-tree can describe different levels of system abstraction. Typically, higher nodes represent a higher level of abstraction, and lower nodes represent a lower level of abstraction. That means lower nodes are more precise and better defined than the higher nodes. For example, a high-level event for an auto-pilot system could be: "auto-pilot controls aircraft," and a lower level event for a subcomponent of the auto-pilot (the auto-land), could be: "auto-land controls flaps."

System-level fault-trees are very different from code-level fault-trees. Traditional system-level fault-trees have probabilities of failure associated with each node. Using formulae that assume various information about independence, the likelihood of the top event occurring (which is itself a class of failure) can be computed.

Conventional software safety analysis is performed during the design phase of the software life-cycle for two important reasons: Other engineering fields have applied fault-tree analysis to designs long before the expense of building the system was authorized. (This is prudent. Imagine building a fleet of aircraft and then discovering that the design resulted in a fleet of aircraft that cannot be flown).

Catching problems in the design phase before coding begins is cost effective.

The downside of applying fault-tree analysis only to designs is the possibility that the code will not reflect the original design, and therefore will not provide adequate safety. When fault-tree analysis is applied to actual code, it is possible to show the calling hierarchy as well as the interrelationships between actual code modules and hazards. We are not suggesting that basing a fault-tree on a piece of code is better or worse than applying it to the design. However, there seem to be several benefits to basing a fault-tree on code:

It will likely be easier to mitigate potential problems, because the code is a more precise definition of exactly what computations are being performed than is a software design.

There are commercial tools that can be applied to code (that cannot be applied to a design) to mitigate potential sources of hazards, such as Cigital's Safety Net Tool (based on a technique called Extended Propagation Analysis).

Potential sources of hazards should be easier to localize when the code is used.

A fault-tree that is automatically generated from the code can be compared to previous fault-trees that were generated from

previous versions of the code and compared to see if the system is becoming "safer" as the system evolves over time.

A fault-tree that is automatically generated from code can be compared to a fault-tree that was manually generated from the design to indicate whether the original intuition about what can or cannot lead to a hazard was accurate. This can substantiate or disprove the original safety predictions and hypotheses.

We find it unfortunate that the state-of-the-practice in software safety is predominantly a manual, static effort. (Any time manual effort is described as a part of a process, expect the level of potential for error to skyrocket.) To perform extensive, practical, cost-effective safety analysis on software systems, advanced software safety tools based on the dynamic behavior of the system are needed to automate the process. The tools must be able to evolve dynamically over time, maintain auditing information, and integrate with other development tools. To date, few tools meet these criteria. Software safety remains a critical need.

6. Conclusions

Safety and Reliability are often equated or treated as synonymous, especially when related to software. One should be warned not to automatically accept software as being safe and reliable. Remembering that software may not be fully tested upon release it would, therefore, be constructive to consider further analysis prior to or in conjunction with its release, depending on its complexity of purpose and whether the aforementioned safety criteria are of concern.

Software safety analysis begins when a project is conceived and continues throughout the system software life cycle [4,10,12].

The purpose of software safety modeling and analysis is to prove that the software is safe if operated within its intended boundaries, and when in the presence of faults.

To prove that the software is safe in a complex environment, it becomes necessary to show that the software does not cause or contribute to the cause of unsafe operation.

The first step is to identify potential operating safety hazards and categorize them with respect to criticality and probability in what may be called a preliminary safety analysis. This analysis considers both hardware and software functions, first, and then we may separate, for more in-depth software safety analysis, the software controlled functions.

This paper briefly examined Software Safety and the use of Fault Tree Analysis to analyze the impact of software on complex systems. The discussion of FTA is necessarily brief, since the subject of Fault Tree Analysis is complex in itself, and requires separate treatment to adequately explain and explore its methodologies.

FTA software is available to handle such complex analyses and create the logical drawings needed to map and present these analyses pictorially, but it still takes a trained and experienced Reliability-Safety engineering analyst to perform the analyses.

7. References

1. Avizienis,A., H.Kopetz,L.C.Lapri, "Dependability Basic Concept and Terminology", Springer Verlag, Wien, New York, 1991.
2. Bastani,F.B., C.V. Ramamoorthy, Software Reliability, Handbook of Statistics, Vol.7., 1988, pp.2.
3. Cha, Leveson, Shimeall, "Safety Verification in Murphy using Fault Tree Analysis.", Proceedings Int'l. Conf. on Software Engineering, 1988.
4. Christov, Ch., N.Stoytcheva, Research of software diversity influence on the safety of microcomputer signaling systems, Scientific conference of Higher School of Transport in Sofia, 1993, pp.474-480
5. Dugan,J.B., Fault Tree Analysis for Computer-Based Systems,The International Symposium on Product Quality & Integrity, January 18-21,1999, <http://www.rams.org>
6. Friedman, M.,J. Voas, Software Assessment: Reliability, Safety, Testability. John Wiley and Sons, New York, 1995.
7. Dunn,W.R., L.D.Corliss, "Software Safety: A User's Practical Perspective", Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp.430-435, 1990.
8. Garrett,Ch., G.Apostolakis, Context and Software safety Assessment, 2-nd Workshop on Human Error, Safety and System Development-HESSD'98,Seattle, Wa, Usa, pp.46-57, 1998
9. Gerogiannis,V., I.E.Caragiannis, M.Tsoukarellas, A General Framework for Applying Safety Analysis to Safety Critical Real-Time Applications Using Fault Trees, 9th Euromicro Workshop on Real-Time Systems, February,Newport Beach,CA, IEEE, Inc, 1997
10. Hansen K.M., P.Anders, V.Stavridou, From Safety Analysis to Software Requirements,

- IEEE Transactions on Software Engineering, Vol.24, No.7, July 1998
11. IEEE Standard Dictionary of Measures to Produce Reliable Software, 982.1-1988
 12. Kelly T., Software Safety – by Prescription or Argument?, Australian Workshop on Industrial Experience with Safety Critical Systems and Software, Panel Session, Discussion Summary, <http://www.it.uq.edu.au/personal/pal/scsworkshopPanel.html>
 13. Laprie, J.C., Kanoun, K., Beounes, C., Kaaniche, M., The KAT (Knowledge- Action-Transformation) Approach to the Modeling and Evaluation of Reliability and Availability Growth, IEEE Trans. on Software Engineering, Vol.17, N4, April 1991, pp.370-381.
 14. Leveson, N., "Software Safety: Why, What and How.", Computing Surveys, Vol. 18, no.2, 1986.
 15. Leveson N.G., S. S. Cha and T. J. Shimeall. Safety Verification of ADA Programs Using Software Fault Trees. IEEE Software, pages 48—59, July 1991.
 16. Mazzuchi, T., N.Singpurwalla., Software Reliability Models, Handbook of statistics, Vol.7, pp 73, 1988.
 17. Mellor. P., Software, Reliability Modelling : State of the art; Information and Software Tehnology fornerey, Data processing, USA, No2, 1987.
 18. Minyan, Y., Practical Software-Reliability Measurement Based on Failure Data.", The International Symposium on Product Quality & Integrity, 2000, <http://www.rams.org>
 19. Musa, J., A Theory of Software Reliability and its Application,. IEEE Transactions on Software Engineering, 1975.
 20. Reliability Toolkit: Commercial Practices Edition. Reliability Analysis Center, 1993.
 21. Romeu, J., RAC Newsletters, Rome Laboratories, NY, 2000.
 22. Software Reliability, Musa, Iannino, Okumoto, McGraw-Hill, 1987.
 23. Shooman, M., Probabilistic models for software reliability prediction,. 1972
 24. Stoytcheva, N., Analytical and computer safety modeling and researching of electronic circuits and microcomputer railway signaling systems, Ph.D. Disertation, Technical University of Sofia, 2000
 25. Voas J., K. Miller. An Automated Code-Based Fault-Tree Mitigation Technique. In Proc. Of the 14th International Conf. On Computer Safety, Reliability, and Security. October, 1995, Italy
 26. Vouk, A., "Software Reliability.", The International Symposium on Product Quality & Integrity, 2000, <http://www.rams.org>



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИНФОРМАЦИОННИЯ ОБМЕН В СИСТЕМИТЕ ЗА ДИСПЕЧЕРСКИ КОНТРОЛ И УПРАВЛЕНИЕ (SCADA)

Елка Горанова, Орлин Жечев, Стефан Димов*

АНОТАЦИЯ

Една съвременна SCADA-система (Supervisory, Control And Data Acquisition) е изградена по принцип на клиент-сървър технология. Тази технология дава възможност за изграждането на сложни разпределени системи с разделяне на отделни функции за изпълнение по отделни компютри и процеси. В доклада се разглежда едно конкретно решение на организацията на информационния обмен в реално работеща система от този тип

Ключови думи: SCADA, клиент-сървър, CORBA, DCOM

УВОД

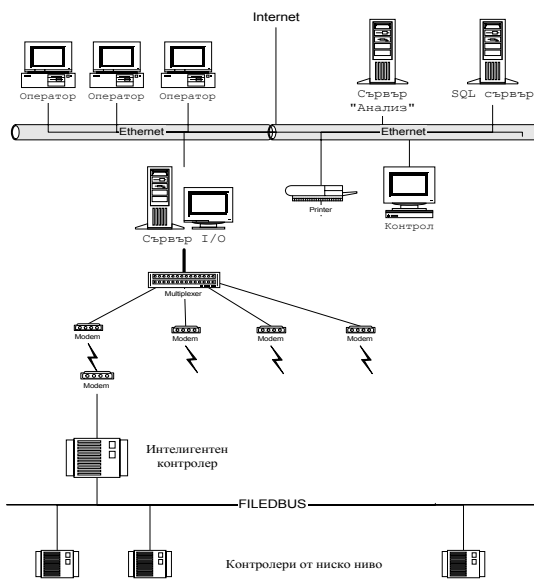
Една съвременна SCADA-система [1] представлява сложен програмно-технически комплекс, в който от особена важност за нормалната работа на същата е правилната организация на обмена на данни между отделните компоненти. Докладът третира различните начини за организацията на информационния обмен между отделните компоненти и разглежда едно конкретно решение на диспечерска система на Софийския Метрополитен.

1. ИЗХОДНА ПОСТАНОВКА

Структурна схема на съвременна SCADA-система е дадена на фиг.1.

Като правило системите се организират на две нива. Специфичното за конкретна система се определя от използваната програмно-апаратна платформа на всяко от нивата.

⇒ долно ниво (ниво “Обект”) - включва различни датчици за събиране на информация в хода на технологичния процес, измервателни уреди и изпълнителни механизми за реализация на регулиращи и управляващи въздействия. Дат-



Фиг.1

чиците предоставят информацията на локален програмируем логически контролер (PLC – Programming Logical Controller). Информацията от локалните контролери може да се получава както директно от локалната индустриална мрежа, а също така и да се отправя към диспечерския пункт чрез комуникационен контролер от

Елка Горанова, н.с. I ст., ЕТ “ДИСИ”, ул. “Любляна” 46, 1618 София
 Орлин Жечев – студент, Компютърни системи, ФКСУ, ТУ – София
 Стефан Димов – студент, Изчислителни системи, ФМИ, СУ “Климент Охридски”

по-високо ниво.

⇒ горно ниво (“Диспечерски пункт”) – включва сървър за вход/изход, сървър за обработка на събитията и преди всичко, една или няколко работни станции, представляващи автоматизирани работни места за диспечер (оператор).

2. ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИНФОРМАЦИОННИТЕ ПОТОЦИ

При развитието на системите за контрол и управление все повече се увеличава разстоянието между диспечера (оператора) и управлявания от него обект или технологичен процес. Помежду им се нарежда цяла верига от интелигентни контролери, телемеханични средства, изчислителна техника със съответното програмно осигуряване, мнемосхеми, монитори. Това са най-общо изброени модулите, които съставят една съвременна система за контрол и управление – SCADA-система. Между отделните компоненти на една такава система се обменя непрестанно известно количество информация. Броят на информационните възли зависи от специфичната реализация на конкретната такава система. В съвременните реализации се очертават два основни информационни потока: от долното ниво (ниво “Обект”) към горното ниво (“Диспечерски пункт”) и обмен на информация между отделните модули в горното ниво.

2.1. ОБМЕН ОБЕКТ – ДИСПЕЧЕРСКИ ПУНКТ

Съвременните SCADA-системи не ограничават избора на контролери в долното ниво. Сървърът за вход/изход предоставя набор от комуникационни протоколи за връзка с различни контролери. Колкото и да е голям броят от разработени протоколи не може да се постигне пълно покритие на множеството от съществуващи комуникационни протоколи. Причината за това е, че всеки производител предоставя специфичен комуникационен протокол за връзка с произвежданата от него гама контролери. Друга причина е появата на нови устройства от един и същи производител, които използват нови протоколи за връзка.

Поради тези причини някои SCADA-системи предлагат различни инструментални средства за разработване на собствени програмни модули или драйвери за устройствата от ниското ниво.

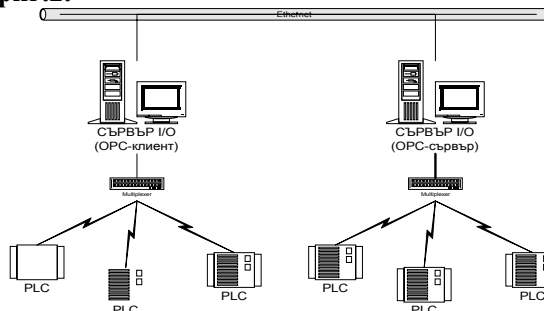
За избягване на тези различия съществуват стандартни решения в тази област. Производителите на контролери предлагат и програмно осигуряване със стандартен интерфейс за връзка с други програми:

- ⇒ DDE (Dynamic Data Exchange) – протокол, разработен от Microsoft®, който позволява организиране на клиент-сървър модел; не позволява обмен на данни в локална мрежа (LAN);
- ⇒ подобрени версии на DDE, които подобряват надеждността и скоростта на обмен: FastDDE, AdvancedDDE; не позволява обмен на данни в LAN;
- ⇒ OPC (OLE for Process Control, OLE – Object Linking and Embedding) – стандартен интерфейс, базиране на DCOM технологията на Microsoft®; позволява обмен на данни в LAN;

Сървърът за вход/изход трябва да може да използва така изброените стандартни протоколи, за да може да осъществи обмен на информация с контролерите от ниското ниво.

Както се забелязва съществуващите стандарти са разработени от Microsoft®. Това донякъде ограничава изборът на операционна система, на която ще работи сървърът за вход/изход. Ако се избере сървър за вход/изход, който изисква операционна система, различна от MS Windows®, ще трябва да се разчита единствено и само на поддържаните от него комуникационни протоколи.

Друг вариант е разпределянето на информационния обмен на два компютъра с различни операционни системи, една от които е MS Windows®, на който да работят OPC-сървърите, които да обменят информация с една част от контролерите. При този вариант сървърът за вход/изход задължително трябва да е OPC-клиент. Получава се следната схема, показана на фиг.2.



Фиг. 2

На пазара се предлагат инструментални средства, които помагат за създаване на собствен OPC-сървър или клиент от конкретен производител, които работят под операционна система Linux.

Независимо, че съществуват възможности за разпределени решения на това ниво, разпределянето на задачите за обмен на информация в различни процеси прави трудна задачата за следене на правилната работа на всеки от тях, а оттук и откриване и отстраняване на евентуални проблеми. Целта е обмяната на информация с ниското ниво да се съсредоточи в един процес, работещ на отделен компютър. Това опростява мониторинга на това звено от системата и прави възможно неговото резервиране.

Обменът на информация с контролери, независимо от конкретния комуникационен протокол, е критична откъм време. Затова практика в съвременните SCADA-системи е за операционна система, на която ще работи сървър за вход/изход, да е от типа OCPB (операционни системи в реално време). Това от своя страна все повече стеснява кръга до QNX, Linux (със специално ядро), Windows NT/2000 (при използване на RTX – Real Time Extension), OS-9000.

2.2. ОБМЕН МЕЖДУ ОТДЕЛНИТЕ МОДУЛИ В ГОРНОТО НИВО

В предишната точка бяха разгледани начини за организация на обмяна на информация между долното ниво и сървър за вход/изход. Независимо от начина, на който се базира конкретна реализация, в крайна сметка е препоръчително (или даже задължително) клиентите да имат достъп до паметта на контролерите през една единствена точка, т.е. да съществува единствен сървър за вход/изход със стандартен интерфейс за връзка.

Работата в условията на локална мрежа позволява използването на различни операционни системи за различните компютри. Изборът на операционна система за компютъра, на който ще работи сървър за вход/изход, също остана отворен. Този избор обаче може да наложи ограничение при избора на операционните системи за останалите компютри в системата. Това зависи от интерфейса за връзка, който ни предлага този сървър. Всъщност, дали е така?

Най-използваните стандартни интерфейси за връзка от типа клиент-сървър в момента са следните:

- ⇒ CORBA – разработен от OMG group
- ⇒ DCOM – разработен от Microsoft®
- ⇒ Java/RMI – разработен от JavaSoft

Тъй като CORBA (Common Object Request Object Architecture) е спецификация, то клиент-сървър комуникация може да се реализира при различни операционни системи, като достатъчно условие е да съществува ORB (Object Request Broker) за тази платформа. За написването на CORBA-сървърите (каквото в случая се явява сървър за вход/изход) и CORBA-клиентите може да се използват различни, широко разпространени езици за програмиране (C++, Java, Pascal). Както сървър, така и неговите клиенти могат да работят на различни операционни системи (напр. MS Windows® и Linux). Следователно ако се използва CORBA технология не съществуват ограничения при избора на операционна система за сървър за вход/изход и неговите клиенти.

DCOM (Distributed Component Object Model) е подобен на CORBA. Тъй като е разработка на Microsoft®, мигрирането към друга операционна система е ограничено. В последните години обаче се направиха разработки, които дават възможност за разработване на DCOM-клиенти и сървъри с DCOM интерфейс под Linux операционна система. Както се забелязва, отново отпада изискването на една и съща операционна система за сървър за вход/изход и неговите клиенти при използване на DCOM технология.

Java/RMI (Java Remote Method Invocation) е подобна на CORBA. Ограничението тук е езика за програмиране при разработването на сървър и клиентите му – може да се използва само Java. Но ако за конкретната операционна система има разработена JVM (Java Virtual Machine), то отново отпада изискването за еднаквост на платформите, на които работят сървър за вход/изход и неговите клиенти. От така направения обзор се вижда, че съществуващите технологии позволяват изграждането на разпределени системи на база клиент-сървър технология, като се позволява да се избират различни операционни системи за отделни програмни модули, в зависимост от специфичните им задачи за изпълнение:

⇒ сървър за вход/изход – операционна система работеща в реално време – QNX, Linux (със RealTime ядро), OS-9000, Windows NT/2000 (RTX)

⇒ сървър за бази-данни – Linux, Windows NT/2000, SCO Unix

⇒ операторски станции – Windows 95/98/NT/2000, Linux

⇒ управление на видео стени – Windows NT/2000, Linux

Може да се отбележи, че всички съставляващи модули на една SCADA-система могат да се организират и на една и съща платформа. При някои системи това позволява отделните модули да работят като различни процеси в един и същи компютър – all-in-one решение.

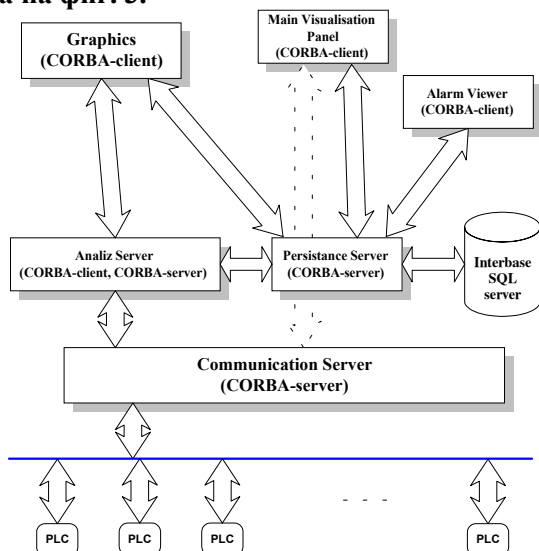
3. КОНКРЕТНО РЕШЕНИЕ – SCADA-СИСТЕМА ДИСИМ2000

В Софийския Метрополитен е внедрена SCADA-система ДИСИМ2000. Тази система служи за нуждите на централизирано диспечерско управление на електрическите съоръжения в Метрополитена, осигуряващи непрекъсваемо захранване за движението на влаковете.

Отделните програмни модули на системата са написани за операционна система Linux. Използвани са езици за програмиране C, C++, Java.

Избрано е решение all-in-one, т.е. отделните модули се явяват отделни процеси, които работят на един и същи компютър. Този компютър се явява и работно място на главния електродиспечер.

Логическа схема на системата е показана на фиг. 3.



Фиг. 3

Отделните програмни модули са:

⇒ Communication Server (CORBA-server) – сървър за вход/изход. Поддържа комуникационни протоколи за обмен на информация със Siemens S7-300, МУСИТ (специализиран контролер). Обмена на данни с контролерите, разположени на отделните тяговопонизителни станции (ТПС) и контролерите за управление на светодиодната индикация на мнемосхемата

⇒ SQL DB server – сървър за управление на бази данни. Използва се готова разработка на фирма Borland – Interbase 4.0

⇒ Persistence Server (CORBA-server) – организира структурата на базата данни – съхранение на всички видове обекти, които се използват в системата

⇒ Analiz Server (CORBA-server, CORBA-client) – осъществява обработка на събитията, конструира логическата структура на системата – обекти, функционалност, връзки, аларми

⇒ Graphics (CORBA-client) – осигурява НМИ (Human-Machine Interface). Реализира графичната визуализация на обектите върху екрана на компютъра и предоставя възможност за манипулация на отделните съоръжения в отделните ТПС от страна на главния диспечер

⇒ Main Visualisation Panel (CORBA-client) – осигурява управлението на светодиодната индикация на мнемосхемата

⇒ Alarm Viewer (CORBA-client) – осигурява възможност за преглед на алармените съобщения в системата

Забелязва, че за комуникация между отделните модули се използва CORBA технология. Това означава както, че отделните модули могат да работят на различни компютри, така и че конкретната им реализация може да е за различна операционна система.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андреев, Е.Б., Кучевич, Н.А., “SCADA-системи: възглед отвътре”, РТСофт, Москва, 2001
 [2] Henning, M., Vinoski, C., “Advanced CORBA Programming with C++ “ Addison Wesley, 1999



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**ОТНОСНО ГОТОВНОСТТА НА ВТОРИЧНИТЕ ХИМИЧЕСКИ
ИЗТОЧНИЦИ НА ТОК, РАБОТЕЩИ КАТО ЗВЕНА НА
РЕЗЕРВИРАНИ ЕЛЕКТРОЗАХРАНВАЩИ СИСТЕМИ**

Ангел Н. Гушев

ВТУ “Т. Каблешков”, катедра СОТС,

София, ул. “Гео Милев”, No 158.

АНОТАЦИЯ

Анализирани са възможностите за дефиниране на понятието “готовност на вторичните химически източници на ток /ХИТ/”, като е разгледан условен ХИТ в качеството му на звено от резервирана електрозахранваща система /РЕЗС/. Направен е анализ на надеждностните му параметри и е изведена функционална зависимост за готовността на вторичните ХИТ, без да се отчита техния саморазряд.

ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че преобладаващата част от съвременните ХИТ (първични и вторични) са ремонтно непригодни, главно защото са херметизирани (необслужваеми).

Това означава, че след отказ те са невъзстановими. Този извод се прави с уговорката, че по отношение влиянията на някои постепенно протичащи деградиционни процеси, ХИТ са частично възстановими [3, 8] – факт, който има ограничено значение за широко

разпространените РЕЗС.

От друга страна в аспект на енергия вторичните ХИТ са многократно възстановими електрически системи [2]. Това основно тяхно свойство позволява, независимо от ремонтната им непригодност, тук те да се разглеждат като възстановими системи. Разглеждането е физически обосновано и е свързано с факта, че след изчерпване (разреждане) на енергийния (капацитетния) ресурс на ХИТ, той е неработоспособен, т. е. той е в състояние на отказ, а след зареждане

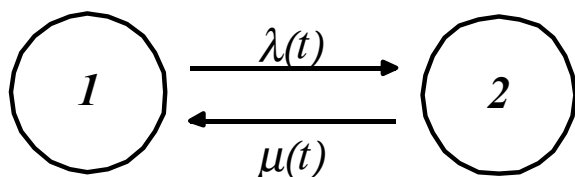
Ангел Н. Гушев, доцент, инженер, ВТУ “Т. Каблешков”, катедра СОТС, София, ул. “Гео Милев”, No 158.

(възстановяване) на изразходвания (разредения) ресурс, работоспособността на ХИТ се възстановява. При така разбираната възстановимост на вторичните ХИТ, работещи като звена на РЕЗС, може да се отбележи следното:

- отказите настъпват в резултат на изразходване (разреждане) на ограничения им капацитетен ресурс;
- възстановяването след отказ се реализира посредством специфични енергопреобразователни (зарядни) процеси;
- времето за престой в състояние на отказ Tn се определя от времето за зареждане $Tз$, т. е. $Tn=Tз$.

ПОСТАНОВКА И РЕЗУЛТАТИ

Тази представа е отразена на графа, показан на *фиг. 1*. На нея са означени: (1)



Фиг. 1. Граф на енергийните състояния на вторични ХИТ

работоспособно (заредено) състояние; (2) неработоспособно (разредено) състояние; $\lambda(t)$ интензивност на отказите, дължащи се на разреждане; $\mu(t)$ интензивност на възстановяването при зареждане.

Следва да се отбележи, че поради

качествения характер на този анализ тук не се разглеждат: вида на разпределението на отказите $\lambda(t)$ – накратко λ ; характера на свързаните с тези откази случайни процеси; характера на зависимостта $\mu(t)$ – накратко μ . Следва да се допълни още, че от работоспособно състояние (1) ХИТ преминава в неработоспособно състояние (2) при определена степен на разреденост ρ_1 , а от неработоспособно състояние (2) в работоспособно състояние (1) – при определена степен на зареденост ρ_2 .

За готовността $\Gamma_{ХИТ}$ на така дефинираната възстановима система може да се запише общата зависимост [7]

$$(1) \Gamma_{ХИТ} = f[\mu(t), \lambda(t)].$$

Известно е, че времето за зареждане $Tз$ зависи от редица величини [2]. Основни между тях са: параметрите на зарядния процес ε ; степента на разреденост ρ_1 , при която започва зареждането; степента на зареденост ρ_2 , определяща състоянието на ХИТ като работоспособно. На тази база за интензивността μ , с която ХИТ преминава от неработоспособното състояние (2) в работоспособното състояние (1), може да се запише общата зависимост

$$(2) \mu = \frac{1}{Tз} = \varphi[\varepsilon, \rho_1, \rho_2].$$

По-нататък за интензивността λ следва да се запише

$$(3) \lambda = \psi[\Pi_{ИЕЕ_m}, P_C, \nu].$$

В тази обща зависимост с функцията на престоите $\Pi_{ИЕЕ_m}$ на резервирания ИЕЕ_m [1], инверсна на функцията на готовност $\Gamma_{ИЕЕ_m}$

$$(4) \Pi_{ИЕЕ_m} = 1 - \Gamma_{ИЕЕ_m},$$

е отразено влиянието, което оказва вероятността за престой на ХИТ в режим на разреждане върху интензивността λ . Освен това с капацитетната надеждност P_C

[1] е отразено обобщено влиянието на ограничения капацитетен ресурс C_n на ХИТ, неговия вид, условията на разреждане и др. върху интензивността на отказите λ и с ν е отразено обобщено влиянието, което оказва саморазряда на ХИТ върху интензивността на отказите λ .

След заместване на равенство (4) в (3) и на равенство (3) в (1) за готовността на ХИТ в качеството му на звено на РЕЗС се получава

$$(5) \quad \Gamma_{ХИТ} = \xi(\Gamma_{ИЕЕ_m}, P_c, \mu, \nu),$$

съответно

$$(6) \quad \Gamma_{ХИТ} = \xi(\Gamma_{ИЕЕ_m}, P_c, \mu),$$

където не се отчита саморазряда ν .

Величините от зависимост (6) могат да бъдат разделени на две основни групи – група на надеждностно-експлоатационните параметри и характеристики на резервирания ИЕЕ_m, обобщено отразени посредством готовността $\Gamma_{ИЕЕ_m}$, и група на надеждностно-експлоатационните параметри и характеристики на ХИТ, обобщено отразени посредством капацитетната надеждност P_c и интензивността за неговото възстановяване (зареждане) μ .

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За вероятностната зависимост (6) могат да се отбележат следните очевидни свойства:

1. $\Gamma_{ХИТ} \rightarrow 1$ при $\Gamma_{ИЕЕ_m} \rightarrow 1$ или при $P_c \rightarrow 1$;
2. $\Gamma_{ХИТ} \rightarrow 0$ при $\Gamma_{ИЕЕ_m} \rightarrow 0$ и при $P_c \rightarrow 0$;
3. При увеличаване на μ (намаляване на T_z) се увеличава $\Gamma_{ХИТ}$;
4. При увеличаване на C_n се увеличава

P_c , съответно $\Gamma_{ХИТ}$;

5. При $\Gamma_{ИЕЕ_m} \rightarrow 1$ действието на ХИТ, като звено на РЕЗС става безпредметно, тъй като вероятността за престой в състояние на разряд е $P_{ИЕЕ_m} \rightarrow 0$;

6. При $P_c \rightarrow 1$ възстановяването (зареждането) на ХИТ става безпредметно, тъй като при това условие $C_n \rightarrow \infty$;

Сравняването между свойства (3) и (4) показва, че увеличаването на интензивността на възстановяване μ води до увеличаване на готовността $\Gamma_{ХИТ}$, подобно на увеличаване на номиналния капацитет C_n . От това следва, че при определени условия повишаването на интензивността на възстановяване μ , съответно намаляването на времето за зареждане T_z , е равностойно на увеличаване на номиналния капацитет C_n .

Този извод позволява да се отбележи, че в контекста на надеждностно-енергийното усъвършенстване на РЕЗС, ускореното зареждане на различните видове ХИТ следва да се счита за средство, намаляващо лимитиращото действие на техните ограничени капацитетни ресурси C_n .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гушев, А. Надеждностно-капацитетни характеристики на някои резервирани електрозахранващи системи. Е+Е, кн. 7 – 8, 1996, стр. 11 – 14.
- [2] Дасоян, М. Химическия източник на тока. Л., Энергия, 1969.
- [3] Токарев, А. и кол. Анализ методов и устройств восстановления характеристик аккумуляторных батарей при их эксплуатации в системах электропитания. Электротехника, No 5, 1995.

[4] Holden, L. VRLA batteries are NOT "all the same". Batteries Int., No 21, 1994.

[5] Koopman, R., J. Richardson. Anwendung von Batteriesystemen für die industrielle Nutzung. Maschinenmarkt., Vol. 101, No 38, 1995.

[6] Maddaly, S. Designs on a longer life. May Geoffrey. Elec. Rev. (Gr. Brit.), Vol. 227, No 19, 1994.

[7] Myers, R., K. Wong, H. Gordy. Reliability engineering for electronic systems. N. Y., L., Sydney, 1965.

[8] Tommasini, C., R. Pontual. Performance improvement of ASTRA 1. Charging schemes and reconditioning. 29th Intersoc. Energy Convers. Eng. Conf., Monterey., Calif., 1994.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

LIGHTNING ELECTROMAGNETIC FIELD IN THE INTERIOR OF A CAGE STRUCTURE

Vesna Javor

Faculty of Electronic Engineering of Nis,
Beogradska 14, 18000 Nis, Yugoslavia,
e-mail: vjavor@elfak.ni.ac.yu

ABSTRACT

Calculation of electric field and potential inside a wire-structured object in external pulse electromagnetic field of lightning discharge is presented in this paper. Conductive structure is solved as a receiving antenna using program SPAN [1,2] for an arbitrary antenna configuration, consisting of lineic cylindrical segments, in external electromagnetic field. One simple approximation [3] for external pulse field is used, which parameters are calculated for standard pulse function. FFT (Fast Fourier's Transform) is performed on this function and antenna response in time domain is obtained using IFFT (Inverse Fast Fourier's Transform) to the results of program SPAN in frequency domain. Results for electric field and for potential, as the consequences of induced currents, are presented in the paper in the form of graphics.

Keywords : Pulse electromagnetic field, receiving antenna, lightning discharge

INTRODUCTION

Pulse response of a wire antenna structure, consisting of lineic cylindrical segments, is obtained using programs SPAN and FAS[4]. Integral equation of Hallen's type is used for determining currents along conductive segments and for obtaining receiving antenna response for each frequency of incident field. Currents are approximated by polynomials with complex coefficients. Collocation Method i.e. Point Matching Method is used for approximate numerical solving of the equations system. In the case of pulse field of lightning discharge current, one simple approximation of pulse function representing external electric field is chosen. FFT is performed on this function, program SPAN is used in frequency domain and, afterwards, IFFT

is used for obtaining results in time domain. The results for electric field in some points inside a chosen wire structure are presented in the paper.

CALCULATION OF ELECTRO- MAGNETIC FIELD OF RECEIVING ANTENNA STRUCTURE

For an arbitrary conductive configuration in external electromagnetic field of a plane wave of arbitrary frequency, on condition that all parts can be treated as thin cylindrical lineic segments with equivalent radii, following equation system is obtained, for determining complex constants and coefficients in the polynomial approximations of the currents along conductive segments:

Vesna Javor, Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, Beogradska 14, 18000 Nis, Yugoslavia

$$\sum_{l=1}^n \int_0^{h^{(l)}} \underline{I}_{z^{(l)}}(z^{(l)}, K_{m,l}(z^{(m)}, z^{(l)}) dz^{(l)} - \frac{4\pi C_{1m}}{\mu} \cos(kz^{(m)}) - \frac{4\pi C_{2m}}{\mu} \sin(kz^{(m)}) = \frac{4\pi}{j\mu} \int_0^{z^{(m)}} \underline{E}_{z^{(m)e}} \sin[k(z^{(m)} - s)] ds$$

for $m = 1, \dots, n$, (1)

where:

k – is the phase constant for frequency f ,

C_{1m} and C_{2m} – are the complex constants,

$(x^{(m)}, y^{(m)}, z^{(m)})$ – is the matching point in Descartes' coordinate system with m -th segment as z -axis,

n – is the number of conductive cylindrical lineic segments of radii $a^{(m)}$, $m = 1, \dots, n$,

θ_{lm}, ψ_{lm} and φ_{lm} – are mutual Euler's angles for corresponding Descartes' coordinate systems for l -th and m -th segments as z -axes and

$\underline{E}_{z^{(m)e}}$ – is the tangential component of external electric field in the matching point on m -th segment. Matching points are chosen equidistantly along segments, including both ends of segments.

For $l \neq m$, kernel of the integral in (1) is:

$$\underline{K}_{m,l}(z^{(m)}, z^{(l)}) = \cos(\theta_{lm}) \frac{e^{-jkx_{lm}}}{r_{lm}} \Big|_{\substack{x^{(m)}=a^{(m)} \\ y^{(m)}=0}} - \int_0^{z^{(m)}} \cos[k(z^{(m)} - s)] \left[\frac{\partial}{\partial z^{(l)}} + \cos(\theta_{lm}) \frac{\partial}{\partial z^{(m)}} \right] \frac{e^{-jkx_{lm}}}{r_{lm}} \Big|_{\substack{x^{(m)}=a^{(m)} \\ y^{(m)}=0, z^{(m)}=s}} ds$$

(2)

and for $l = m$:

$$\underline{K}_{l,l}(z^{(l)}, z^{(l)}) = \frac{e^{-jkx_{l,l}}}{r_{l,l}} \Big|_{\substack{x^{(l)}=a^{(l)} \\ y^{(l)}=0}}, \quad (3)$$

where r_{lm} is the distance between the matching point on m -th segment and the point on l -th segment with current $\underline{I}_{z^{(l)}}(z^{(l)})$ on the axis.

Polynomial approximations for the segments' currents are:

$$\underline{I}_{z^{(m)}}(z^{(m)}) = \sum_{t=0}^{p_m} \underline{B}_{mt} \left(\frac{z^{(m)}}{h^{(m)}} \right)^t, \quad \text{for } m = 1, \dots, n, \quad (4)$$

where: $h^{(m)}$ – is the length of m -th conductive segment,

$z^{(m)}$ – is the point coordinate along current source,

\underline{B}_{mt} – are the complex coefficients and

p_m – is the polynomial degree for the current approximation along m -th segment of the structure.

Electric field in the points in near zone of the structure is the result of external field, \underline{E}_e , and of field \underline{E} , that is the consequence of induced currents, which components can be determined from the results for magnetic vector potential, according to the equation:

$$\underline{E} = -\text{grad } \underline{\varphi} - j\omega \underline{A} = -j \frac{c}{\beta} \text{grad div } \underline{A} - j\omega \underline{A}. \quad (5)$$

FFT OF PULSE EXCITATION

One simple analytical approximation of pulse function from Ref. [3] is used,

$$\underline{Y}_{\text{max}}(t) = \begin{cases} [\tau \exp(1 - \tau)]^a, & 0 \leq \tau \leq 1 \\ [\tau \exp(1 - \tau)]^b, & 1 \leq \tau < \infty \end{cases}$$

for $\tau = t/t_m$, (6)

which, for the standard pulse 1.2/50, that lasts about $50 \mu s$ with rising time $1.2 \mu s$, has the parameters values of $a = 4$ and $b = 0.0312596735$, while

$t_m = 1.906398381 \mu s$. Time t_m is the time in which pulse function achieves maximum value and after that time the intensity decreases to null (Fig. 1).

In order to analyze conductive structure's response to pulse electromagnetic field excitation

of a lightning discharge current, FFT is performed in 8192 points, because of specific pulse excitation function with these characteristics: short upward and long lasting downward part of the function representing this field.

For sampling of the function $y(t)/y_{max}$ from Fig.1, the interval $\Delta T = 19.06398381ns$ is chosen. This sampling interval and the number of points $N = 8192$ for FFT corresponds to transforming of the function $y(t)/y_{max}$ by FFT from time domain, from interval $[0, T]$, where $T = N \cdot \Delta T = 156.17215537152 \mu s$, to the frequency domain and to interval $[-f/2, f/2]$. Program FAS [4] is used for FFT and for IFFT also. Sampling frequency is $f = 1/\Delta T \cong 52455 MHz$ and corresponding interval in frequency domain is $\Delta f = (N \cdot \Delta T)^{-1} = T^{-1} \cong 64 kHz$. Real and imaginary parts of FFT for pulse function presented on Fig.1 are presented on Fig.2 and Fig.3. It is not necessary to take into account all of the points in order to obtain IFFT, which is very useful for decreasing computation time in frequency domain.

RESULTS

The influence of pulse field of lightning current on the field nearby some objects and installations, which act as non-intending receiving antennas, can be calculated using the presented procedure. One conductive structure shaped as parallelepiped, with basis dimensions $a = 9m$, $b = 12m$ and height $c = 6m$, is chosen. Radii of all conductive segments are $a^{(i)} = 0.03m$, for $i = 1, \dots, n$. For this object on ground surface, its plane mirror figure has to be added, while ground half-space excluded and taken into account with reflected field added to the incident field. Cage structure as in Fig.4 has to be treated in frequency domain, with minimum 12 segments.

Pulse electric field is given in the first node (Fig.4), $E_\theta = E(t)$, $E_\psi = 0$, $\theta = 90^\circ$, $\psi = 0$, where θ and ψ are cylindrical coordinates. For maximum value of the incident field $E_{max} = 1V/m$, all of the results presented in the form of graphics. So, all of the values of the resulting field have to be multiplied by factor

$M PF = 6000$ for the distance about $200m$, i.e. with 1800 for the distances about $500m$ from the lightning current of maximum $I = 10kA$, as presented in Ref. [5]. It is sufficient to take $P_m = 2$ as the polynomial degree for the approximation of currents. Program SPAN is modified so that it calculates the response for all of the frequencies for FFT, i.e. in all points of discretization in frequency domain. IFFT is used to determine time domain response on the basis of obtained SPAN results. Electric field inside the conductive structure is of pulse shape, but amplitudes are different in different points inside the structure, depending on coordinates.

Chosen points in which electric field is calculated are:

- A (-6m ,4.5m ,8m), B (-4m ,3m ,8m),
- C (-4m ,8m ,8m), D (-10m ,3m ,8m),
- E (-10m ,8m ,8m), F (-6m ,4.5m ,10m),
- G (-4m ,3m ,10m), H (-4m ,8m ,10m),
- I(-10m ,3m ,10m)and J(-10m ,8m ,10m).

The results for electric field components are presented in Fig.5–10, for the points A (Fig.5), B (Fig.6), C (Fig.7), D (Fig.8), H (Fig.9) and I (Fig.10). First node is the origin of the Descartes' coordinate system with segment (1) as z-axis. These graphics present pulse character of electric field inside parallelepiped structure, but maximum values are different in different points. These values enable estimation of electric field values for the purpose of protection equipment against EM field influence inside objects.

$N = 8192$ points for FFT prolongs the calculation time, but much smaller number than this is also enough for obtaining response for chosen example of structure. Using results for $N/10$ points, results can be obtained using IFFT and adding nulls for the rest of the points, because the expected solution for field components in each point has to be also of pulse shape. It also possible that the number of the points of interest for obtaining solution can be even smaller and this should be investigated, because it decreases the time for calculations, but that is also related to desired accuracy.

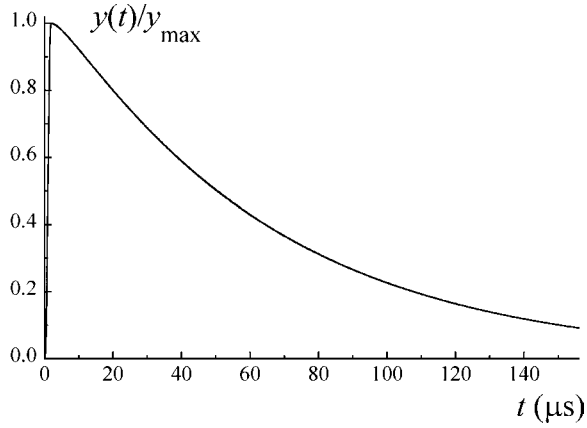


Fig.1 Normalised value of pulse electric field

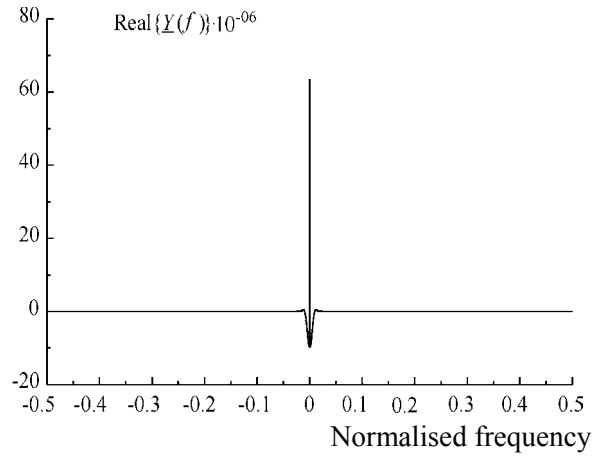


Fig.2 Real part of FFT for pulse excitation (Fig.1)

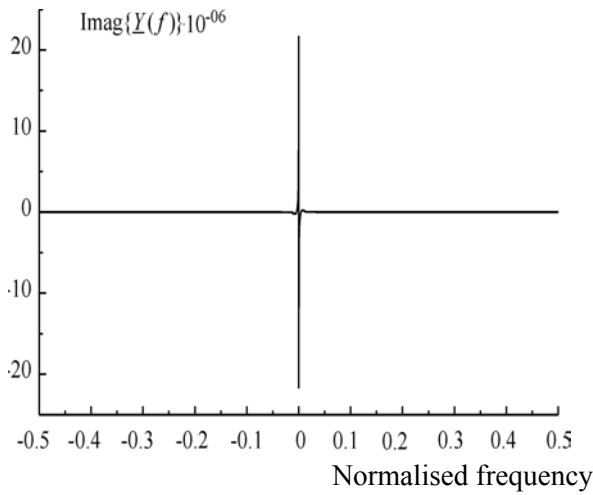


Fig.3 Imaginary part of FFT for pulse excitation (Fig.1)

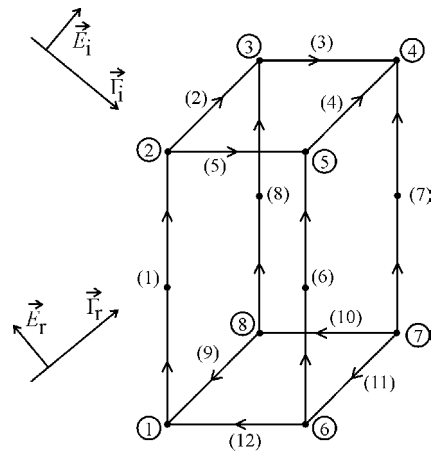


Fig.4 Conductive structure in a pulse EM field

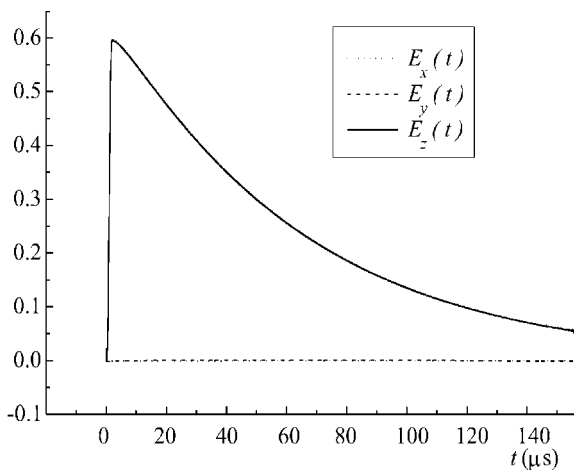


Fig.5 Electric field in the point A (-6m, 4.5m, 8m)

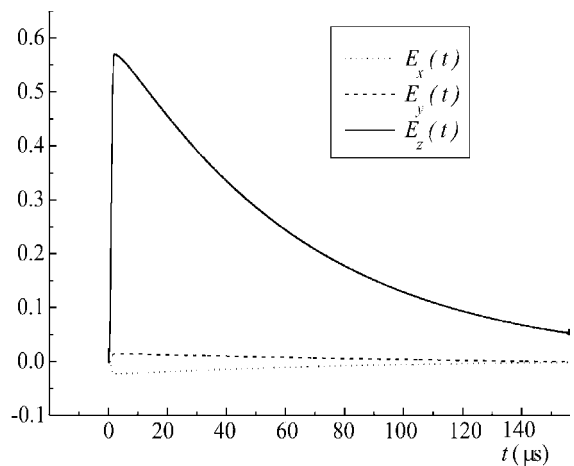


Fig.6 Electric field in the point B (-4m, 3m, 8m)

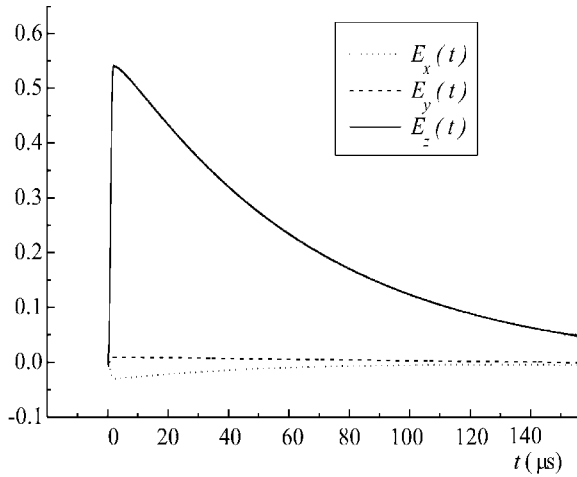


Fig.7 Electric field in the point C (-4 m ,8 m ,8 m)

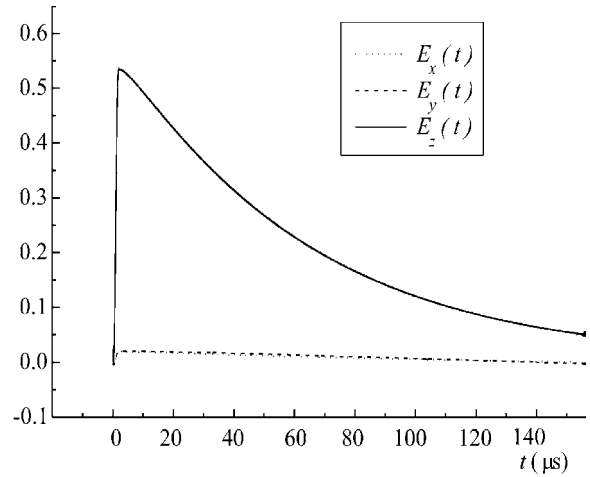


Fig.8 Electric field in the point D (-10 m ,3 m ,8 m)

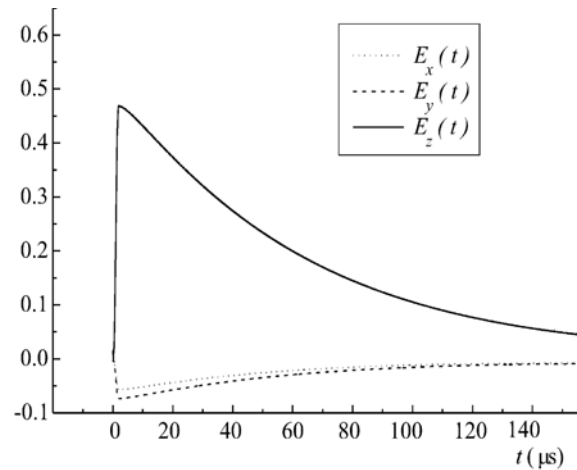


Fig.9 Electric field in the point H (-4 m ,8 m ,10 m)

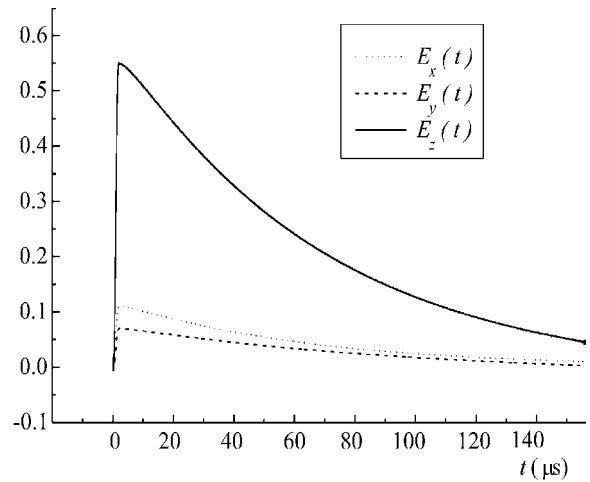


Fig.10 Electric field in the point I (-10 m ,3 m ,10 m)

CONCLUSION

Using simple approximation for the pulse excitation, program FAS for FFT and program SPAN for the frequency domain, pulse response of receiving antenna structure in external EM field is obtained. The chosen example can represent one small building configuration with conductive edges, but this procedure can be used for arbitrary conductive configuration consisting of arbitrary positioned lineic segments. Results for the field in some points inside object present pulse character of the electric field function, but also show that some points inside object are more protected from external field than other.

The procedure that is used for calculating electric field in the case of lightning discharge,

can be used in the cases of other pulse excitations with respectable energy dissipation, such as EM pulse of nuclear explosions (EMINE), and other important analyses of EM field influence on certain objects.

REFERENCES

- [1] Javor V. : "Induced Voltages and Currents in Cranes nearby Transmitting Antennas", *M.Sc. Thesis, Faculty of Electronic Engineering in Niš, Niš*, July 1999.
- [2] Javor V. : "The Calculation and Elimination of Undesirable Electromagnetic Field Influence on Cranes", *Proceedings of Papers, 4th Conference TELSIKS '99*, 13-15.

- October 1999, Vol 2, pp.628-631, Ni{, 1999.*
- [3] Veli~kovi} D., Aleksi} S.: "A New Approximation of Pulse Phenomenon", *Proceedings of Papers, 19th International Conference on Lightning Protection ICLP, Graz, Austria, 1988.*
- [4] Walker J. S.: "Fast Fourier Transforms", *Boca Raton: CRC Press, Boca Raton, 1996.*
- [5] Gardner R. L.: "Lightning Electromagnetics, " *NY: Hemisphere Publ., New York, 1990.*



INDIRECT BOUNDARY INTEGRAL EQUATION METHOD FOR LEAKAGE INDUCTANCE CALCULATION OF CURRENT TRANSFORMERS

Alexander Alexandrov, Ivan Yatchev and Ivan Milenov

Technical University of Sofia, Dept. of Electrical Apparatus, 1156 Sofia, Bulgaria,
E-mail: yatchev@vmei.acad.bg

ABSTRACT

Indirect boundary integral equation method (IBIEM) is applied to the calculation of leakage inductances of current transformers. Field model using IBIEM is shortly presented. The approach proposed involves determination of the minimal flux through the magnetic core. Results for a particular current transformer are obtained and compared with experimental data.

Key words: Indirect boundary integral equation method, current transformers, leakage inductances.

INTRODUCTION

Boundary integral equation methods are used both in their variants for electric [1] and magnetic [2-7] fields. The majority of applications are based on direct boundary integral equation formulations. Indirect formulations, though, offer some advantages in treating unbounded regions and in handling regions of different magnetic properties.

Leakage inductances of current transformers are among the most important transformer parameters. Typical approach of their determination is the one based on magnetic circuits. Field approach using three-dimensional integral method is presented in [7].

The present paper proposes an approach of calculation of the current transformer leakage inductances using two-dimensional indirect boundary integral equation method.

IBIEM FIELD MODEL

The problem for the analysis of two-dimensional magnetic field is formulated in the form of a system of boundary integral equations with respect to fictitious surface current density σ along the boundaries of the ferromagnetic bodies.



Fig. 1. General electromagnetic system

Alexander Alexandrov, Professor, Dr. Sc., Technical University of Sofia, Dept. of Electrical Apparatus, 1156 Sofia, Bulgaria

Ivan Yatchev, Associate Professor, Dr., Technical University of Sofia, Dept. of Electrical Apparatus, 1156 Sofia, Bulgaria

Ivan Milenov, Associate Professor, Dr., Todor Kableshkov Higher School of Transport, 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, Bulgaria

For a general electromagnetic system – Fig. 1, consisting of p current regions and ferromagnetic bodies bounded by n contours, the system of integral equations is of the type

$$\begin{aligned} \sigma(Q_k) + \frac{\lambda_k}{\pi} \sum_{j=1}^n \oint_{(\Gamma_j)} \sigma(M_j) \left[\frac{\cos(\vec{r}_{Q_k M_j}, \vec{n}_{Q_k})}{r_{Q_k M_j}} + v_{kj} \frac{\pi}{\Gamma_k} \right] d\Gamma_j = \\ = - \frac{\lambda_k}{\pi} \sum_{m=1}^p \iint_{(S_m)} J(N_m) \frac{\cos(\vec{r}_{Q_k N_m}, \vec{n}_{Q_k})}{r_{Q_k N_m}} dS_m + \\ + \frac{\lambda_k}{\Gamma_k} \sum_{j=1}^n v_{kj} \oint_{(\Gamma_j)} \sigma d\Gamma_j \quad ; \quad k = 1 \dots n \end{aligned} \quad (1)$$

where $\lambda_k = \frac{\mu_k^{(e)} - \mu_k^{(i)}}{\mu_k^{(e)} + \mu_k^{(i)}}$;

□ $\mu_k^{(e)}$ - magnetic permeability of the external with respect to the contour (Γ_k) region;

□ $\mu_k^{(i)}$ - magnetic permeability of the internal with respect to the contour (Γ_k) region;

Q_k - observation point;

M_j - influence(integration) point;

$\vec{r}_{Q_k M_j}$ - vector directed from point Q_k to point M_j ;

\vec{n}_{Q_k} - outward unit normal vector at point Q_k ;

Γ_k - length of the contour (Γ_k);

v_{kj} is equal to 0, 1 or 2 depending on the relative position of point M_j to the contour (Γ_k) - outside, on, inside;

S_m - m -th current region;

N_m - integration point over (S_m);

$r_{Q_k N_m}$ - vector directed from point Q_k to point N_m .

The system (1) is solved by the method of mechanical quadratures. After the solution is obtained, the ferromagnetic bodies are removed from the problem and the field is computed in free space considering the primary (real) sources – currents in the coils, and the secondary (fictitious) sources – surface currents of density σ . The magnetic vector potential A and the components of the flux density are then obtained by simple integration over the primary and the secondary currents.

APPROACH FOR CALCULATION OF CURRENT TRANSFORMER LEAKAGE INDUCTANCES

The IBIEM is applied to the calculation of current transformer leakage inductances. They are defined under the condition

$$|i_1 N_1| > |i_2 N_2| \quad (2)$$

for the magnetomotive forces (m.m.f.) of the two windings, i.e. this is the real mode of domination of the primary m.m.f.

The magnetic field is computed by implementing the model using IBIEM given above into a computer programme.

The leakage inductance of each winding is defined by the difference between its total flux linkage and its flux linkage with the basic magnetic flux in the core. Figure 2 shows a core-type current transformer being the object of application of the proposed approach.

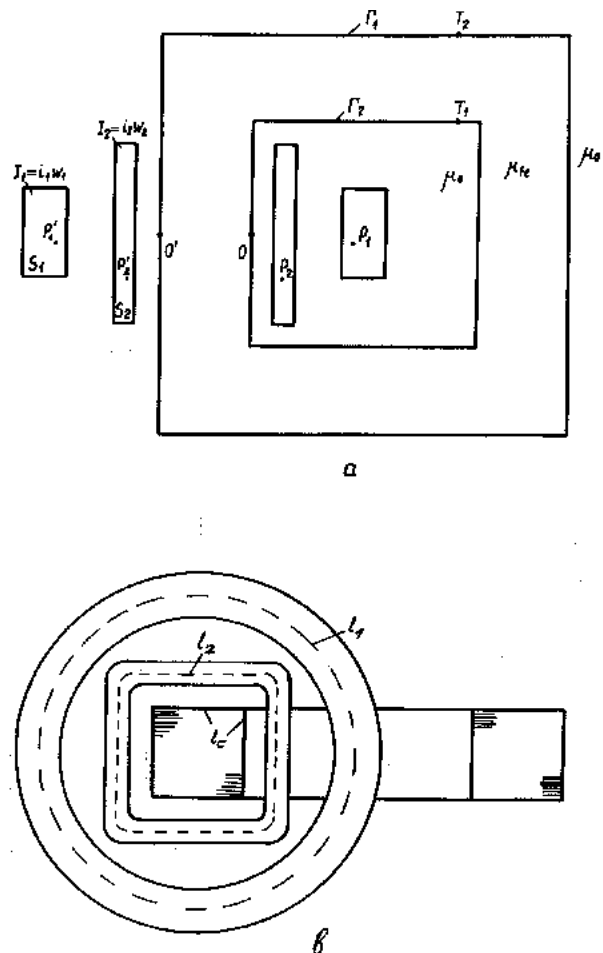


Fig. 2. Core-type current transformer.

Leakage inductances per unit length L'_{s1} and L'_{s2} of the primary and secondary transformer windings, respectively, are

$$L'_{s1} = \frac{N_1}{i_1 S_1} \iint_{(S_1)} [A(P_1) - A(P'_1) - \Phi'_{\min}] dS_1 \quad (3)$$

$$L'_{s2} = \frac{N_2}{i_2 S_2} \iint_{(S_2)} [A(P_2) - A(P'_2) - \Phi'_{\min}] dS_2 \quad (4)$$

where

$A(P_1), A(P'_1), A(P_2), A(P'_2)$ are the values of the magnetic vector potential A at the points of the sections S_1 and S_2 of the coils, symmetric with respect to the coil axis;

Φ'_{\min} is the minimal (basic) flux per unit length. This is the flux entirely passing inside the core. It is obtained by moving the points T_1 and T_2 along the core. If the system is symmetric, the minimal flux is between points O and O' .

Total transformer leakage inductance per unit length is

$$(5) \quad L'_{s12} = L'_{s1} + L'_{s2}.$$

Taking into account the dimensions of the transformer – Fig. 2, the leakage inductances are

$$(6) \quad L_{s1} = \frac{l_c + l_1}{4} L'_{s1}$$

$$(7) \quad L_{s2} = \frac{l_c + l_2}{4} L'_{s2}$$

$$(8) \quad L_{s12} = \frac{l_1 + l_2}{4} L'_{s12}$$

RESULTS

The leakage inductances are studied for a current transformer model 5/5A having the geometry shown in Fig. 2 and the following dimensions:

outer core size: 370×370 mm;
core window: 160×160 mm;

primary coil :

inner diameter: 168 mm;
outer diameter: 212 mm;
height: 70 mm;

secondary coil:

inner size: 63 mm;
outer size: 85 mm;
height: 144 mm;

average turn length of the primary winding
 $l_1 = 597$ mm;

average turn length of the secondary winding
 $l_2 = 286$ mm;

core perimeter $l_c = 210$ mm.

Both computations and experiments were carried out. The results for the experimental L_s^e and computed L_s^c values of the leakage inductances are given in Table 1, where the relative errors with respect to the experimental values are also shown.

Table 1

	L_{s1}^e	L_{s2}^e	L_{s12}^e
L_s^e , mH	12.25	0.452	11.72
	L_{s1}^c	L_{s12}^c	L_{s12}^c
L_s^c , mH	11.69	0.429	11.61
ε , %	-4.6	-5.1	-0.94

Similar results were obtained for other current transformers and the accuracy was within the same bounds.

CONCLUSION

The proposed approach for the calculation of current transformer leakage inductances using indirect boundary integral equation method gives satisfactory accuracy for the engineering practice without three-dimensional modelling. Its usage is recommended for rated modes when the core is unsaturated. The approach could be especially useful in the analysis and design of current transformers of core-type where leakage inductances have strong influence on the transformer errors.

REFERENCES

- [1] Andjelic Z. et al. Integral methods for electric fields. Scientific Series of the International Bureau Research Center Juelich, 1992.
- [2] Tozoni, O. V. Computer-aided calculations of electromagnetic fields. Kiev, Tehnika, 1967. (In Russian)
- [3] Alexandrov, A., I. Yatchev. Computation of Plane-Parallel Magnetic Fields. Technical Ideas, No.5, 1987. (In Bulgarian)
- [4] Tsuboi H., T. Misaki. Three-Dimensional Analysis of Eddy Current Distributions by the Boundary Element Method Using Vector Variables. IEEE Trans. Magn., vol. 23, No. 5, 1987.
- [5] Mayergoyz I. Boundary Integral Equations of Minimum order for the Calculation of Three-Dimensional Eddy Current Calculation. IEEE Trans. Magn., vol. 30, No. 5, 1994.
- [6] Albanese R., F. Hantila, G. Rubinacci. A nonlinear Eddy Current Integral Formulation in Terms of a Two-Component Current Density Vector Potential. IEEE Trans. Magn., vol. 32, No. 3, 1996.
- [7] Zakrzewski K., B. Tomczuk. Magnetic Field Analysis and Leakage Inductance Calculation in Current Transformers by Means of 3-D Integral Methods. IEEE Trans. Magn., vol. 32, No.3, 1996.



КЛАСИФИКАЦИЯ НА МИГНОВЕНИ ПРОЦЕСИ В ДЪЛГИ ЛИНИИ

Р. Ангелова Т. Гичев

ВТУ”Т. Каблешков”, София, България, angelova@vtu.acad.bg¹
 УАСГ, София, България, tbgichev_fte@uacg.acad.bg²

АНОТАЦИЯ

Разглеждат се мигновени процеси, предизвикани от скокообразното изменение на различни параметри в дълга линия. Анализира се влиянието на два типа скокообразно изменение на параметрите - в направление t и в направление x , където с x и t са означени съответно пространствената и временната независими променливи. Определя се състоянието на тока и напрежението на линията в края на мигновените процеси. Направена е аналогия между мигновените процеси в дълги линии и във вериги със съсредоточени параметри.

Ключови думи: дълга линия, комутационни процеси

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Изводът на телеграфните уравнения за тока и напрежението в дълги линии се прави с помощта на законите на Кирхоф за баланса на токовете и напреженията в елементарните участъци на веригата [1, 2]. Ако $i(x, t)$ и $u(x, t)$ са токът и напрежението в точка от веригата с координата x в момента t , тези уравнения имат вида

$$\begin{aligned} -\frac{\partial i}{\partial x} &= G(x, t)u + \frac{\partial(uC(x, t))}{\partial t} \\ -\frac{\partial u}{\partial x} &= R(x, t)i + \frac{\partial(iL(x, t))}{\partial t}, \end{aligned} \quad (1)$$

където $G(x, t)$, $R(x, t)$, $C(x, t)$, $L(x, t)$ са съответно разпределените проводимост, съпротивление, капацитет и индуктивност.

В линейните вериги са в сила законите на Кирхоф за баланса на токовете и напреженията във всеки момент. При дългите линии във всеки момент е в сила единствено съотношение за баланса на използваната мощност за даден интервал $[a, b]$:

$$\begin{aligned} p(a, t) - p(b, t) &= u(a, t)i(a, t) - u(b, t)i(b, t) = \\ &= \int_a^b (R(x, t)i^2(x, t) + G(x, t)u^2(x, t))dx + \\ &+ \int_a^b \left(u(x, t) \frac{\partial(C(x, t)u(x, t))}{\partial t} + \right. \\ &\left. + i(x, t) \frac{\partial(L(x, t)i(x, t))}{\partial t} \right) dx, \end{aligned}$$

където първият интеграл представлява изразходваната в активните елементи мощност, а вторият интеграл дава съхранената в реактивните елементи мощност. Съществуващото различие засилва интереса към установяване на аналогии между процеси в двата типа вериги.

По-нататък вниманието е насочено към процеси в дълги линии, които се предизвикват от скокообразното изменение на някои от параметрите на системата (1). Следвайки аналогията с мигновените комутационни процеси в линейни електрически вериги [2, 3], процесите съпътстващи скокообразното изменение на параметрите в дълги линии могат

¹ Росица Ангелова, доц. д-р, ВТУ”Т. Каблешков, София 1754, ул.”Гео Милев” 158

² Тодор Гичев, проф. д.м.н. УАСГ, София 1421, бул. “Хр. Смирненски” 1

да бъдат наречени мигновени комутационни процеси.

Според начина на скокообразното изменение на фиксиран параметър в системата (1) е възможно да се отделят два типа процеси. В първия случай за някакъв интервал $[x_1, x_2]$ на координатата x този параметър, например капацитетът C , е функция само на t и в момента t_0 той скокообразно се променя от C_1 на C_2 . За този случай ще казваме, че параметърът при t_0 се изменя скокообразно в направление t . При втория случай за интервал $[t_1, t_2]$ на времето t параметърът (нека той отново е капацитетът), е функция само на x и при x_0 той скокообразно се променя от C_1 на C_2 . За този случай ще казваме, че C се изменя скокообразно при x_0 в направление x .

И тук основен проблем е да се определят началните стойности за процеса, следващ непосредствено след мигновения процес. По-нататък, въз основа на предложения в [4] подход, се намират приближения към стойностите на тока и напрежението в края на мигновения процес, който е предизвикан от скокообразното изменение на капацитета в направлението t и x . Разглежданата дълга линия е без загуби ($G = R = 0$).

Следвайки аналогията с мигновените процеси във вериги със съсредоточени параметри, процесите съпътстващи скокообразното изменение на параметри в дългите линии могат да се разделят на две групи. Процесите от първата група се характеризират с това, че при преминаването през мигновения процес токът и напрежението, а следователно и мощността, не се променят. Към втората група се отнасят процесите, при които преминаването през мигновения процес е съпроводено със скокообразно на поне една от величините ток и напрежение, а следователно и на мощността.

2. АПРОКСИМИРАНЕ НА ПРОЦЕСА

Нека най-напред разпределият капацитет е функция само на t и в момента t_0 той скокообразно се променя от C_1 на C_2 в направление t . Дългата линия се разглежда при предположение, че разпределената индуктивност L е константа. За тока и напрежението непосредствено преди мигновения процес при $x \in [x_1, x_2]$ да въведем означенията

$$i(x, t_0) = \varphi(x) \text{ и } u(x, t_0) = \psi(x) \quad (2)$$

Породеният от това скокообразно изменение процес за $x \in [x_1, x_2]$ да апроксимираме при $\tau \rightarrow t_0$, $\tau > t_0$, с редица от процеси, в които капацитетът е непрекъсната функция $C_\tau(t)$, $t \in [t_0, \tau]$, за която $C_\tau(t_0) = C_1$ и $C_\tau(\tau) = C_2$. Тогава за $x \in [x_1, x_2]$ и $t \in [t_0, \tau]$ токът $i_\tau(x, t)$ и напрежението $u_\tau(x, t)$ удовлетворяват началните условия (2), а системата (1) приема вида

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = \frac{\partial(uC_\tau(t))}{\partial t}, \quad -\frac{\partial u}{\partial x} = L \frac{\partial i}{\partial t} \quad (3)$$

При $\tau \rightarrow t_0$ стойностите $i_\tau(x, \tau)$ и $u_\tau(x, \tau)$ приближават стойностите $i(x, t_0^+)$, $u(x, t_0^+)$ (4) на тока и напрежението в края на мигновения процес в момента t_0 .

Ако диференцираме първото уравнение на системата (3) по x , а второто по t , то след преобразувания се достига до системата

$$\rho_\tau(t) \left(\frac{\partial^2 i}{\partial t^2} + (\ln \rho_\tau(t))' \frac{\partial i}{\partial t} \right) = \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} \quad (5)$$

$$C_\tau(t) \left(\frac{\partial u}{\partial t} + (\ln \rho_\tau(t))' u \right) = -\frac{\partial i_\tau(x, t)}{\partial x},$$

където е положено $\rho_\tau(t) = C_\tau(t)L$. Второто уравнение в системата (5) се решава при всяко $x \in [x_1, x_2]$ след определяне на тока $i_\tau(x, \tau)$ от първото уравнение.

По-нататък се разглежда дълга линия без загуби, в която капацитетът е функция на x и при $x = x_0$ той скокообразно се променя от C_1 на C_2 . Отново се предполага, че L е константа. Нека непосредствено преди скокообразното изменение на капацитета токът и напрежението за $t \in [t_1, t_2]$ са

$$i(x_0, t) = \beta(t), \quad u(x_0, t) = \gamma(t) \quad (6)$$

Породения от това скокообразно изменение процес за $t \in [t_1, t_2]$ апроксимираме при $\lambda \rightarrow x_0$, $\lambda > x_0$, с редица от процеси, при които капацитетът е непрекъсната функция $C_\lambda(x)$, $x \in [x_0, \lambda]$, за която $C_\lambda(x_0) = C_1$, $C_\lambda(\lambda) = C_2$. Тогава за $x \in [x_0, \lambda]$ и $t \in [t_1, t_2]$ токът $i_\lambda(x, t)$ и напрежението $u_\lambda(x, t)$ удовлетворяват началните условия (6), а системата (1) приема вида

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = C_\lambda(x) \frac{\partial u}{\partial t}, \quad -\frac{\partial u}{\partial x} = L \frac{\partial i}{\partial t} \quad (7)$$

При $\lambda \rightarrow x_0$, стойностите $i_\lambda(\lambda, t)$ и $u_\lambda(\lambda, t)$ приближават стойностите $i(x_0^+, t)$, $u(x_0^+, t)$ (8) на тока и напрежението в края на мигновения процес при x_0 .

Ако диференцираме първото уравнение на системата (7) по x , а второто по t , то след преобразуване системата добива вида

$$\frac{1}{\rho_\lambda(x)} \left(\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} - (\ln \rho_\lambda(x))' \frac{\partial i}{\partial x} \right) = \frac{\partial^2 i}{\partial t^2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -L \frac{\partial i_\lambda(x, t)}{\partial t},$$

където е положено $\rho_\lambda(x) = C_\lambda(x)L$. Второто уравнение в системата (9) се решава при всяко $t \in [t_1, t_2]$, след определянето на $i_\lambda(x, t)$ от първото уравнение.

Определянето на стойностите (4) и (8) на токовете и напреженията в края на разглежданите мигновени процеси от системите (7) и (9) се прави с помощта на общи теореми, формулирани в следващата част на работата.

3. ТЕОРЕМИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ВЕЛИЧИНИТЕ В КРАЯ НА МИГНОВЕНИЯ ПРОЦЕС

Първите уравнения на системите (5) и (9) са от вида

$$A_\mu(\xi) \left(\frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + \alpha (\ln \rho_\mu(\xi))' \frac{\partial v}{\partial \xi} \right) = \frac{\partial^2 v}{\partial \eta} \quad (10)$$

относно неизвестната функция $v(\xi, \eta)$ за $\xi \in [\xi_0, \mu]$, $\eta \in [\eta_1, \eta_2]$. В това уравнение α е константа и при $\mu \rightarrow \xi_0$, $\mu > \xi_0$ функцията $\rho_\mu(\xi)$ е непрекъсната в интервала $[\xi_0, \mu]$ и притежава непрекъсната първа производна в интервала $[\xi_0, \mu]$; Функциите $A_\mu(\xi)$ са непрекъснати в интервала $[\xi_0, \mu]$ и остават ограничени при $\mu \rightarrow \xi_0$. Освен това се изпълняват съотношенията $A_\mu(\xi) > 0$, $\rho_\mu(\xi_0) = \rho_1$, $\rho_\mu(\mu) = \rho_2$ и при някаква константа M за $\xi_0 \leq \theta \leq \xi < \mu$ е в сила

$$(\rho_\mu(\theta) / \rho_\mu(\xi))^\alpha \leq M.$$

Нека $f(\eta)$ и $F(\eta)$ за $\eta \in [\eta_1, \eta_2]$ са две дадени функции. При направените предположения за всяко $\mu \rightarrow \xi_0$, може да се построи редица от функции $v_{\mu s}(\xi, \eta)$, $s=1, 2, \dots$, които удовлетворяват диференциалното уравнение (10) и граничните условия

$$v(\xi, \eta_1) = f(\eta_1), \quad v(\xi, \eta_2) = f(\eta_2),$$

приближено удовлетворяват началните условия

$$v(\xi_0, \eta) = f(\eta), \quad \frac{\partial v(\xi_0, \eta)}{\partial \xi} = F(\eta)$$

и освен това е в сила следната теорема

Теорема 1. За всяко положително число ε съществува такова естествено число N , че при всяко $s > N$ може да се намери такова число $\mu_0(s)$, за което ако $\mu \in (\xi_0, \mu_0(s))$, то

$$\|v_{\mu s}(\mu, \eta) - f(\eta)\| + \left\| \frac{\partial v_{\mu s}(\mu, \eta)}{\partial \xi} - \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^\alpha F(\eta) \right\| < \varepsilon,$$

където с $\| \cdot \|$ е означена средноквадратичната норма в интервала $[\eta_1, \eta_2]$.

Приближаването в смисъла на тази теорема на величината $v_{\mu s}(\mu, \eta)$ и на нейната частна производна по ξ в края на процеса на скокообразното изменение на параметъра ρ от ρ_1 на ρ_2 по-нататък ще означаваме

$$v(\xi_0^+, \eta) \approx f(\eta), \quad \frac{\partial v(\xi_0^+, \eta)}{\partial \xi} \approx \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^\alpha F(\eta).$$

Вторите уравнения на системите (5) и (9) са от вида

$$\frac{dy}{d\xi} + \alpha (\ln \rho_\mu(\xi))' y + a_\mu(\xi) = 0,$$

където $\rho_\mu(\xi)$ се определя както в предишния случай, а функциите $a_\mu(\xi)$ са непрекъснати в интервала $[\xi_0, \mu]$ и остават ограничени при $\mu \rightarrow \xi_0$. И в това уравнение α е константа. В сила е теоремата:

Теорема 2. Ако $y_\mu(\xi)$, $\xi \in [\xi_0, \mu]$, е решение на диференциалното уравнение с начално условие $y(\xi_0) = y_0$, то

$$y(\xi_0^+) = \lim_{\mu \rightarrow \xi_0} y_\mu(\mu) = \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^\alpha y_0.$$

4. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТОКОВЕТЕ И НАПРЕЖЕНИЯТА

Да приложим теореми 1 и 2 за получаване на приближения към стойностите на токовете и напреженията в края на мигновените процеси породени от скокообразното изменение на капацитета в дълги линии без загуби. Нека най-напред да разгледаме процеса, предизвикан от скокообразното изменение на капацитета в направление t . От началните условия (2) и от второто уравнение на системата (3) получаваме

$$\frac{\partial i(x, t_0)}{\partial t} = -\frac{1}{L} \frac{\partial u(x, t_0)}{\partial x} = -\frac{1}{L} \psi'(x) \quad (11)$$

Като гранични условия да приемем

$$i(x_1, t) = i(x_1, t_0) = \varphi(x_1)$$

$$i(x_2, t) = i(x_2, t_0) = \varphi(x_2). \quad (12)$$

Тогава за $x \in [x_1, x_2]$ от теоремите 1 и 2, приложени за задачата (5), (2), (11), (12), следват съотношенията

$$i(x, t_0^+) \approx i(x, t_0) = \varphi(x),$$

$$u(x, t_0^+) \approx \frac{C_1}{C_2} u(x, t_0) = \psi(x) \frac{C_1}{C_2} \quad (13)$$

$$\frac{\partial i(x, t_0^+)}{\partial t} \approx \frac{C_1}{C_2} \frac{\partial i(x, t_0)}{\partial t} = -\frac{C_1}{C_2 L} \psi'(x)$$

Ако с $p(x, t)$ означим мощността за (x, t) , то за мощността в края на мигновения процес се получава

$$p(x, t_0^+) = i(x, t_0^+) u(x, t_0^+) \approx$$

$$\approx \frac{C_1}{C_2} i(x, t_0) u(x, t_0) = p(x, t_0) \frac{C_1}{C_2}.$$

За процеса, предизвикан от скокообразното изменение на капацитета в направление x , от началните условия (6) и от първото уравнение на системата (7) получаваме

$$\frac{\partial i(x_0, t)}{\partial x} = -C_1 \frac{\partial u(x_0, t)}{\partial t} = -C_1 \gamma'(t). \quad (14)$$

Като гранични условия да приемем

$$i(x, t_1) = i(x_0, t_1) = \beta(t_1)$$

$$i(x, t_2) = i(x_0, t_2) = \beta(t_2). \quad (15)$$

Тогава за $t \in [t_1, t_2]$ от теоремите 1 и 2, приложени за задачата (9), (6), (14), (15) следват съотношенията

$$i(x_0^+, t) \approx i(x_0, t) = \beta(t),$$

$$u(x_0^+, t) \approx u(x_0, t) = \gamma(t). \quad (16)$$

$$\frac{\partial i(x_0^+, t)}{\partial x} \approx \frac{C_2}{C_1} \frac{\partial i(x_0, t)}{\partial x} = -C_2 \gamma'(t).$$

За мощността в края на мигновения процес се получава

$$p(x_0^+, t) = i(x_0^+, t) u(x_0^+, t) \approx i(x_0, t) u(x_0, t) = p(x_0, t).$$

От получените резултати следва, че при преминаване през първия от разглежданите мигновени процеси поне една от величините ток и напрежение, както и мощността се изменят със скок. При преминаването през втория процес токът, напрежението и мощността не се променят.

5. ИЗВОДИ

Направеният анализ показва, че могат да се формулират подходящи понятия, с чиято помощ да се установи аналогия между мигновените комутационни процеси в линейни вериги със съсредоточени параметри и мигновените процеси в дълги линии, които са породени от скокообразното изменение на някой от параметрите им. Съотношенията (13) и (16) съответстват на закона за съхранение на зарядите при некоректна мигновена комутация и на законите за комутация при коректна комутация.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами. Высшая школа, 1980, Москва.
- [2]. Попов В. П. Основы теории цепей. Высшая школа, 1985, Москва.
- [3]. Ангелова, Р., Т. Гичев. Мгновенная коммутация в линейных электрических цепях с постоянными параметрами, *Электромеханика*, 1-2, 1996.
- [4]. Angelova, R., T. Gichev, L. Kolev. Instantaneous Processes in Long Lines. SPETO 2001, Gliwice, v. 2.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

РЕКУРСИВНО ВЪВЕЖДАНЕ НА ДЕТЕРМИНАНТИ

Борислав Лазаров, Красимир Кънчев

ВТУ “Тодор Каблешков”

АНОТАЦИЯ

Понятието детерминанта е основно работно понятие в курса по алгебра, анализ, както и в много от специализираните курсове по математика. Затова подходящото въвеждане на това понятие е от особено значение. Предлаганият материал съдържа рекурсивна дефиниция на детерминанта, кратки доказателства на основните свойства на детерминантите, както и сравнение на рекурсивната с други дефиниции.

Ключови думи: детерминанта, матрица, рекурсия

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В литературата, позната на авторите, понятието детерминанта се въвежда комбинаторно [1], с.15 или аксиоматично [1], с. 115. Основание за търсене на нов тип дефиниране на детермината ни дава както развитието на математическите приложения в направление компютърна реализируемост, така и изискванията на преподаването.

2. РЕКУРСИВНА ДЕФИНИЦИЯ.

Нека е дадена квадратната матрица от ред n (таблицата от n реда и n стълба)

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Схема (*). От матрицата A определяме матриците A_{kl} от ред $n-1$ по следния

начин: матрицата A_{kl} съдържа всички елементи a_{ij} на матрицата A , с изключение на a_{kj} за $j=1,2,\dots,n$ и на a_{il} за $i=1,2,\dots,n$, като взаимното положение на елементите в матрицата A_{kl} е същото, както в матрицата A , т.е.

$$A_{kl} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1(l-1)} & a_{1(l+1)} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2(l-1)} & a_{2(l+1)} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{(k-1)1} & a_{(k-1)2} & \dots & a_{(k-1)(l-1)} & a_{(k-1)(l+1)} & \dots & a_{(k-1)n} \\ a_{(k+1)1} & a_{(k+1)2} & \dots & a_{(k+1)(l-1)} & a_{(k+1)(l+1)} & \dots & a_{(k+1)n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{n(l-1)} & a_{n(l+1)} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Дефиниция. 1) Детерминанта от ред 1, съответна на матрицата $A = (a_{11})$, наричаме функцията на 1 променлива

$$\Delta_1(A) = a_{11}.$$

2) Детерминанта от ред n , съответна на матрицата

$$A = (a_{ij})_{i,j=1}^n = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

наричаме функцията на n^2 променливи

$$\Delta_n(A) = \sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A_{1j}),$$

където Δ_{n-1} е детерминанта от ред $n-1$ със стойности съответни на матриците A_{1j} , $j = 1, 2, \dots, n$, получени по схема (*).

Обичайните означения за детерминанта са

$$\Delta_n(A) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, \det(A), \det(a_{ij})_{i,j=1}^n.$$

3. СВОЙСТВА НА ДЕТЕРМИНАНТИТЕ

В следващите теореми са описани свойствата на детерминантите. Подредбата на теоремите е с оглед оптимална схема за доказването им, произтичаща от рекурсивната дефиниция.

Теорема 1. Ако всички елементи от l -я стълб на матрицата A са представени като сума на две числа $a_{il} = a'_{il} + a''_{il}$, $i = 1, 2, \dots, n$ то е вярно: $\Delta_n(A) = \Delta_n(A') + \Delta_n(A'')$, където елементите от l -я стълб на матрицата A' са a'_{il} , елементите от l -я стълб на матрицата A'' са a''_{il} , а всички останали елементи на A' и A'' съвпадат със съответните елементи на A .

Доказателство. Доказателството ще извършим чрез индукция по размерността n . Случаят $n = 1$ следва непосредствено от дефиницията. Нека твърдението е вярно при размерност $n-1$. За случая на размерност n ще използваме равенствата $A_{il} = A'_{il} = A''_{il}$, които следват от означенията, както и равенствата $\Delta_{n-1}(A_{1j}) = \Delta_{n-1}(A'_{1j}) + \Delta_{n-1}(A''_{1j})$ при $j \neq l$, които следват от индукционното

предположение. За представянето на $\Delta_n(A)$, $\Delta_n(A')$ и $\Delta_n(A'')$ ще използваме рекурсивната дефиниция на детерминанта. При $j \neq l$ имаме

$$\begin{aligned} \Delta_n(A) &= \sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A_{1j}) + \\ &(-1)^{1+l} (a'_{1l} + a''_{1l}) \Delta_{n-1}(A_{1l}) = \\ &\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} (\Delta_{n-1}(A'_{1j}) + \Delta_{n-1}(A''_{1j})) + \\ &(-1)^{1+l} a'_{1l} \Delta_{n-1}(A_{1l}) + (-1)^{1+l} a''_{1l} \Delta_{n-1}(A_{1l}) = \\ &\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A'_{1j}) + (-1)^{1+l} a'_{1l} \Delta_{n-1}(A'_{1l}) + \\ &\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A''_{1j}) + (-1)^{1+l} a''_{1l} \Delta_{n-1}(A''_{1l}) = \\ &\Delta_n(A') + \Delta_n(A'') \end{aligned}$$

Теорема 2. Ако всички елементи от l -я стълб на матрицата A' се получават от съответните елементи на матрицата A чрез умножение с едно и също число λ , а всички останали елементи на A' съвпадат със съответните елементи на A , то е вярно: $\Delta_n(A') = \lambda \Delta_n(A)$.

Доказателство. Доказателството ще извършим чрез индукция по размерността n . Случаят $n = 1$ следва непосредствено от дефиницията. Нека твърдението е вярно при размерност $n-1$. За случая на размерност n ще използваме равенството $A'_{il} = A_{il}$, което следва от означенията, както и равенствата $\Delta_{n-1}(A'_{1j}) = \lambda \Delta_{n-1}(A_{1j})$ при $j \neq l$, които следват от индукционното предположение. За представянето на $\Delta_n(A')$ и $\Delta_n(A)$ ще използваме рекурсивната дефиниция на детерминанта. При $j \neq l$ имаме

$$\begin{aligned} \Delta_n(A') &= \sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A'_{1j}) + \\ &(-1)^{1+l} (\lambda a_{1l}) \Delta_{n-1}(A'_{1l}) = \\ &\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \lambda \Delta_{n-1}(A_{1j}) + \\ &\lambda (-1)^{1+l} a_{1l} \Delta_{n-1}(A_{1l}) = \\ &\lambda \left(\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A_{1j}) + (-1)^{1+l} a_{1l} \Delta_{n-1}(A_{1l}) \right) = \\ &\lambda \Delta_n(A) \end{aligned}$$

Следствие. Ако в матрицата A всички елементи от даден стълб имат стойност 0 то $\Delta_n(A) = 0$

Доказателство. Получава се от **Теорема 2** при $\lambda = 0$.

Теорема 3. Ако матрицата A' се получава от A чрез размяна на l -я и m -я стълбове, където $l < m$, то е вярно: $\Delta_n(A') = -\Delta_n(A)$.

Доказателство. Доказателството ще извършим чрез индукция по размерността n . Случаят $n = 2$ се проверява непосредствено чрез дефиницията. Нека твърдението е вярно при размерност $n - 1$. За случая на размерност n нека означим $s = m - l$. Първо ще докажем теоремата при $s = 1$. В този случай ще използваме равенствата $A'_{il} = A_{i(l+1)}$ и $A'_{i(l+1)} = A_{il}$, които следват от означенията, както и равенствата $\Delta_{n-1}(A'_{ij}) = -\Delta_{n-1}(A_{ij})$ при $j \neq l$ и $j \neq l + 1$, които следват от индукционното предположение. За представянето на $\Delta_n(A')$ и $\Delta_n(A)$ ще използваме рекурсивната дефиниция на детерминанта. При $j \neq l, j \neq l + 1$ имаме

$$\begin{aligned} \Delta_n(A') &= \sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A'_{1j}) + \\ &(-1)^{1+l} a_{1(l+1)} \Delta_{n-1}(A'_{1l}) + (-1)^{1+l+1} a_{1l} \Delta_{n-1}(A'_{1(l+1)}) = \\ &\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} (-\Delta_{n-1}(A_{1j})) + \\ &(-1)^{1+l} a_{1(l+1)} \Delta_{n-1}(A_{1(l+1)}) + (-1)^{1+l+1} a_{1l} \Delta_{n-1}(A_{1l}) = \\ &-\left(\sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A_{1j}) + \right. \\ &\left. (-1)^{1+l+1} a_{1(l+1)} \Delta_{n-1}(A_{1(l+1)}) + (-1)^{1+l} a_{1l} \Delta_{n-1}(A_{1l}) \right) = \\ &-\Delta_n(A) \end{aligned}$$

С това равенството при $s = 1$ е доказано. За общия случай ще използваме индукция спрямо s . Нека теоремата е вярна за $s - 1$. Да въведем помощните матрици A'' , която се получава от A чрез размяна на l -я и $(m - 1)$ -я стълбове и A''' , която се получава от A'' чрез размяна на $(m - 1)$ -я и m -я стълбове. Тогава A' се получава от A''' чрез размяна на l -я и

$(m - 1)$ -я стълбове и според разгледаните случаи е вярно:

$$\Delta_n(A') = -\Delta_n(A''') = \Delta_n(A'') = -\Delta_n(A). \quad \text{С}$$

това теоремата е доказана за всяко n и всяко s .

Следствие. Ако в матрицата A имаме два еднакви стълба то $\Delta_n(A) = 0$

Доказателство. Нека при означенията на **Теорема 3** l -я и m -я стълб в матрицата A съвпадат. Тогава е изпълнено $A' = A$ и следователно $\Delta_n(A') = \Delta_n(A)$. От друга страна според твърдението на **Теорема 3** е вярно $\Delta_n(A') = -\Delta_n(A)$. От тук се получава $\Delta_n(A) = -\Delta_n(A)$, което е възможно само при $\Delta_n(A) = 0$.

Теорема 4. Ако всички елементи от l -я стълб на матрицата A' се получават като към съответните елементи на матрицата A се прибавят съответните елементи от m -я стълб на A умножени с едно и също число λ , където $l \neq m$, а всички останали елементи на A' съвпадат със съответните елементи на A , то е вярно: $\Delta_n(A') = \Delta_n(A)$.

Доказателство. Да въведем помощната матрица A'' , която се получава от A чрез замяна на l -я стълб с m -я стълб. Тогава от **Теорема 1** и **Теорема 2** получаваме $\Delta_n(A') = \Delta_n(A) + \lambda \Delta_n(A'')$. От следствието към **Теорема 3** имаме $\Delta_n(A'') = 0$. Следователно: $\Delta_n(A') = \Delta_n(A)$.

Теорема 5. За всяка матрица A и за всяко $l = 1, 2, \dots, n$ е вярно:

$$\Delta_n(A) = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+l} a_{il} \Delta_{n-1}(A_{il}).$$

Доказателство. Доказателството ще извършим чрез индукция по размерността n . Случаят $n = 1$ следва непосредствено от дефиницията. Нека твърдението е вярно при размерност $n - 1$. В случая на размерност n първо ще докажем равенството при $l = 1$. Тогава твърдението на теоремата има следния вид:

$$\Delta_n(A) = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} a_{i1} \Delta_{n-1}(A_{i1}) \quad (1)$$

За лявата част на (1) прилагаме рекурсивната дефиниция на детерминанта:

$$\Delta_n(A) = \sum_{j=1}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A_{1j}) =$$

$$(-1)^{1+1} a_{11} \Delta_{n-1}(A_{11}) + \sum_{j=2}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \Delta_{n-1}(A_{1j})$$

За матриците A_{1j} при $j > 1$, които са от ред $n-1$ прилагаме формула (1) съгласно индукционното предположение.

$$: \Delta_{n-1}(A_{1j}) = \sum_{i=2}^n (-1)^{i-1+1} a_{i1} \Delta_{n-2}((A_{1j})_{(i-1)1})$$

От тук получаваме:

$$\Delta_n(A) = (-1)^{1+1} a_{11} \Delta_{n-1}(A_{11}) +$$

$$\sum_{j=2}^n (-1)^{1+j} a_{1j} \sum_{i=2}^n (-1)^{i-1+1} a_{i1} \Delta_{n-2}((A_{1j})_{(i-1)1}) =$$

$$(-1)^{1+1} a_{11} \Delta_{n-1}(A_{11}) +$$

$$\sum_{j=2, i=2}^n (-1)^{1+j+i} a_{1j} a_{i1} \Delta_{n-2}((A_{1j})_{(i-1)1}) \quad (2)$$

Сега ще преобразуваме дясната част на (1). За изразите $\Delta_{n-1}(A_{i1})$ при $i > 1$ прилагаме рекурсивната дефиниция на детерминанта:

$$\Delta_{n-1}(A_{i1}) = \sum_{j=2}^n (-1)^{1+j-1} a_{1j} \Delta_{n-2}((A_{i1})_{1(j-1)})$$

От тук следва:

$$\sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} a_{i1} \Delta_{n-1}(A_{i1}) =$$

$$(-1)^{1+1} a_{11} \Delta_{n-1}(A_{11}) + \sum_{i=2}^n (-1)^{i+1} a_{i1} \Delta_{n-1}(A_{i1}) =$$

$$(-1)^{1+1} a_{11} \Delta_{n-1}(A_{11}) +$$

$$\sum_{i=2}^n (-1)^{i+1} a_{i1} \sum_{j=2}^n (-1)^{1+j-1} a_{1j} \Delta_{n-2}((A_{i1})_{1(j-1)}) =$$

$$(-1)^{1+1} a_{11} \Delta_{n-1}(A_{11}) +$$

$$\sum_{i=2, j=2}^n (-1)^{i+1+j} a_{i1} a_{1j} \Delta_{n-2}((A_{i1})_{1(j-1)}) \quad (3)$$

Матрицата $(A_{1j})_{(i-1)1}$ съвпада с матрицата $(A_{i1})_{1(j-1)}$ при $j > 1$ и $i > 1$ тъй като и двете матрици се получават от A чрез изключване на 1-я и i -я редове и 1-я и j -я стълбове. Следователно десните части на (2) и (3) съвпадат. С това формула (1) е доказана. За общия случай ще използваме индукция спрямо l . Нека теоремата е вярна за $l-1$. Да

въведем помощната матрица A' , която се получава от A чрез размяна на $(l-1)$ -я и l -я стълбове. Тогава са вярни равенствата $A'_{i(l-1)} = A_{il}$ и $A'_{il} = A_{i(l-1)}$ за $i = 1, 2, \dots, n$. За матрицата A' прилагаме твърдението на теоремата за $(l-1)$ -я стълб и получаваме:

$$\Delta_n(A') = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+l-1} a_{il} \Delta_{n-1}(A'_{i(l-1)}) =$$

$$\sum_{i=1}^n (-1)^{i+l-1} a_{il} \Delta_{n-1}(A_{il}) =$$

$$-\left(\sum_{i=1}^n (-1)^{i+l} a_{il} \Delta_{n-1}(A_{il}) \right)$$

От **Теорема 3** следва $\Delta_n(A) = -\Delta_n(A')$ и от тук $\Delta_n(A) = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+l} a_{il} \Delta_{n-1}(A_{il})$. С това теоремата е доказана.

Теорема 6. Ако матрицата A' се получава от A чрез смяна на местата между редовете и стълбовете, т.е. A' е транспонираната матрица на A , то е вярно: $\Delta_n(A') = \Delta_n(A)$.

Доказателство. Доказателството ще извършим чрез индукция по размерността n . Случаят $n=1$ следва непосредствено от дефиницията. Нека твърдението е вярно при размерност $n-1$. За случая на размерност n ще използваме факта, че A'_{i1} се явява транспонираната матрица на A_{i1} , както и равенствата $\Delta_{n-1}(A'_{i1}) = \Delta_{n-1}(A_{i1})$, $i = 1, 2, \dots, n$, които следват от индукционното предположение. За представянето на $\Delta_n(A')$ ще използваме **Теорема 5**, а за $\Delta_n(A)$ рекурсивната дефиниция на детерминанта.

$$\Delta_n(A') = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} a_{i1} \Delta_{n-1}(A'_{i1}) =$$

$$\sum_{i=1}^n (-1)^{1+i} a_{1i} \Delta_{n-1}(A_{i1}) = \Delta_n(A)$$

С **Теорема 6** свойствата на детерминантите от теореме 1-5 се пренасят от "стълбовете" в "редовете" на съответната матрица, т.е. теоремите остават в сила, ако във формулировките им навсякъде понятията "стълб" и "ред" разменят местата си. По

този начин всички ефективни процедури за изчисляване на детерминанта могат да се прилагат както за стълбове, така и за редове.

Още свойства на детерминантите, които не помества тук, могат да бъдат доказвани от теоремите 1-6.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложетият метод има няколко несъмнени предимства при преподаването на детерминанти в технически или икономически специалности. В програмите по математика на тези специалности обикновено се предвижда една лекция за въвеждане на понятието детерминанта от ред n , като в тази лекция се очаква освен дефиницията, да се дадат свойствата (с кратки доказателства), както и да се приведат примери.

В учебната литература е приета следната комбинаторна дефиниция:

$$\Delta_n(A) = \sum (-1)^{[\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_{1n}]} a_{1\alpha_1} a_{2\alpha_2} \dots a_{n\alpha_n},$$

като сумирането се извършва по всевъзможните пермутации на числата 1, 2, ..., n . Тази дефиниция изисква въвеждането на няколко "паразитни" понятия: пермутации, инверсии, четност. Освен това се налага доказването на съответните твърдения, свързващи тези понятия. Накрая, доказателствата на свойствата на детерминантите чрез тази дефиниция са твърде описателни и често се позовават на математическата интуиция и въображение, каквито не могат да се предполага у студенти първокурсници, неспециализиращи математика. Нещо повече: в самото изписване на сумата многопараметричното индексирание е неясно. Как например ще се изпишат всевъзможните пермутации за детерминанта от 4-ти ред?

Отговорът е: първо изписваме тези, за които $\alpha_1 = 1$; след това тези, за които $\alpha_1 = 2$ и т.н. Но изписването на всевъзможните пермутации с $\alpha_1 = 1$ изисква изписването на всевъзможните пермутации от 3 елемента, което по същество ни води до рекурсия.

Аксиоматичното въвеждане на детерминанти оперира със същите паразитни понятия, като в допълнение се прибегва отново до рекурсия в явен вид, за да се докаже съществуването на детерминанта от ред n .

За разлика от комбинаторната и аксиоматичната дефиниция, рекурсивната дава възможност за непосредствено ефективно изчисляване на детерминантите. Не се налага предварително запознаване с каквато и да било математическа техника – даже понятието матрица може да се замени с житейската дума таблица. Доколкото съвременните алгоритмични езици допускат рекурсията, рекурсивната дефиниция има и съответното общообразователно значение. Сериозно предимство на рекурсивната дефиниция е, че доказателствата на свойствата на детерминантите стават с непосредствени изчисления въз основа на дефиницията и метода на математическата индукция, т.е. те се формализират.

Рекурсивното въвеждане на детерминанти е прилагано през последните години от Б. Лазаров при обучението на студенти от специалностите Транспортно строителство и Счетоводство и контрол от Висшето транспортно училище "Тодор Каблешков". Методът е докладван на специализирания семинар по математика към катедра "Математика и информатика" от Красимир Кънчев.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дочев, К. Линейна алгебра. Наука и изкуство. София. 1977.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Железопътни строителни машини

В лабораторията са изградени два стенда: стенд - определяне производителността на пътеполагащ кран и откриване на симулирани повреди и стенд - определяне на силите при повдигане и рукане на релсово-траверсова скара.

Изучават се системи на железопътните строителни машини и процесите при ремонт на железния път.

В лабораторията се обучават студенти от специалностите "Транспортна техника и технологии", "Транспортно строителство" и "Подемно транспортна и строителна техника".

Railway Building Machines

There are two stands built up in it: for determining the track-laying crane productivity and discovering simulated failures and for determining the forces of lifting and replacing the rail-and-slipper grid.

Students can study the systems of the railway building machines and the processes with the railroad repairs.

The laboratory is used to train students in the specialties

Transport Equipment and Technology, Transport Building and Mechanical Handling and Building Equipment.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СИСТЕМИ ЗА КОНТРОЛ НА РАБОТНИТЕ ПРОЦЕСИ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ

Емил Йончев, Венцислав Василев, Борис Петков¹
ВТУ “Тодор Каблешков”- гр. София, ул. “Гео Милев” 158

АНОТАЦИЯ

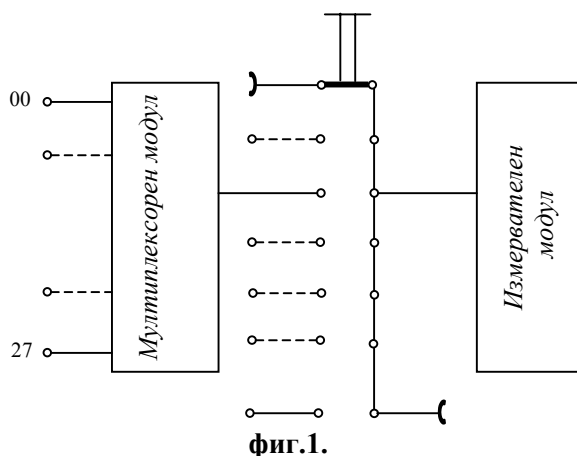
В доклада е описано предназначението и работата на системата за контрол на сигналите от различните модули участващи при автоматичното наместване на железния път и системата за проверка на правилната последователност от действия за извършване на определена работна операция

Ключови думи: железопътни строителни машини, системи за контрол, системи за автоматично регулиране

ИЗМЕРВАНЕ НА СИГНАЛИ В СИСТЕМИТЕ ЗА АВТОМАТИЧНО РЕГУЛИРАНЕ

Съвремените железопътни строителни машини (ЖПСМ) извършват ремонтни операции върху железния път и едновременно с това посредством системи за автоматично регулиране (САР) го наместват в необходимото положение. Машиниста получава информация за положението на пътя от показанията на

специализираните контролни уреди. В случай, когато САР са отказали, или работят неточно за улеснение на локализирането на повредата и за предотвратяване на опити за използване на неподходящи методи, и средства за измерване, е разработена многоканална измервателна система, чиято блокова схема е показана на фиг.1



¹ Инж. Емил Йончев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”
Инж. Венцислав Василев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”
Инж. Борис Петков – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”

В мултиплексорния модул постъпват сигнали от различни елементи от системите за управление, като например от първичните преобразователи, от задаващите елементи, от изпълнителните елементи и т. н.

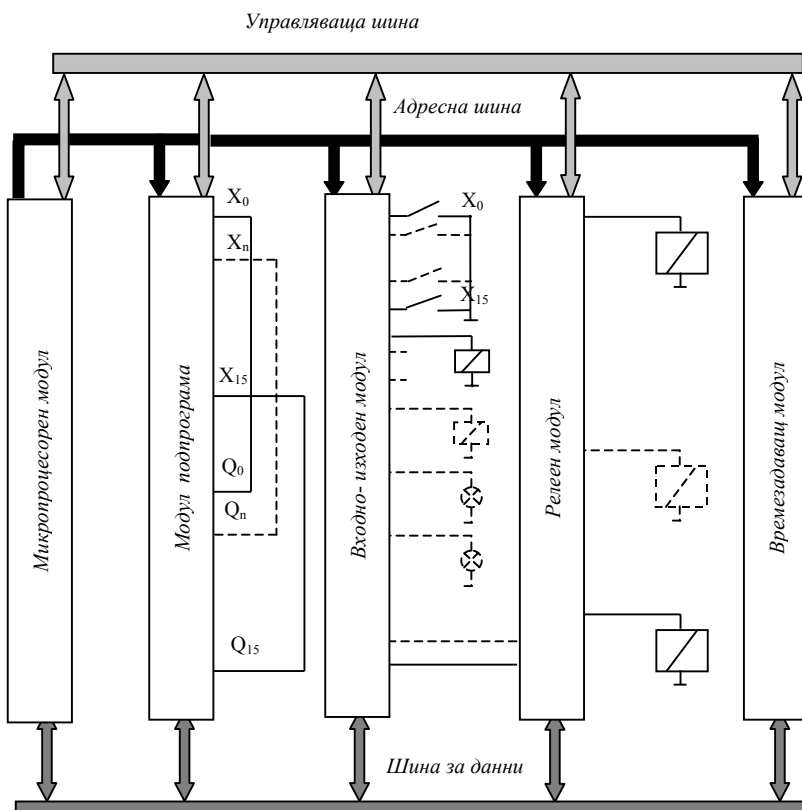
Всяка точка, от която се получава сигнал е кодирана посредством буква и цифри. Съответния код е нанесен на принципните електрически схеми и е означена стойността, която трябва да има сигнала. Желаната точка за наблюдение се избира, чрез комбинация от два бутона разположени на лицевия панел на мултиплексорния модул и позиция на многопозиционния ключ. Може да се избере сигнала от мултиплексорния модул да бъде подаден и към външен контролен уред, да се измери външен за системата сигнал с измервателния модул или да се контролират всичките захранващи напрежения на различните системи:

- нивелираща
- рукаща
- управление на подбивнитв апарати

Общият брой параметри, които могат да бъдат измерени зависи от конкретното изпълнение на мултиплексорния модул и от типа на използвания многопозиционен ключ.

КОНТРОЛ НА РАБОТНИТЕ ПРОЦЕСИ

При ЖПСМ, за да се извърши определена работна операция е необходимо да се извършат едно или няколко строго определени последователни действия. Когато това не се спазва може да възникне отказ или повреда в някоя от системите. За да се изключи тази възможност има разработена микропроцесорна система, която не разрешава да се изпълнява определена операция при неизпълнение на необходимите условия. За индикация състоянията в различните точки на системата и технологичната последователност, на лицевите панели на различните модули се използват светодиоди с различни цветове. Блоквата схема на системата е показана на фиг. 2



Фиг. 2

Микропроцесорният модул управлява работата на останалите модули посредством програма, която е записана в електрически програмируема памет. По шината за данни микропроцесора получава и изпраща информация към останалите модули в зависимост от изпълняваната операция. Избора с кой от модулите ще се обменя информация се определя в зависимост от адреса изпратен по адресната магистрала.

Входно-изходните модули приемат сигналите от елементите, с които се извършват определените действия и при изпълнение на условията за дадена операция подават сигнал за задействане на изпълнителен елемент. До всеки вход е монтиран жълт светодиода, а до всеки изход червен. Те светят, когато на входа или изхода има сигнал с нулев потенциал. Всеки вход се свързва към маса през контакт на елемент за извършване на определено действие. Получените сигнали са логическите променливи, които са означени на електрическите схеми с X последван от пореден номер на групата и номер на входа. За всеки изход има конкретна логическа зависимост, която е изписана върху логически план. При нейното удовлетворяване на съответния изход се получава сигнал с нулев потенциал, който директно управлява електромагнитно реле, контролна лампа или се подава като входен за релейните модули. Съответно това се индикира от червения светодиода. Всеки изход се означава на електрическите схеми със символа Q последван от номер на модула и поредният му номер.

Релейните модули се използват в случая когато се управляват елементи, които изискват по-голяма електрическа мощност. Такива са елементите от хидравличните системи, пневматичните системи, електромагнитите за извършване на механични превключвания. На лицевия им панел също има светлинна индикация, от която може да се получи следната информация:

- ако свети жълтият светодиода – подадено е захранващо напрежение към съответния елемент

- ако свети червения светодиода – липсва захранващо напрежение към съответния елемент

- ако и двата светодиода светят с половин яркост – елемента не е свързан към изхода

Когато една логическа зависимост участва като логическа променлива в други зависимости, тя се изпълнява в модул подпрограма. Конструктивно той е еднакъв с модула за вход и изход. Разликата е, че при него не се получават входни сигнали за извършено действие, а като такива се явяват сигналите от едноимените изходи. Светодиодната индикация в случая носи същата информация както и при модулите за вход-изход.

Необходимото времезакъснение между определени действия от дадена операция, се осъществява във времезадаващ модул. На лицевият му панел има два светодиода:

- в жълт цвят за начало на времеинтервала
- червен за неговото изтичане

До тях е разположен и потенциометър, с който може да се регулира продължителността на времеинтервала.

Като пример за връзките между отделните модули е разгледана логическата зависимост, за придвижване при работа на трверсоподбивна машина. За да се извърши тази операция е необходимо хидравличния разпределител управляващ работното придвижване 1s21 да получи захранващо напрежение от изхода QL31 на релейния модул. Логическата зависимост за QL31 е:

$$QL31 = 08 \wedge 34 \wedge 68 \quad (1)$$

От логическият план може да се провери, че логическите променливи X08 и X68 са подпрограми, а X34 се получава от краен изключвател, когато хидродвигателя за работно придвижване е включен към скоростната кутия. Подпрограмата 08 се описва с логическата зависимост:

$$Q08 = \left| \begin{array}{l} 28 \wedge \overline{00} \wedge 10 \wedge 19 \wedge 80 \wedge \overline{0E} \\ \sqrt{27 \wedge 10 \wedge 19 \wedge 80 \wedge 0E} \\ \sqrt{11} \end{array} \right| \wedge 22 \quad (2)$$

Сигнала Q08 ще бъде с нулев потенциал, ако променливата в средните скоби и променливата X22 се изпълняват. Логическият израз за първата променлива има три члена, които са свързани помежду си с логическа операция или. За да се изпълни променливата е необходимо изпълнението само един от тях. Ако разгледаме случая когато е натиснат педала за работно придвижване т.е. има сигнал X11 и е избрано работно придвижване напред т.е. има сигнал X22, то и на изход 8 на входно-изходния модул ще има сигнал с нулев потенциал. Това ще се индикира със светодиодите до изхода и входа с номер 8.

Подпрограма 68 се описва с логическата зависимост:

$$\begin{aligned} ON &= 85 \wedge \overline{1F} \wedge 5F \wedge 7F \\ Q68 &= \overline{HOLD} = \overline{1F} \wedge 5F \wedge 7F \end{aligned} \quad (3)$$

Ако системата за защита и системата Watch dog функционират нормално, не е задействан бутон за аварийно спиране и е изтекло необходимото времезакъснение, то зависимостта ще се удовлетвори.

Когато и трите логически променливи в израза (1) са изпълнени, ще се изпълни и условието на изхода QL31 да има сигнал с положителна полярност за задействане на разпределителя 1s21.

Ако в процеса на работа не може да се извърши определена операция е необходимо да се открие причината за това, на базата на анализ на сигналите от светодиодите монтирани на лицевите панели на различните модули, анализ на логическите зависимости от логическия план и анализ на конкретната електрическа схема, в която е включен изпълнителния елемент за конкретната операция.

Машинистът има възможност за тестване на всички модули. Това е необходимо, за да е сигурен в правилността на показанията на светодиодите, което е основата на понататъжния анализ. Това става като интересувания ни модул се постави на мястото на модула с нулев номер и се стартира тестването:

- модула е изправен ако светят всички светодиоди
- модула не работи правилно, когато има колонка от несветещи диоди от определен вход или изход до края
- когато един светодиод не свети, отказът е в него

Тестването на времезадаващите модули става на мястото където са монтирани.

Използваният принцип при разработката и конструирането на системата позволява лесно включване на нови действия и операции в съществуващия логическия план на машината, както и адаптиране ѝ към различни видове машини, след съответния избор на модули и програмиране на логическите зависимости. Целесъобразно е с такава система да се оборудва всеки производствен комплекс, при който спирането за диагностика и ремонт за съответен период, би довело до по-големи разходи от себестойността ѝ.

Литература:

- 1] Точи Р., Ласковски Л. "Микропроцесори и микрокомпютри", София, Техника, 1982г.
- 2] Левентал Л. "Въведение в микропроцесорите апаратно и програмно осигуряване, програмиране", София, Техника, 1982г.
- 3] Каталог на фирмата "Plasser & Theurer"



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

НЕВРОННА МРЕЖА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАРЯДА НА АКУМУЛАТОРИ

Сотир Н. Сотиров *
Георги А. Ненов **

* Университет “Проф. Д-р Асен Златаров”, Бургас
e-mail: ssotirov@btu.bg

** ВТУ “Тодор Каблешков”, София
e-mail: gnenov@vtu.acad.bg

Анотация

В статията е представен съвременен начин за управление на заряда на акумулатори посредством невронна мрежа - самообучаваща се електронна система, работеща на принципа на човешкия мозък. Реализираната структура използва алгоритъм “обратно разпространение” и управлява заряда на Ni-MH акумулатори. Представени са симулационни резултати от обучението на невронната мрежа.

Ключови думи: невронни мрежи, акумулатори

ВЪВЕДЕНИЕ

Невронната мрежа се състои от краен брой неврони (невронни клетки) [1], свързани по определен начин с конкретно функционално предназначение и осигуряващи изчислителна мощ и устойчивост на грешки. Благодарение на големия брой връзки между елементите си, невронната мрежа се подава на обучение, което се осъществява посредством настройка на тегловните коефициенти на връзките.

Основните зависимости при неврона (фиг. 1) се описват с уравненията

$$net = \sum_{i=1}^n X_i W_i \quad (1)$$

$$out = f(net) \quad (2)$$

$$out = f\left(\sum_{i=1}^n X_i W_i + b\right) \quad (3)$$

където X_i са сигналите на синапсите на неврона, W_i са тегловните коефициенти (теглата) на входовете, f е предавателната функция на неврона и b е общото отместване на входните сигнали [1]. В горните изрази и

фиг. 1 претеглената сума от входните сигнали е означена с net , а изходът на неврона – с out .

Предавателната функция f може да бъде различна, но най-често се използват линейната

$$a = purelin(n) = n \quad (4)$$

и логаритмично-сигмоидната

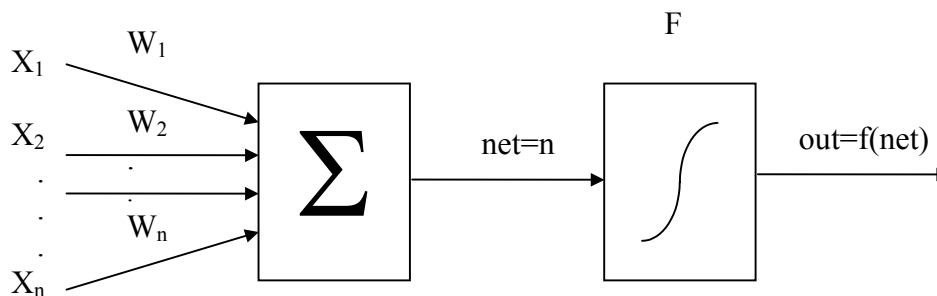
$$a = logsig(n) = 1/(1 + e^{-n}) \quad (5)$$

предавателни функции, при което a е изходният сигнал на неврона.

Един неврон не е достатъчен за извършване на сложни изчисления, поради което невроните обикновено се свързват в мрежи с няколко входа и няколко изхода. На фиг. 2 е показана трислойна невронна мрежа с R входа и S изхода. Изходът на тази мрежа се описва със зависимостта

$$\mathbf{a}^3 = \mathbf{f}^3(\mathbf{W}^3 \mathbf{f}^2(\mathbf{W}^2 \mathbf{f}^1(\mathbf{W}^1 \mathbf{P} + \mathbf{b}^1) + \mathbf{b}^2) + \mathbf{b}^3) \quad (6)$$

където \mathbf{P} е векторът на входните сигнали, \mathbf{W}^i



Фиг. 1

е матрицата на тегловните коефициенти, \mathbf{b}^i е векторът на отместванията, \mathbf{f}^i е векторът от предавателни функции за $i=1, 2, 3$, \mathbf{a}^3 е векторът на изходните сигнали, а горните индекси във формулата отговарят на номерата на слоевете.

Съществуват различни алгоритми за обучение на невронните мрежи. Използуваният в настоящата работа алгоритъм носи наименованието *обратно разпространение (back propagation)* поради начина на изчисление на грешката [4]. При него за неврон с M слоя важи уравнението

$$\mathbf{a}^{m+1} = \mathbf{f}^{m+1}(\mathbf{W}^{m+1}\mathbf{a}^m + \mathbf{b}^{m+1}) \quad (7)$$

за $m=0, 2, \dots, M-1$ и

$$\mathbf{a}^0 = \mathbf{p} \quad (8)$$

е началната точка за (7). Изходите на невроните в последния слой образуват вектора

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}^M \quad (9)$$

Следващата стъпка в алгоритъма е изчисляването на чувствителността \mathbf{S} на отделните слоеве, започвайки от последния слой, по формулата

$$\mathbf{S}^M = -2\mathbf{F}^M(\mathbf{n}^M)(\mathbf{t} - \mathbf{a}) \quad (10)$$

където \mathbf{S}^M е матрицата от чувствителностите на слоя M , \mathbf{F} е матрицата от предавателните функции, а \mathbf{t} е целта, която трябва да се постигне. При това

$$\mathbf{S}^m = \mathbf{F}^m(\mathbf{n}^m)(\mathbf{W}^{m+1})_t \mathbf{S}^{m+1}, \quad (11)$$

за $m=M-1, \dots, 2, 1$.

Произволните тегловни коефициенти и отмествания, зададени в началото на обучението на невронната мрежа, се произчисляват съгласно уравненията

$$\mathbf{W}^m(k+1) = \mathbf{W}^m(k) - \alpha \mathbf{S}^m(\mathbf{a}^{m-1})_t; \quad (12)$$

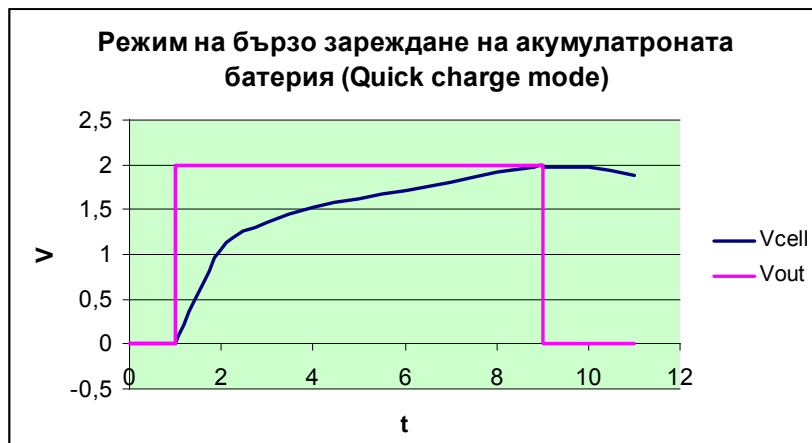
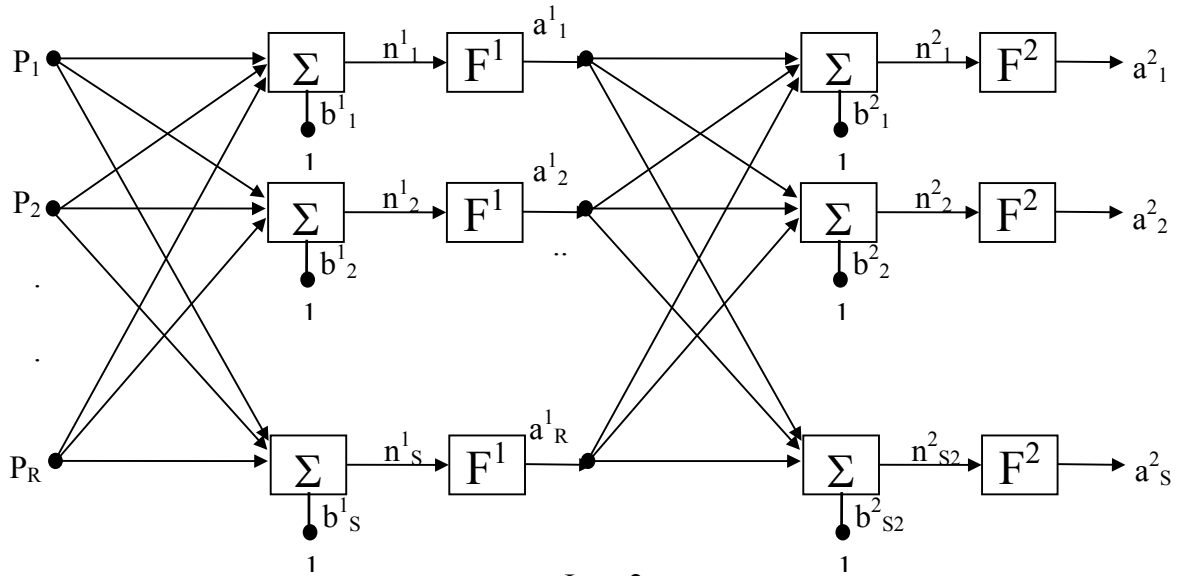
$$\mathbf{b}^m(k+1) = \mathbf{b}^m(k) - \alpha \mathbf{S}^m \quad (13)$$

ПАРАМЕТРИ ПРИ ЗАРЕЖДАНЕ НА АКУМУЛАТОРНИ БАТЕРИИ

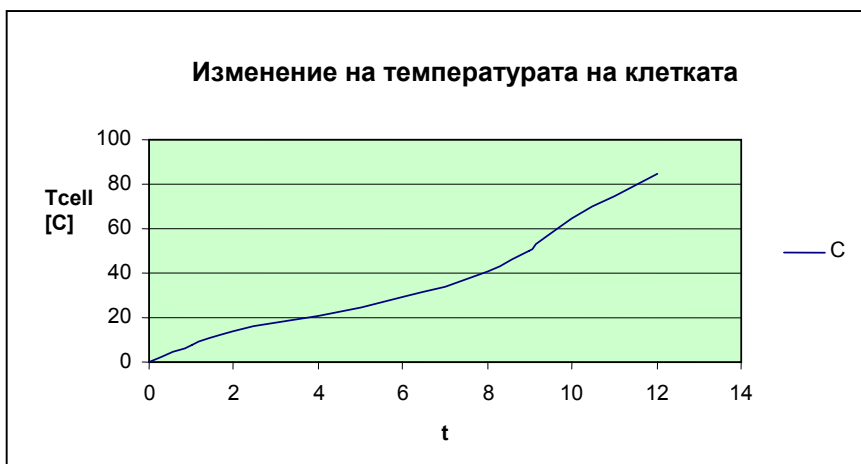
Използуването на акумулаторни батерии при задвижване на отговорни механизми, аварийно осветление и храняване, сигнални и охранителни системи, UPS-устройства и др. изисква осигуряването на тяхната постоянна готовност за работа. Особено често приложение в практиката намират никел-метал хидридните (Ni-MH) акумулаторни батерии, тъй като те имат широк температурен интервал на работа ($-50^0 \div +60^0$ C), неограничен срок на съхранение, кратък заряден цикъл и ниска цена [2].

При стандартния начин на зареждане Ni-MH акумулатори се използват две важни величини за следене на зарядния процес [3] - изменението на напрежението и температурата на клетката. От фиг. 3 се вижда, че напрежението на клетката V_{cell} нараства след подаване на зарядното напрежение V_{out} . След достигане на максималната стойност 2 V на V_{cell} то спада с около 0,8 V и това е сигнал за управляващото устройство за прекратяване на зареждането.

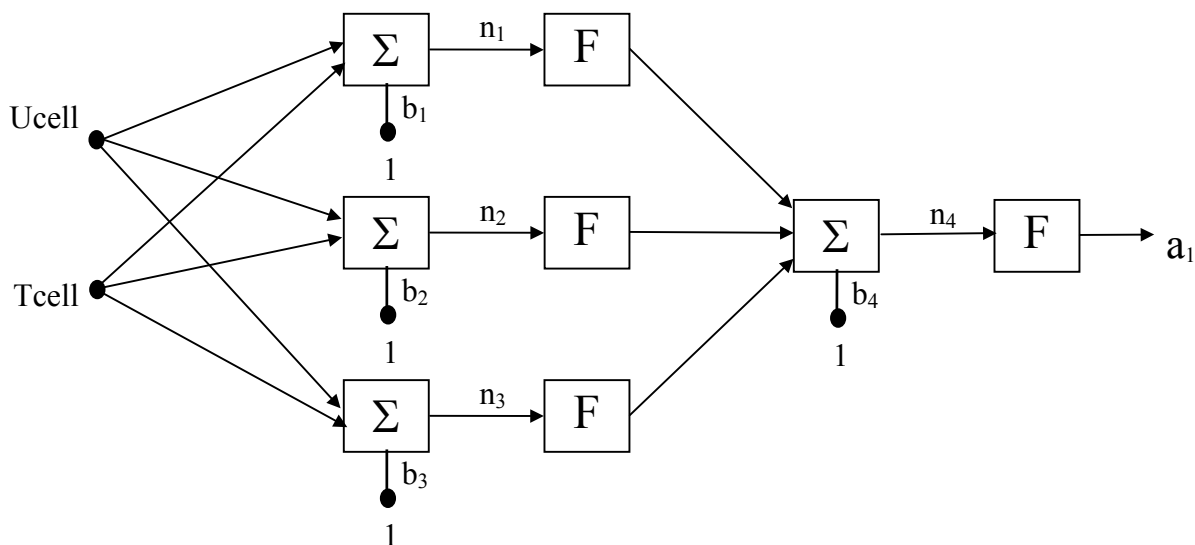
На фиг. 4 е показана графиката на изменение на температурата на клетката, която при достигане на стойност 60^0 C е също признак за завършено зареждане.



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

РЕАЛИЗАЦИЯ НА НЕВРОННАТА МРЕЖА

За управление на заряда на акумулатора посредством невронна мрежа е необходимо да се следват графиките от фиг. 3 и фиг. 4. Синтезираната за случая невронна мрежа е показана на фиг. 5. На двата ѝ входа се подават сигналите U_{cell} и T_{cell} , пропорционални съответно на напрежението и на температурата на акумулаторната клетка.

Обучението на невронната мрежа се извършва в среда MATLAB.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен е метод за управление на заряда на Ni-MH акумулаторни батерии посредством синтезирана за целта невронна мрежа.

За нейното обучение се използва принципът на обратното разпространение и по този начин се постига автоматизирано зареждане на акумулаторната батерия до удовлетворяване на изискванията за температура и напрежение на клетките ѝ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Гочев, "Компютърно зрение и невронни мрежи", Издание на Технически университет – София, 1998
2. Technical Manual Alcad Pocked Plate Ni-MH, www.alcad.com, 2001
3. Ni-Cd/Ni-MH Battery Charge, Nippon Precision Circuits Inc., Kotoku, Tokyo, www.npc.co.jp, 2001
4. M.T.Hagan, H.B.Demuth, M.Beale, "Neural Network Design", PWS Publishing Company, Boston, 1996



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЕТОД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАМЕТРИЧНИТЕ ОТКЛОНЕНИЯ НА ЕЛЕКТРОННИ УСТРОЙСТВА

Георги Д. Ненов, Борислав Др. Бояджиев*

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. “Гео Милев” №158

АНОТАЦИЯ

В работата се предлага метод за изследване на параметричните отклонения чрез имитационно или физическо моделиране при използване на оптимален експеримент. За да се осъществи изследване на параметричните отклонения, първо трябва да се извърши отсейване на несъществените фактори и след това да се определи типа на математическия модел. Въз основа на така получения модел може да се определи степента на влияние на отделните фактори върху изследваните параметри.

Ключови думи: математически модел, оптимален експеримент, дробни реплики, наситен план, коефициенти на регресия.

Електронните устройства се характеризират с множество от параметри, които отразяват съществените свойства. Най-често това са коефициентът на предаване, неравномерността на честотната характеристика, преходната характеристика и др. Чрез ограниченията върху основните параметри

се формира работната област.

Възможно е едновременно изследване на един или няколко параметъра (показателя) в зависимост от определен брой фактори (променливи). Матрицата на експеримента е показана чрез табл. 1.

Таблица 1.

Опит <i>и</i>	Фактори					Параметри			
	x_0	x_1	x_2	...	x_n	Y_1	y_2	...	y_m
0	0	0	0	...	0	y_{10}	y_{20}	...	y_{m0}
1	1	-1	1	...	-1	y_{11}	y_{21}	...	y_{m1}
2	1	1	-1	...	1	y_{12}	y_{22}	...	y_{m2}
...
<i>N</i>	1	1	-1	...	-1	y_{1N}	y_{2N}	...	y_{mN}

* Георги Димитров Ненов, проф. д-р инж.; Борислав Драганов Бояджиев, гл. ас. инж. ВТУ "Т. Каблешков", София, ул "Г. Милев", No 158

Променливите x_i ($i = \overline{1, n}$) са нормирани, за да се улеснят изчисленията и анализа. За целта се използва зависимостта

$$x_i = \frac{z_i - z_{iосн}}{\Delta z_i}, \quad (1)$$

където

z_i са действителните променливи, а

Δz_i – техните изменения;

$z_{iосн}$ – основните нива на действителните променливи, които съответстват на $x_i = 0$.

Променливата x_0 е фиктивна и се използва само за изчисления.

Матрицата се формира главно чрез дробни реплики или по специални наситени планове, за да се обхванат повече променливи [1,2].

Съкращаването на броя на променливите (отсейването на променливите) се извършва чрез априорната информация и като се използва принципът на Парето.

При n променливи са необходими $N \geq n + 1$ опита за съставянето на линеен модел и за проверка на значимостта на коефициентите на регресия.

Най-простият линеен модел за съответния показател y_j ($j = \overline{1, m}$) е

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i. \quad (2)$$

Коефициентите на регресия b_i се определят чрез формулата

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{i,u} \cdot y_u}{N}; \quad (i = \overline{0, n}). \quad (3)$$

Изразите (2) и (3) се прилагат отделно за всеки показател, като за y_u се използва съответната колонка на y_j ($j = \overline{1, m}$).

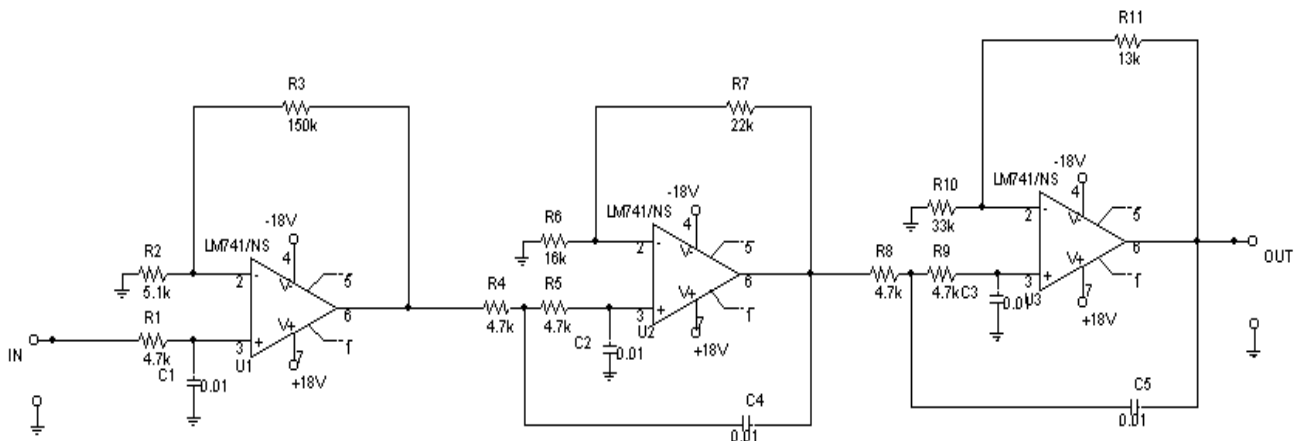
В резултат на изчисленията се получават m на брой линейни модели. Чрез тях се описва изследваната област и може да се определи съответна работна област при зададени ограничения за показателите.

Всеки модел (2) дава възможност да се установи влиянието на отделните променливи чрез коефициентите пред тях. От значение са стойностите и знаците. По този начин се изясняват задълбочено и количествено процесите в електронните устройства, улеснява се регулирането с цел да се установи най-благоприятния режим на работа и да се направи най-добрия избор на толерансите на градивните елементи.

Изчисляването на екстремалните стойности е бързо и лесно чрез заместване на нормираните променливи със съответна стойност 1 или -1. Тази проверка е важна за определянето на работната област и за защитата срещу постепенни откази.

Предложеният метод беше използван за изследване на нискочестотен активен филтър от пети ред с равновълнова характеристика (фиг. 1), съставен от едно звено от първи и две звена от втори ред, свързани верижно.

Нормираните променливи са:



Фиг. 1.

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \frac{R_1 - 4700}{235}; x_2 = \frac{C_1 - 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-10}}; \\
 x_3 &= \frac{R_4 - 4700}{235}; x_4 = \frac{R_5 - 4700}{235}; \\
 x_5 &= \frac{C_2 - 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-10}}; x_6 = \frac{C_4 - 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-10}}; \\
 x_7 &= \frac{R_8 - 4700}{235}; x_8 = \frac{R_9 - 4700}{235}; \\
 x_9 &= \frac{C_6 - 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-10}}; x_{10} = \frac{C_5 - 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-10}}.
 \end{aligned} \quad (4)$$

Матрицата на планирането е дадена чрез табл. 2.

тите на регресия с техните числени стойности.

Математическият модел има следния вид:

$$\begin{aligned}
 f_h &= 3304,95 - 57,66 \cdot x_1 - 46,21 \cdot x_2 + \\
 &+ 0,44 \cdot x_3 - 147,17 \cdot x_4 - 158,61 \cdot x_5 + \\
 &+ 86,31 \cdot x_6 - 4,37 \cdot x_7 - 18,55 \cdot x_8 - \\
 &- 51,94 \cdot x_9 - 15,12 \cdot x_{10}
 \end{aligned} \quad (5)$$

Коефициентът b_0 се отличава от стойността на $f_h = 3371,68 \text{ Hz}$ с по-малко от 2%. Коефициентите b_3 и b_7 имат малки стойности и показват сравнително слабото влияние на резисторите R_4 и R_8 върху из-

Таблица 2.

№	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	f_h
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3371,68
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	3436,3
2	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	3061,92
3	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	3157,57
4	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	3434,03
5	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	2872,41
6	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	3346,65
7	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	3409,33
8	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	3048,45
9	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	3120,53
10	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	3332,43
11	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	3704,59
12	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3735,22
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	
	3304,95	-57,66	-46,21	0,44	-147,17	-158,61	86,31	-4,37	-18,55	-51,94	-15,12	

Стойностите на елементите в схемата са определени при ориентировъчно изчисление и при толеранси 65%, горна гранична честота $f_h = 3400 \text{ Hz}$ и коефициент на предаване $K=100$.

Изследването е извършено чрез програмния продукт PSpice. Нулевият опит е при основните нива на променливите. Следващите дванадесет опита съставляват наситен план на Плакет-Берман [1]. На последните два реда са дадени коефициен-

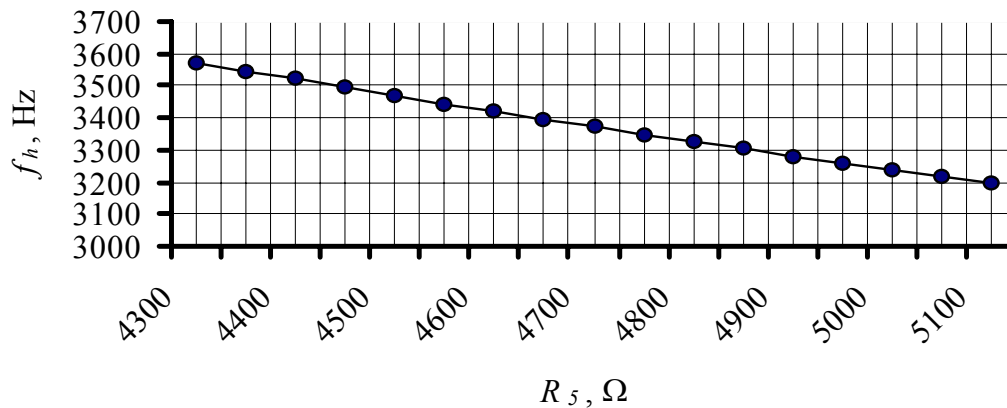
менението на граничната честота. Това влияние е най-силно при b_4 и b_5 , които съответстват на R_5 и C_2 . Следващите елементи по степен на влияние са: R_1 , C_1 , C_4 и C_6 .

Максималните и минималните стойности на граничната честота, изчислени чрез експерименталния математически модел и чрез PSpice са дадени в табл. 3.

Съпоставянето на данните от табл. 3 и на b_0 със стойността на f_h при нулевия експеримент дава достатъчно основание за

Таблица 3.

$f_h, \text{ Hz}$	Експеримент	PSpice	$\Delta f_h, \text{ Hz}$	$\Delta f_h, \%$
$f_{h \min}$	2718,579	2607,18	111,399	4,27
$f_{h \max}$	3891,326	3624,95	266,376	7,35



Фиг. 2.

използването на математическия модел във връзка с направените изводи за влиянието на променливите.

От табл.2 се получава информация за най-добро приближение до зададената гранична честота $f_h = 3400 \text{ Hz}$ в опитите с номер 1, 4 и 7. Тя е полезна за регулирането и за избора на толеранси на елементите.

Коефициентите b_4 и b_5 показват най-силно влияние съответно на резистора R_5 и кондензатора C_2 . Това дава основание да се използва R_5 за регулиране (настройване) на филтъра чрез един елемент. На фиг. 2 е показана характеристиката на регулиране. От нея се вижда, че е възможна реализация на R_5 с последователно включване на резистор с постоянна стойност $4,3 \text{ k}\Omega$ и полупроменлив резистор – 470Ω .

Влиянието на резисторите $R_2, R_3, R_6, R_7, R_{10}$ и R_{11} не се взема под внимание, тъй като обратните връзки, реализирани чрез тях, са

честотнонезависими и служат за определяне на усилването от отделните звена на филтъра.

Предложеният метод може да намери приложение в двата етапа на разработването на електронни устройства: синтеза и експерименталното изследване. Той спестява време и доставя полезна информация.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Барабашук, В. И., Б. П. Креденцер, В. И. Мирошниченко. Планирование эксперимента в технике. Киев, Техника, 1984.
- [2]. Ненов Г. Д. Моделиране и оптимизиране на радиотехнически вериги и устройства. София, Техника, 1977.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПЕРЕДАЧА ОБСЛУЖИВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ АТМ

Оксана Н. Ромашкова

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ),
Москва, ул. Образцова, 15, Россия, e-mail: oksankin@mtu-net.ru

Резюме. Для поддержания подвижности абонентов в беспроводных сетях АТМ важно реализовать быструю и непрерывную передачу обслуживания при переходе абонента из одной соты в другую. В работе производится оценка времени занятия виртуального канала в беспроводной сети АТМ, а также сравнение нескольких схем управления передачей обслуживания соединения.

Одно из направлений развития систем широкополосного беспроводного доступа связывается с технологией АТМ. Более конкретно, в 1992 г. Д. Райчаудхури и Н. Уилсон предложили концепцию беспроводной АТМ – WATM (Wireless ATM) [1].

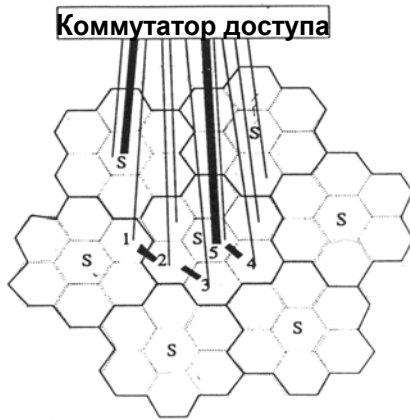
По замыслу авторов, эта концепция может занять важное место среди беспроводных сетей связи следующего поколения как средство поддержки широкополосных услуг мультимедиа. Это предложение мотивировалось распространением проводных Ш-ЦСИО с использованием коммутационной технологии АТМ в качестве основы таких сетей. В частности, протокол сигнализации в сети АТМ (рекомендация МСС Q.293.1), обеспечивающий управление установлением соединений с гарантиями качества обслуживания, легко распространяется на подвижные системы связи и может стать основой при организации процессов контроля за положением подвижного абонента и управления передачей его соединения из одной соты в другую. Концепция WATM

позволяет организовать широкополосную беспроводную связь для различных терминалов через стандартные прикладные программные интерфейсы (API-Applied Program Interface). Радиодоступ WATM содержит четыре уровня: физический уровень, уровень управления доступом к среде, уровень канала, уровень управления беспроводной связью. Технология беспроводных сетей АТМ в настоящее время находится на этапе стандартизации, сервисных испытаний и первых продуктов.

Для поддержки мобильности в беспроводных сетях АТМ важна быстрая и непрерывная передача ячеек. Из-за очень высокой скорости передачи даже кратковременное прерывание соединения приводит к потерям значительного количества информации. В перспективных сотовых сетях связи с увеличением плотности подвижных абонентов радиусы сот в сети будут уменьшаться. Это приведет к возрастанию частоты передач соединения из соты в соту. Управление и обработка передач может стать узким местом, если не применять централизованных алгоритмов управления.

Оксана Николаевна Ромашкова, кандидат технических наук, доцент, кафедра радиотехники и электросвязи Московского государственного университета путей сообщения, Россия, Москва, ул. Образцова, 15.

В работе [2] предложена схема управления передачей обслуживания (рис. 1), где некоторые соты определены как соты перемаршрутизации, а остальные - как обычные соты.



ПВК КВК
S: соты перемаршрутизации

Рис. 1

Базовая станция каждой соты соединена с соседними базовыми станциями «постоянными» виртуальными каналами (ПВК). Базовые станции обычных сот соединены со своим местным коммутатором доступа (КД) только коммутируемыми виртуальными каналами (КВК). Базовая станция соты перемаршрутизации связана со своим КД как через КВК, так и через ПВК. ПВК используются только для обслуживания переданных соединений. Семь сот объединены в кластер. Центральная сота определяется как сота перемаршрутизации. Каждый подвижный терминал имеет счетчик передач и определенный системный параметр r . Каждый раз, когда подвижный терминал совершает передачу обслуживания соединения, счетчик увеличивает показание на 1. Каждый раз, когда соединительный путь нагрузки изменяется (перемаршрутизируется), счетчик сбрасывается в 0. Если подвижный абонент попадает в соту перемаршрутизации, его соединительный путь немедленно переводится в соту перемаршрутизации. Если подвижный абонент попадает в обычную соту, и счетчик передач показывает меньшее значение, чем системный параметр r , соединительный путь просто удлинняется на ПВК между текущей и новой сотами. Если показание счетчика равно r , соединительный путь будет переведен в новую соту через соту перемаршрутизации данного кластера.

Параметр r позволяет ограничивать число участков, на которое может быть удлинен путь нагрузки.

Оценим теперь характеристики рассмотренной схемы.

Для упрощения расчетов будем рассматривать только непрерывные соединения. Сделаем следующие допущения:

1) Время обслуживания соединения T_M имеет показательное распределение со средним значением $1/\mu_M$.

2) Вызовы, поступающие в соту, распределены по пуассоновскому закону с параметром λ_0 .

3) Интервал времени R , в течение которого подвижный терминал находится в соте, называемый временем пребывания в соте, имеет показательное распределение, причем времена пребывания в сотах $R^{(1)}, R^{(2)}, \dots$, последовательно регистрируемые при перемещении подвижного терминала, независимы.

Когда подвижный терминал попадает в соту, он занимает ВК, соединяющий базовую станцию с КД или с базовой станцией соседней соты. ВК может освободиться в трех случаях:

1) соединение закончено естественно;

2) соединение закончено принудительно из-за блокировки передачи обслуживания в соседнюю соту;

3) соединительный путь перемаршрутизирован на другой ВК при i -ой передаче. Допустим, что интервал времени с момента, когда ВК был занят подвижным терминалом до момента, когда ВК освободился (в любом из трех вышеописанных случаев), равен T_k . Определим среднее значение этой случайной величины.

Рассмотрим сначала только случаи 2 и 3. Это значит, что соединение не будет естественно закончено, пока подвижный терминал предпринимает попытку k -ой передачи. Пусть p_f - вероятность того, что вызов будет блокирован из-за недоступности ПВК, когда подвижный терминал попытался осуществить передачу обслуживания в соседнюю соту. Пусть Q_k - время занятия ВК при данных соображениях, а n - число сот, которые пересек подвижный терминал в течение интервала занятия ВК. Для $k = 1$ имеем $p(n = 1) = 1$, а для $k > 1$ находим

$$P(n = 1) = p_f$$

$$P(n = 2) = (1 - p_f) p_f$$

...

$$P(n = k - 1) = (1 - p_f)^{k-2} p_f$$

$$P(n=k) = (1-p_f)^{k-1}.$$

Обозначим производящую функцию переменной n как $N_k[z]$ и получим выражение

$$N_k[z] = \sum_{i=1}^k z^i P(n=i) = \frac{p_f z + z^k (1-p_f)^k (1-z)}{1-(1-p_f)z} \quad (1)$$

Пусть $Q_k^*(s)$ - преобразование Лапласа $F_{Q_k}(t)$ функции распределения величины Q_k . Так как случайная величина Q_k представляет собой сумму одинаково распределенных независимых случайных величин R , мы можем записать

$$Q_k^*(s) = N_k[R^*(s)] \quad (2)$$

где $R^*(s)$ - преобразование Лапласа функции распределения $F_R(t)$ величины R .

Функция распределения T_k может быть определена, как вероятность того, что наименьшая из величин Q_k и T_M не превысит порогового значения t :

$$F_{T_k}(t) = P(\min(Q_k, T_M) \leq t) \quad (3)$$

Поскольку время обслуживания соединения распределено по экспоненциальному закону, мы имеем

$$P(T_M \leq t) = 1 - e^{-\mu_M t}. \quad (4)$$

Тогда,

$$\begin{aligned} F_{T_k}(t) &= F_{Q_k}(t) + (1 - F_{Q_k}(t))F_{T_M}(t) = \\ &= F_{Q_k}(t) + (1 - F_{Q_k}(t))(1 - e^{-\mu_M t}) \end{aligned} \quad (5)$$

Опуская ряд математических преобразований, приведем выражение для среднего значения T_k :

$$E[T_k] = -\frac{d}{ds} T_k^*(s) \Big|_{s=0} = \frac{1 - \left[\frac{\mu_R(1-p_f)}{\mu_M + \mu_R} \right]^k}{\mu_M + p_f \mu_R}. \quad (6)$$

Таким образом, при различных значениях параметров распределений длительности соединения и времени пребывания подвижного терминала в соте, можно получить зависимость времени занятия виртуального канала от вероятности блокировки переданного соединения.

Определим следующие переменные:

N_1 - требуемое число ПВК, соединяющих обычную соту с одной из обычных соседних сот.

N_2 - требуемое число ПВК, соединяющих обычную соту с сотой перемаршрутизации этого же кластера.

N_3 - требуемое число ПВК, соединяющих соту перемаршрутизации с КД.

N_4 - требуемое число КВК, соединяющих соту с КД.

λ_{h1} - интенсивность поступления соединений, передаваемых из одной обычной соты в другую обычную соту, которые требуют соединений двух сот по ПВК.

λ_{h2} - интенсивность поступления соединений, передаваемых в обычную соту, которые требуют соединений по ПВК обычной соты с сотой перемаршрутизации данного кластера.

λ_{h3} - интенсивность поступления соединений, требующих соединений по ПВК соты перемаршрутизации с КД.

Выведем интенсивность поступления требований на передачу соединений. Пусть p_i - вероятность того, что соединение сделает по крайней мере i запросов передачи. Тогда получим

$$p_i = (1-p_f)^{i-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^i. \quad (7)$$

Общая интенсивность поступления требований на передачу соединений в соту λ_h , равна

$$\lambda_0(1-p_0) \sum_{i=1}^{\infty} (1-p_f)^{i-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^i = \frac{\lambda_0 \mu_R (1-p_0)}{\mu_R p_f + \mu_M}. \quad (8)$$

Будем подразделять переданные соединения на два типа: растянутые соединения, требующие продления соединительных путей с применением ПВК для соединения текущей и новой сот, и перемаршрутизированные соединения, требующие, чтобы соединение было переведено в новую соту через соту перемаршрутизации данного кластера. Разделим перемаршрутизированную передачу на два типа: раннюю перемаршрутизированную передачу, когда подвижный терминал входит в соту перемаршрутизации при показании счетчика передач, меньшем, чем системный параметр r ; и нормальную перемаршрутизированную передачу, когда показание счетчика передач равно параметру системы r . Определим q_i как вероятность того, что подвижный терминал сделает точно i передач в течение соединения. Выражение для q_i получается в следующем виде:

$$q_i = (1-p_f)^{i-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^i \left[1 - \frac{\mu_R(1-p_f)}{\mu_R + \mu_M} \right]. \quad (9)$$

Рассмотрим подвижный терминал, посылающий вызов в соте. Среднее число

передач n , которые подвижный терминал может сделать в течение его соединения, составляет

$$n = \sum_{i=1}^{\infty} i q_i = \sum_{i=1}^{\infty} (1-p_f)^{i-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^i = \frac{\mu_R}{\mu_R p_f + \mu_M} \quad (10)$$

Рассмотрим подвижный терминал, никогда не попадающий в соту перемаршрутизации в течение своего соединения. Это означает, что ранних перемаршрутизированных передач с ним не происходило. Обозначим для этого случая среднее число нормальных перемаршрутизированных передач через n_1 , а среднее число растянутых передач через n_2 . Тогда, r -ая, $(2r)$ -ая, ..., (kr) -ая передачи (k - положительное целое число) являются нормальными перемаршрутизированными передачами. Следовательно

$$n_1 = \sum_{i=1}^{\infty} (1-p_f)^{ir-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^{ir} = \frac{(1-p_f)^{r-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^r}{1 - (1-p_f)^r \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^r} \quad (11)$$

и

$$n_2 = \sum_{i=1}^{\infty} (1-p_f)^{i-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R p_f + \mu_M} \right)^i - n_1 = \frac{\mu_R}{\mu_R p_f + \mu_M} - \frac{(1-p_f)^{r-1} \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^r}{1 - (1-p_f)^r \left(\frac{\mu_R}{\mu_R + \mu_M} \right)^r} \quad (12)$$

Теперь рассмотрим подвижный терминал, попадавший в соту перемаршрутизации только во время $(kr+i)$ -ой передачи, где k и i - положительные целые числа и $1 \leq i \leq r-1$. Для этого случая обозначим среднее число нормальных перемаршрутизированных передач n'_1 и среднее число растянутых передач - n'_2 . Очевидно, r -ая, $(2r)$ -ая, ..., (kr) -ая передачи и $(kr+i+r)$ -ая, $(kr+i+2r)$ -ая, ... передачи - нормальные перемаршрутизированные передачи. В результате были получены выражения, показывающие, что $n'_1 \leq n_1$ и $n'_2 \leq n_2$.

Рассмотрим кластер в целом. Средняя интенсивность нормальных перемаршрутизированных передач и растянутых передач для всех соединений, инициированных в кластере, равны $7\lambda_0 (1-p_0)n'_1$ и $7\lambda_0 (1-p_0)n'_2$, соответственно.

Теперь рассмотрим интенсивность поступления передач в кластер. Определим λ'_1 и λ'_2 как средние интенсивности

поступления нормальных перемаршрутизированных передач и растянутых передач из обычной соседней соты, соответственно. Средняя интенсивность нормальных перемаршрутизированных передач в кластер $30\lambda'_1 + 6\lambda'_2$, где первый член - интенсивность поступлений в 6 обычных сот, а второй член - интенсивность поступлений в соту перемаршрутизации.

Если система находится в установившемся режиме, интенсивность поступления нормальных перемаршрутизированных передач в кластер должна быть равна интенсивности таких передач, осуществляемых соединениями, начатыми в пределах кластера.

Таким образом, имеем выражения

$$36\lambda'_1 = 7\lambda_0(1-p_0)n'_1 \leq 7\lambda_0(1-p_0)n_1$$

или

$$\lambda'_1 \leq \frac{7}{36} \lambda_0(1-p_0)n_1,$$

которые будут использованы как верхняя граница λ'_1 .

Подобным образом, среднее значение общей интенсивности поступления растянутых передач в кластер равно $\lambda_h + 30\lambda'_2$, где первый член - растянутые передачи из соты перемаршрутизации в соседние соты, а второй член - растянутые передачи из обычных сот в обычные соты. Получаем выражение $\lambda'_2 \leq \frac{1}{5} \lambda_h - \frac{7}{30} \lambda_0(1-p_0)$, которое будет использовано для определения верхней границы λ'_2 . Согласно определению, имеем $\lambda_{h1} = \lambda'_2$.

Интенсивность поступления передач соединений, которые запрашивают соединения по ПВК от обычной соты к сотам перемаршрутизации, состоит из двух компонентов: переданные соединения, поступающие из соты перемаршрутизации со средней интенсивностью поступления $\lambda_h/6$, и перемаршрутизированные передачи от обычных соседних сот со средней интенсивностью поступления $5\lambda'_1$. Таким образом, получаем

$$\lambda_{h2} = \lambda_h/6 + 5\lambda'_1 \quad (13)$$

Верхняя граница значения интенсивности передач, требующих соединений по ПВК между сотой перемаршрутизации и коммутатором доступа, выражается в виде

$$\lambda_{h3} = \lambda_h + 30\lambda'_1 \quad (14)$$

Здесь мы даем верхнюю границу для требуемого числа КВК N_s . Она равна

$$N_s = \lambda_0 (1-p_0) E[T_s] \quad (15)$$

Рассмотрим обычную соту. Требуемое число ПВК, соединяющих с обычной соседней сотой N_l , может быть получено из следующего выражения

$$P_f = \frac{(\lambda_{h1} E[T_{r-1}])^{N_1} / N_1!}{\sum_{n=0}^{N_1} (\lambda_{h1} E[T_{r-1}])^n / n!}. \quad (16)$$

Из выражения (16), можно получить верхнюю границу N_1 , которая соответствует вероятности блокировки передаваемых соединений P_f .

Для определения N_2 - числа ПВК, соединяющих обычную соту с сотой перемаршрутизации в этом же кластере используем выражение

$$P_f = \frac{(\lambda_{h2} E[T_r])^{N_2} / N_2!}{\sum_{n=0}^{N_2} (\lambda_{h2} E[T_r])^n / n!}. \quad (17)$$

Для определения требуемого числа ПВК, соединяющих соту перемаршрутизации с КД имеем

$$P_f = \frac{(\lambda_{h3} E[T_r])^{N_3} / N_3!}{\sum_{n=0}^{N_3} (\lambda_{h3} E[T_r])^n / n!}. \quad (18)$$

Приведем некоторые численные результаты, полученные для интенсивности поступления новых вызовов - 11,9 выз/мин на соту, среднего времени занятия - 2 мин, вероятности блокировки нового вызова - 1% и вероятности блокировки переданного соединения - 0,1 %. В табл. 1 даны значения требуемого числа КВК между базовой станцией и КД на плоскости в зависимости от времени пребывания абонента в соте для различных значений параметра r .

Единица измерения времени пребывания в соте - одна минута. Можно видеть, что когда среднее время пребывания в соте мало, что означает высокую частоту передач соединения, с уменьшением параметра r уменьшается требуемое число КВК. Это объясняется тем, что когда время пребывания в соте мало, число передач с большой вероятностью превышает r , т.е. перемаршрутизация более вероятна, и это ведет к сокращению времени занятия КВК.

Таблица 1
Требуемое число КВК на соту для соединения с КД

R(мин)	r=2	r=4	r=6	r=∞
0.1	2	4	6	24
1	13	18	21	24
2	18	22	23	24
3	19	23	24	24
4	21	24	24	24
5	22	24	24	24
6	22	24	24	24
7	22	24	24	24
8	23	24	24	24
9	23	24	24	24
10	23	24	24	24

При фиксированном времени пребывания в соте с увеличением r увеличивается время занятия КВК, поэтому число требуемых КВК растёт. Когда время пребывания в соте намного больше среднего времени занятия, можно видеть, что для $r = 6$, требуемое число КВК - то же самое, как и для r , равного бесконечности. Это объясняется тем, что почти все соединения будут закончены естественно прежде, чем подвижный абонент сделает более 6 передач соединения.

В табл. 2 представлены значения требуемого числа ПВК в обычной соте для соединения с одной из обычных соседних сот в зависимости от времени пребывания абонента в соте. Можно видеть, что с увеличением r требуемое число ПВК увеличивается, а с увеличением времени пребывания в соте требуемое число ПВК уменьшается. Это происходит потому, что когда время пребывания абонента в соте возрастает, частота передач соединения уменьшается, и таким образом интенсивность возникновения растянутых передач соединения существенно уменьшается. Поэтому даже хотя время занятия ПВК увеличивается с увеличением времени пребывания абонента в соте, требуемое число ПВК будет уменьшаться. Подобным образом, с увеличением r интенсивность растянутых передач увеличивается, и время занятости ПВК растёт так же, как и требуемое число ПВК.

Таблица 2
Требуемое число ПВК для обычной соты, соединяющейся с обычной соседней сотой

R(мин)	r=2	r=4	r=6
0.1	60	110	150
1	46	72	80
2	42	54	60
3	40	48	48
4	38	44	44
5	32	38	38
6	30	38	38
7	30	30	30
8	30	30	30
9	28	30	30
10	28	30	30

В табл. 3 приведено требуемое число ПВК каждой обычной соты, соединяющейся с сотой перемаршрутизации в этом же кластере в зависимости от времени пребывания подвижного терминала в соте. Можно видеть, что с увеличением времени пребывания в соте, число требуемых ПВК уменьшается. Это происходит потому, что с увеличением

времени пребывания подвижного терминала в соте интенсивность поступления переданных соединений быстро уменьшается; поэтому даже при том, что время занятости ВК увеличивается, требуемое число ПВК все равно уменьшается.

Когда время пребывания в соте очень мало, требуемое число ПВК увеличивается с ростом r . Это происходит потому, что для малого времени пребывания, увеличение времени занятости канала за счет увеличения r становится преобладающим. С другой стороны, когда время пребывания в соте большое, требуемое число ПВК уменьшается с увеличением r . Это является следствием того, что для большого времени пребывания в соте увеличение интенсивности поступления переданных соединений с уменьшением r преобладает.

Таблица 3
Требуемое число ПВК для обычной соты, соединенной с сотой перемаршрутизации своего кластера

R (мин)	$r=2$	$r=4$	$r=6$
0.1	41	48	52
1	26	20	19
2	18	14	12
3	16	10	10
4	12	9	8
5	11	8	8
6	10	8	8
7	10	8	7
8	9	7	7
9	9	7	7
10	8	7	7

В табл. 4 показано требуемое число ПВК в соте перемаршрутизации, соединяющейся с КД в зависимости от времени пребывания подвижного терминала в соте для различных значений параметра системы r . ПВК используются для двух типов передаваемых соединений: первый тип - когда передача соединений происходит через соту перемаршрутизации; а второй тип - когда передаваемые соединения поступают в обычную соту в том же самом кластере и требуют перемаршрутизации. Можно видеть, что с увеличением времени пребывания в соте, требуемое количество ПВК уменьшается. Опять-таки, это происходит потому, что интенсивность поступления переданных соединений уменьшается быстрее, чем возрастает время занятия ВК.

Таблица 4
Требуемое число ПВК для каждой соты перемаршрутизации, соединяющейся с КД

R(мин)	$r=2$	$r=4$	$r=6$
0.1	180	215	245
1	100	80	70
2	75	50	40
3	50	40	35
4	45	30	30
5	40	27	27
6	35	25	25
7	25	20	20
8	20	15	15
9	20	12	12
10	20	12	12

Можно также видеть, что когда время пребывания в соте очень мало, при увеличении r требуемое число ПВК увеличивается, а когда время пребывания в соте велико (больше, чем 0.5 мин), чем больше r , тем меньшее число требуемых ПВК. Это происходит потому, что для малого времени пребывания в соте с увеличением r время занятия ВК быстро увеличивается. Поэтому даже при том, что интенсивность поступления второго типа переданных соединений уменьшается, общее количество требуемых ПВК все равно увеличивается.

Для большого времени пребывания в соте влияние r на время занятия ВК намного меньше, так что если интенсивность поступления второго типа переданных соединений уменьшается, требуемое число ПВК уменьшается.

Сравним описанные схемы управления передачей обслуживания со схемами, основанными на ДВС и ПВК. Предположим, что имеются 49 сот на плоскости. Остальные параметры - те же самые, что и для описанного случая. В табл. 5 показаны результаты сравнения. Можно видеть, что описанная выше схема требует меньшего количества ВК, чем две другие схемы.

Таблица 5
Требуемое число виртуальных каналов при различных схемах управления

	КВК	ПВК1	ПВК2	Всего
$r=2$	18	10	50	78
$r=4$	22	7	57	86
$r=6$	23	6	62	91
$r=\infty$	24	0	72	96
ДВС	1155	0	0	1155

Используя для переданных соединений ПВК, можно гарантировать, что процесс

передачи соединения будет надежным и безразрывным. Кроме того, используя перемаршрутизацию, можно значительно повысить эффективность использования путей. Надлежащий выбор параметра r , ограничивающего число участков, позволяет обрабатывать большинство передаваемых соединений базовыми станциями с применением ПВК, в результате чего дополнительная нагрузка по обработке частых передач может быть снижена. Разработана аналитическая модель для расчета требуемого числа ВК в представленной схеме. Показано, что такая схема требует меньшего количества ВК, чем схемы ДВП и расширения соединений.

Литература

- [1] Raychaudhuri D. Wireless ATM networks: technology status and future directions. – Proc. of the IEEE, 1999, v.87, №10. – P.1790 – 1806.
- [2] Chan K.S., Chan S., Wong E.W.M., Chau W.N. An efficient handoff management scheme for mobile wireless ATM networks. 11th - ITC, 1998. - P. 166-175.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Подемно-транспортни машини

Разполага с два стенда - стенд кранова количка и стенд мостов кран.

Те са оборудвани с тензометрична и измервателна апаратура, като получените данни се обработват на персонален компютър.

Измервателната и регистриращата апаратура позволяват да се наблюдават процесите при работата на подемно транспортните машини.

Mechanical Handling Machines

There is two stands available: crane trolley and overhead crane. They are equipped with tensometric and measurement apparatuses as the obtained data is computer-processed.

The measurement and registering apparatuses give a possibility to examine the processes with operation of mechanical handling machines



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

STUDY ON INTEGRATED TELECOMMUNICATION SYSTEM OF MACEDONIAN RAILWAYS

Dr.B.Popovski, Mr.A.Risteski, Dr.T.Ulcar-Stavrova, B.Spasenovski
Faculty of Electrical Engineering – Skopje, R. Macedonia

R.Trajcevski, P.Spasovski
Macedonian Railways – Skopje, R. Macedonia

Abstract

Macedonian Railways has started a process of modernization its information and communication facilities. Within this process, which is financed by the loan from the World Bank, an integrated telecommunication system is planned to be build. The Study on integrated telecommunication system should help Macedonian Railways to choose appropriate transmission medium, transport technology and network topology. Employing state of the art technology would result in a robust telecommunication system that would improve the functioning of the company. Such system will enable fast and secure information transfer, needed for modernization of the services offered by Macedonian Railways.

1. Goal of the Study

The goal of the Study was to offer the most appropriate solution for the telecommunication system, which will integrate all company's subsystems:

- Radio-dispatching system
- Information system
- System for Central Traffic Control
- System for Central Traction Control
- Telephone switches

The Study has proposed solutions for:

- transmission medium
- transmission technology
- topology of the transport network
- technology and topology of the access network

The final goal is to build a telecommunication system that will address all present and envisioned future communication needs of Macedonian Railways. Additionally, the telecommunication system will possess extra capacity available for leasing.

2. Transmission medium

Characteristics of a telecommunication infrastructure deeply depend on the choice of a transmission medium. The rapid growth of telecommunication services and applications causes increase of information bit rates. Due to this, when choosing a transmission medium, its high transmission capacity must be a primary criterion. The transmission medium with high capacity should meet successfully all the present and future, highly unpredictable, communication requirements. Considering the fact that the goal of the study is a backbone network, a high capacity transmission medium seems to be an imperative solution. Another important criterion is the need for coexistence of the transmission medium within the present Macedonian Railways' infrastructure. It should be immune to all undesired anomalies and should provide robust and uninterrupted communication. Additionally, the transmission medium should be easy to build in the present infrastructure. It is commonly agreed that the optical fibers meet almost all criteria posed in front of a transmission medium needed for building a backbone transport network. Therefore, the integral telecommunication system of Macedonian Railways will be based on optical transmission medium.

Two kinds of optical cables are planned for installation: All Dielectric Self-Supporting Cables (ADSS) and buried cable. ADSS cable

should be designed for aerial installation on existing catenary poles and structures along the electrified railway. Buried cable should be installed where electrified railway with catenary poles and structures do not exist. The buried cable shall be all dielectric and suitable for blow-in installation in flexible smooth wall conduit. Both ADSS and buried cable should contain 30 fibers.

3. Transport technology

Standard transport technology used for signal transmission over optical fibers is SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Some of the basic features and advantages of SDH are: high bit-rates (over 40 Gbit/s), defined Telecommunication Management Network (TMN), high availability and reliability, compatibility, compact design and etc.

4. Network Description

Optical backbone network is planned to be along the two main corridors: Corridor 8, connecting Albania and Bulgaria through Gostivar, Skopje and Kumanovo, and Corridor 10, connecting Yugoslavia and Greece through Kumanovo, Skopje and Gevgelija, as shown on Figure 1.

The topology of the Telecommunication Network, consisting of Backbone and Access Network and planned for realization in the short term, is shown on Figure 2.

The Backbone Transmission Network is planned to operate at STM-1 level (155 Mbit/s) using state of the art SDH Transmission Technology. The Backbone Network is envisaged to consist of a full ring on the area of Skopje and three chains: to Gostivar (Kicevo), Tabanovci (to Yugoslavia) and to Gevgelija (to Greece). It is assumed that one chain will be connected to the ring at SDH Node Skopje Station and the other two chains will be connected to the ring at SDH Node Trubarevo. As depicted on Figure 2 in each of these two nodes, two Add-Drop Multiplexers (ADM) are planned to be connected. Instead of this solution, Synchronous Cross-Connects (SXC)

can be implemented in SDH Nodes Skopje Station and Trubarevo.

In order to provide different type of channels, access equipment shall be provided in Each Node. This equipment shall be used to collect the following type of services:

- 2 wire analogue subscribers (POTS)
- 4 wire analogue trunks (E&M signalling)
- 64 kbit/s data signals (radio-dispatching; central traffic control and central electro traction control)
- 2 Mbit/s G.703 signals and $n \times 64$ kbit/s
- ISDN

Access equipment, depicted as AMX (Access Multiplexer) and ACMX on the Figure 2, shall collect the local traffic and pass it over optical fibre or copper cable to the nearest SDH Node.

5. Conclusion

In this paper solution for the Integrated Telecommunication Network for the Macedonian Railways is presented. The primary objective was to build Telecommunication Network that will enable full functioning of all company's sub-systems as well as facilitate all company's present and future communication needs.

References

- [1] "Study on Integrated Telecommunication System of Macedonian Railways", Institute for Telecommunications, Faculty of Electrical Engineering – Skopje, 2001.
- [2] "Multiplex Equipment for the Telecommunication Network of Electric Power Company of Macedonia", Bid Documents World Bank procedure, Institute for Telecommunications, Faculty of Electrical Engineering – Skopje, 2000.
- [3] "Optical Power Ground Wire (OPGW) for the Telecommunication Network of Electric Power Company of Macedonia", Bid Documents World Bank procedure, Institute for Telecommunications, Faculty of Electrical Engineering – Skopje, 2000.

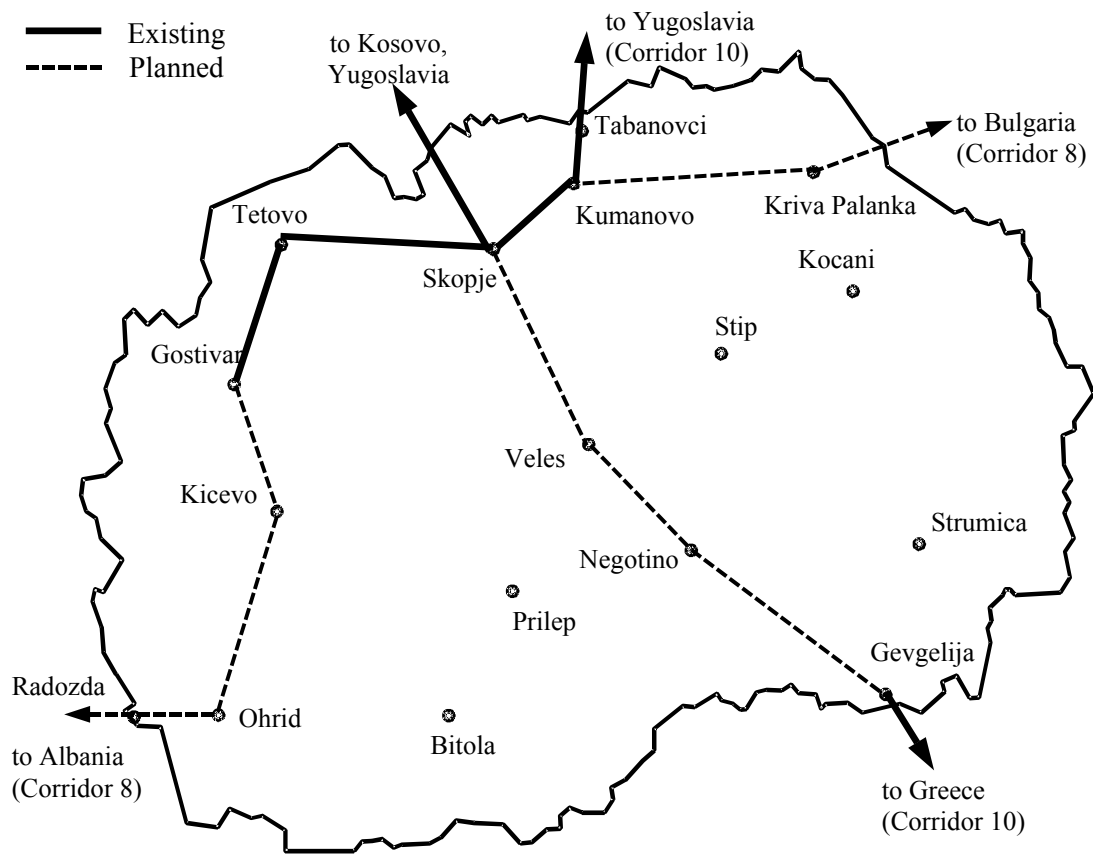


Figure 1: Optical Network

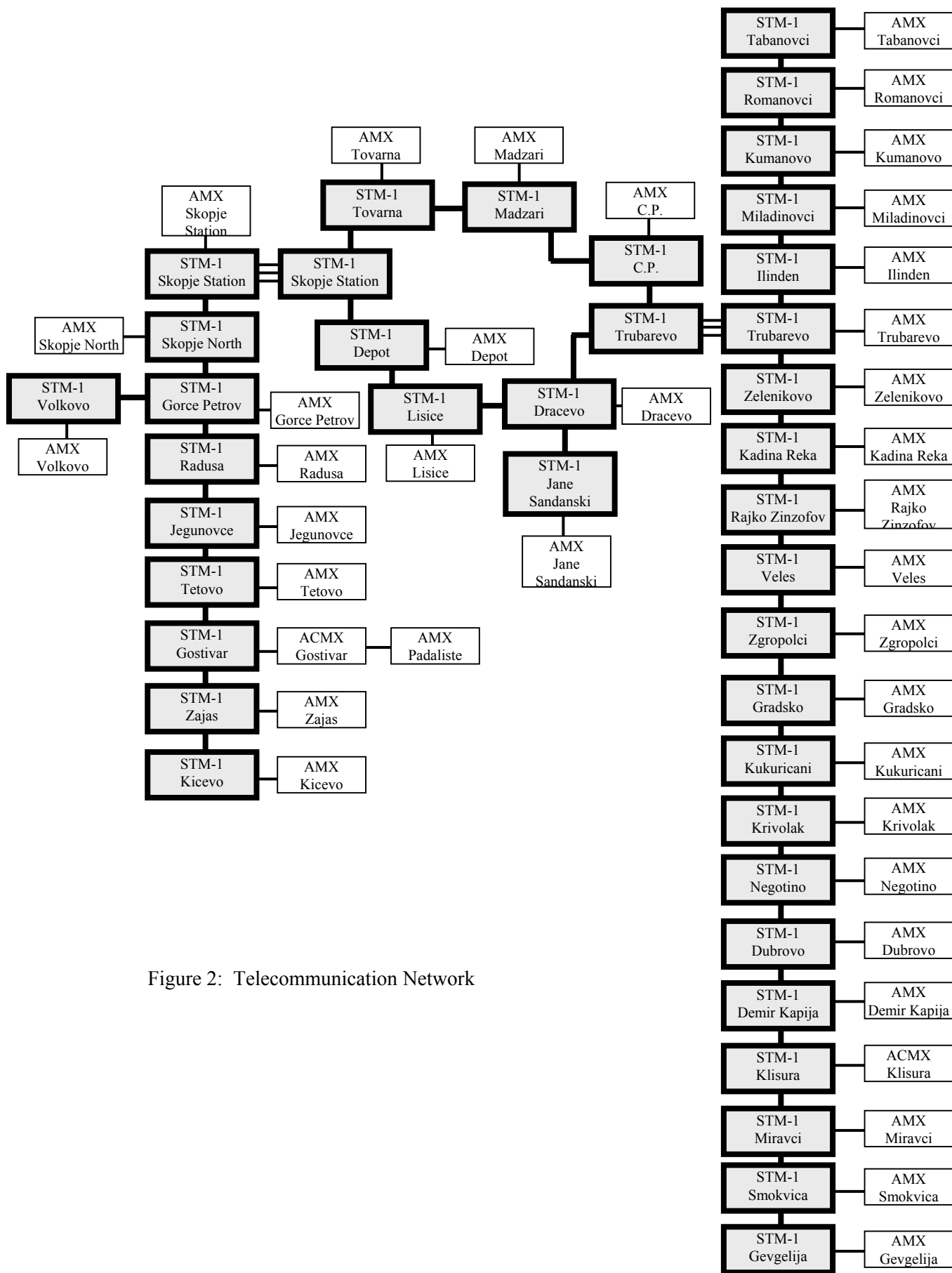


Figure 2: Telecommunication Network



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОПТИМИЗИРАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО В ОБЛАСТТА НА ИНФОРМАЦИОННИТЕ И ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ

Димитър Димитров

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев N 158, София,
България, E-mail: dimitar@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В изследването е представен един подход за регулиране и оптимизиране на наличен информационен ресурс в областта на приложението на съвременните информационни и интернет технологии. Приложно са представени резултати от проведени конкретни мерки и схемни решения по проблема.

Ключови думи: оптимизация, система, управление, интернет, база данни, програмиране, системна администрация

ВЪВЕДЕНИЕ

Качеството на управление и ефективността на съвременните информационни и Internet технологии е много параметрична задача и зависи от редица фактори, както от техническата способност така и от оптималното използване на наличните ресурси. Едни от основните претенденти на информационния пазар по отношение на софтуера и операционните системи са така наречените WINDOWS–базирани системи и UNIX–базирани системи. По отношение на качеството и сигурността на тези две основни системи, както и потребителския интерфейс и начина за работа с тях може да се направи следната характеристика: *Първите* са по лесни за използване от крайни потребители, но са по тромави и несигурни. *Вторите* се характеризират голяма мобилност, ефективност и сигурност, но за сметка на това са по-сложни и по-трудни за обслужване. Поради тези причини утвърден подход е да се предпочитат първите системи когато се използват за крайни потребители, а на вторите да се гласува по голямо доверие за

сървърен вариант. Разбира се и едните и другите се развиват и техните недостатъци биват отстранявани при всяка нова дистрибуция. Втората група операционни системи имат и така наречените безплатни версии на техни дистрибуции, което ги прави в повечето случаи и предпочитани в организации от среден и малък клас които са свързани в Internet и ползват световната информационна система.

По отношение на хардуера развитието е изключително голямо и разнообразно. Връзките между отделните компютри и мрежи също е в широка гама на приложение (комутируеми, некомутируеми, ISDN, LAN, WAN, мобилни, сателитни и др.).

Някои хардуерни устройства (router, switch, hub и др.) поддържат собствена операционна система или набор команди за настройки.

Въпреки това обаче широко се използват сървъри, на които се възлагат редица важни задачи по маршрутизиране на пакетите от данни, управление на наличните ресурси, защитни стени, електронна поща, така познатите WEB сървъри, сървъри за бази данни и много други.

ОСНОВНА ЦЕЛ

Основната цел на настоящата работа е да представи използвания подход за оптимално управление на Internet ресурс за организация работата на мрежа от малък клас, с възможности за мини Internet-провайдер, базиран основно на TCP/IP и в частност на NetBIOS протоколи.

ИЗПОЛЗВАН ХАРДУЕР

Разглеждания модел на системата (фиг.1) има следната структура:

- ✓ LAN локална компютърна мрежа.
- ✓ Internet сървъри.
- ✓ Internet пространство и доставчици на Internet услуги.

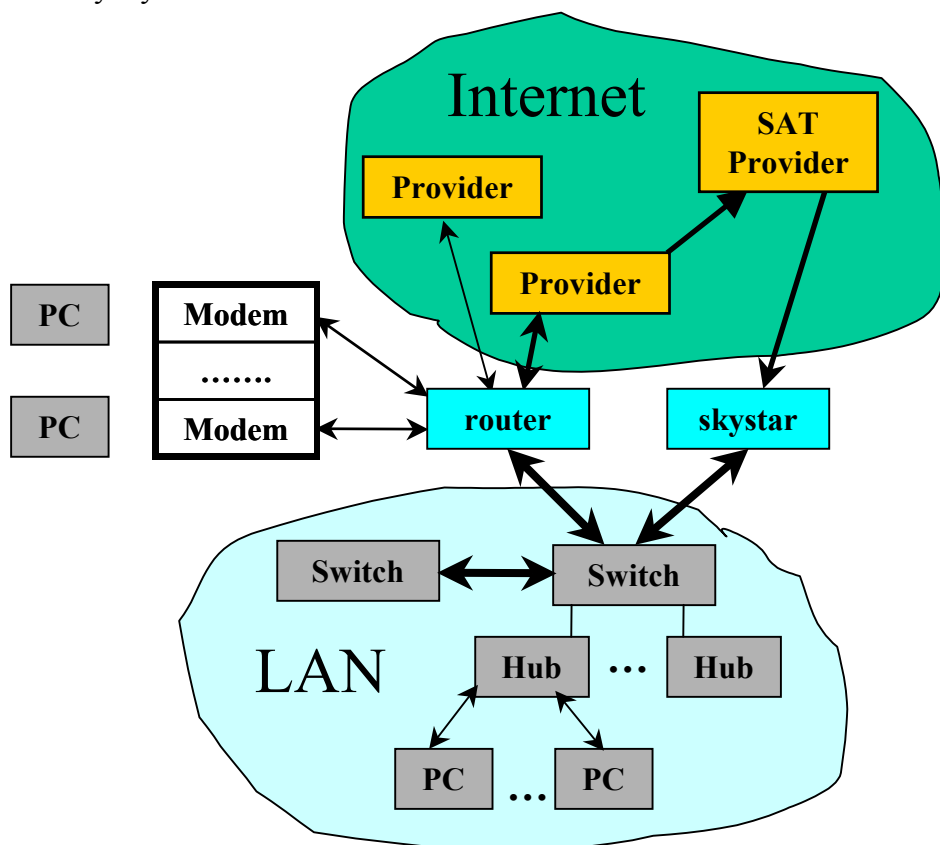
- ✓ Хардуер за осъществяване на отдалечен достъп към мрежата.

Локалната компютърна мрежа включва в себе си следните елементи:

- основно компютри от клас Pentium, както и определена малка квота от клас Intel-486, съоръжени с LAN карти;
- изградена опорна мрежа тип “Звезда” със стандартни мрежови устройства (Hub, Switch, Converter, 10 Mb/s UTP, 100 Mb/s UTP, Coaxial Cable, Optical Cable и др.)

Internet сървърите са компютри от клас Pentium със следните технически характеристики:

- router** – K6-II 300 MHz, RAM 256 MB, 2x6.4GB HDD, платка от тип MOXA Smartio Family Device.



Фиг. 1 Принципна структурна схема на разглежданата компютърна система

-**skystar** – P-III 800 MHz, RAM 256 MB, 2x20GB HDD, DVB платка SkyMedia 300. *Internet пространство и доставчици (Provider) на Internet услуги са:*

- от академичната мрежа осигуряващ скорост за трансфер на данни до 33.6 KB/s;
- платен доставчик осигуряващ скорост за трансфер на данните до 128 KB/s;

-входяща сателитна връзка до 2 MB/s към Internet, реализираща се през изходящия канал на втория Internet доставчик.

Хардуер за осъществяване на отдалечен достъп към мрежата чрез:

- наета линия и модем ZyXEL U336 E;
- наета линия и DSL Modem;
- SkyMedia 300 - Complete DVB/MPEG-2 Digital Satellite Data/TV Card for PC.

-MOXA Smartio Family Device и модеми за осъществяване на комутируема връзка със сървър **router** със скорост до 33.6 KB/s всеки.

ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

Общата математическа формулировка на представената система може да се представи чрез използвания ресурс R:

$$R = \{S, P, M, C\} \quad (1)$$

, където

$S = \{S_1, S_2\}$ – капацитетни възможности за осъществяване пренос на данни на сървърите;

$P = \{P_1, P_2, P_3(P_2)\}$ – капацитетни възможности на доставчиците на Internet;

$M = \{M_1, M_2, \dots, M_N\}$ – капацитетни възможности за връзка с мрежата през DialUp модеми.

$C = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$ – капацитетни възможности на компютърната комуникация в LAN мрежата.

Компонентите S, M и C се явяват в случая константни величини, тъй като те са хардуерно зависими и тяхното натоварване зависи от количеството информационни потоци.

Основния елемент който е обект на разглеждане и оптимално разпределение се явява компонентата P тъй като тя се явява ограничен преход между локалната мрежа, към която са включени отдалечените комутируеми връзки със сървъра и Internet пространството.

От друга страна количественото изражение на компонентата P се явява пренебрежимо по-малка от останалите участващи в R. Същият факт ни дава основание да приемем че на практика P е независим параметър на общата формулировка на задачата (1). Затова по-нататък се разглежда само разпределението на тази компонента.

ОРГАНИЗАЦИЯ НА ТРАФИКА В LAN МРЕЖАТА

Трафика на данни в LAN мрежата се осъществява чрез следните протоколи:

- NetBEUI – за обмен на данни между клиенти на Windows само в локалната мрежа.
- TCP/IP – за обмен на данни в LAN и с Internet мрежата.

Тъй като и двата протокола се поддържат от Windows клиентите при наличния хардуер на

практика не е нужно да се извършва администриране на ресурсите в LAN.

ОСЪЩЕСТВЯВАНЕ НА ВРЪЗКА МЕЖДУ LAN МРЕЖАТА И INTERNET

Осъществяването на връзките между LAN и Internet е базирано на TCP/IP, като за целта се преминава през основния вход (Gateway) изпълняван от сървър **router**. На него е разположен също и така наречения DNS Server.

Основните услуги които се предлагат за потребителите на системата са:

- E-mail – електронна поща за потребителите на системата;
- Достъп до Internet от потребителите на локалната мрежа;
- Комутируем (отдалечен) достъп до Internet за откритите потребители на сървъра **router**;
- Едностранен достъп до Internet през сателит.
- Достъп до локален файлов сървър (Samba).

За осъществяване на TCP/IP модела на работа на системата се използват 4 мрежи от клас C, като двете от тях са с реална адресация а другите две с виртуална адресация.

Директния изход от виртуалните адреси към Internet се осъществява чрез маскиране на тези адресите по следния алгоритъм, чрез който се осъществява изборно:

-произволен адрес от едната виртуална мрежа се маскира и маршрутизира към доставчик P₁.
 -произволен адрес от втората виртуална мрежа се маскира и маршрутизира към доставчик P₂.

За осъществяване на обмена на информация с Internet е реализирана и така наречената проху технология, която работи на следния принцип:

$$Z(P) = \sum_{i=1}^n z_i \quad (2)$$

$$\nabla z = \begin{cases} \text{if } (z_{cache} \equiv z_i) \text{ then } get(z_{cache}) \\ \text{else } get(z_i) \end{cases} \quad (3)$$

, където

Z – общото количество данни получени от доставчици P;

∇z – пакет от данни за който се прави проверка дали не е изтеглен от друг потребител на мрежата и фигурира в z_{cache} .

Този факт е определящ и при резервирането на така наречената разменна дискова памет (cache). Размера на тази cache памет е 3.5 GB дисково пространство, която е определена експериментално и съобразно техническите параметри на сървъра.

При настройката на ргоху-сървъръ е спазен следния алгоритъм по отношение на динамичното разпределение на заявките съобразно доставчиците на Internet за НТТР услуги:

$$\min z_i \rightarrow \begin{cases} c_1 * \partial \tau (P_1) \\ c_2 * \partial \tau (P_2) \\ c_3 * \partial \tau (P_3) \end{cases} \quad (4)$$

, където

$\partial \tau$ - времето за отговор за доставка на пакет z_i ;

c_1, c_2, c_3 – теглови коефициенти отчитащи предпочитанията към съответния доставчик P.

Стойностите на тези коефициенти са определени експериментално и те са съответно $c_1 = 1; c_2=5; c_3=10$.

Постигането на по-бърз трансфер на големи по обем данни (Download през FTP и НТТР протоколи) се осъществява през доставчик P₃. За целта е предложено той да се използва от специализирания софтуер за Download. На компютър **skystar** е реализирана схема базирана на ргоху технологията, която автоматично маршрутизира заявките към

доставчик P₃ през доставчик P₂. При получаване на обратните пакети от данни на базата на същата ргоху технология те се доставят до заявителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният подход е реализиран практически за нуждите на ВТУ “Тодор Каблешков” – София. Използваното хардуерно осигуряване за решаване на проблема е минимално като капацитет и са избегнати скъпо струващи технически компоненти. Операционна система чрез която са постигнати настоящите действия Slackware Linux. Досегашната експлоатация на системата потвърди очакванията за оптимално разпределение на информационния ресурс при висока степен на ефективност и стабилност.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] FreeBSD Handbook, The FreeBSD Documentation Project, July 1998
- [2] Лепаж И, Йарера П., UNIX Библия на системния администратор, Алекс-Софт, 1999
- [3] Комър Б., TCP/IP Мрежи и администриране, ИнфоДар, 1999
- [4] Slackware Linux, Online Users Manual and Help



“TEMPT 2001–Транспортът на XXI век”

ВЛИЯНИЕ НА СИНХРОННИТЕ МУЛТИПЛЕКСОРИ ВЪРХУ ДОСТЪПНОСТТА НА ОПТИЧНАТА МРЕЖА

Розалина Димова

Технически Университет, Варна 9010, ул.Студентска 1, България

АНОТАЦИЯ

В доклада е разгледано влиянието на използваните в подводната оптична кабелна система (BSFOCS) синхронни мултиплексори върху достъпността на оптичната мрежа чрез промяна на предвижданите методи за защита на трафика

Ключови думи: оптичен мултиплексор, защита, трафик, BSFOCS.

I. Въведение

Използването на SDH оборудване в мрежа с добре планирана архитектура осигурява еластичност и достъпност, които са основни изисквания към мрежата. Следователно топологията на мрежата трябва да бъде такава, че в случай на проблеми в някой съединителен възел, чрез бърза реконфигурация на мрежата, съответно промяна на транспортните потоци, да се осигури безпрепятствено задоволяване на изискванията на всички потребители.

В доклада е разгледано влиянието на използваните в подводната оптична мрежа BSFOCS синхронни мултиплексори върху достъпността на оптичната мрежа чрез промяна на задаваните методи за защита на мрежата.

II. Системни характеристики

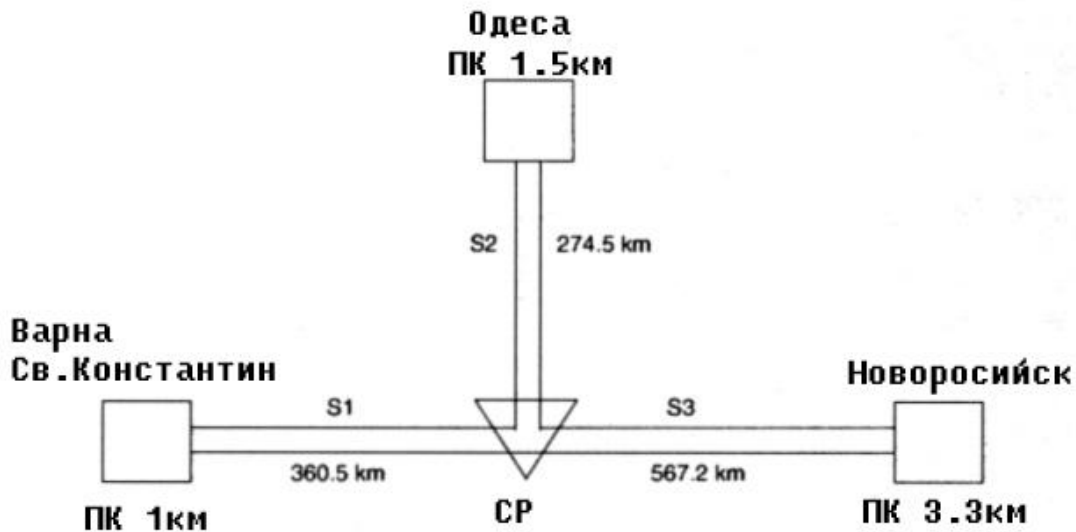
Архитектурата на BSFOCS използва оптичен кабел с два чифта

vlakna, като оптичните чифтове свързват три наземни станции(фиг1). Тя се базира на STM-16 (2.5Gbit/s) Add/Drop мултиплексори (ADM), конфигурирани в самовъзстановяващ се пръстен. Преносното оборудване функционира при STM-16 с корекция на грешката (FEC, 2.66Gbit/s). Предвижда се възможност за осемкратно уплътнение на оптичните vlakna чрез технологията WDM.

В случай на проблем между два ADM, трафикът продължава да се обслужва, но посоката на обмен на информация по кръга се отклонява в обратна посока. Тази възможност на ADM осигурява сигурна защита на трафика срещу възникващи проблеми и гарантира висока достъпност.

SDH оборудването на BSFOCS се базира на Alcatel 1664 SM STM-16/STM-1 SDH мултиплексор, който дава възможност да се предаде сигнал на STM-16, 2.5Gbit/s ниво в SLTE (агрегейтна страна), докато достъпът до него е на STM-1, 155Mbit/s ниво от наземната мрежа (трибутарна страна).

Розалина Димова, гл.ас. д-р, Технически Университет, кат.Съобщителна техника, ул.Студентска 1, гр.Варна 9009.



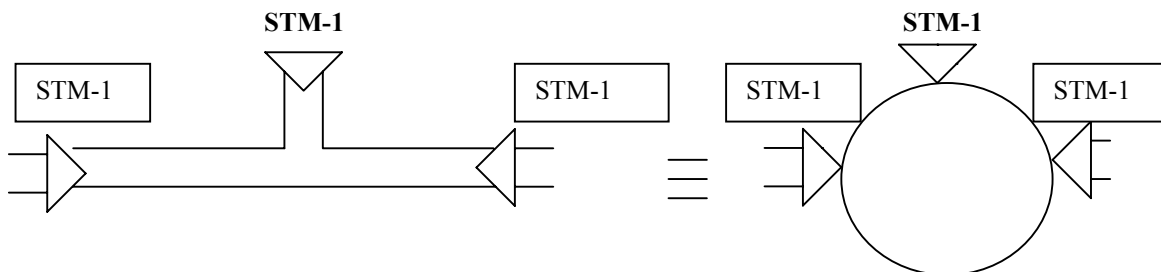
Легенда:

- Оптический чифт
- ПК - Подземный кабель
- СР - Сегментный распределитель

Фиг.1 Конфигурация на BSFOCS

Във всеки 1664 SM трибютарните сигнали са структурирани в контейнери VC-4 и могат да бъдат свързани към други VC-4 на агрегатните сигнали, така осигурявайки гъвкавост на системата.

BSFOCS е изградена от два оптични чифта, конфигурирани в пръстен. От SDH гледна точка един пръстен е изграден от мултиплексори 1664 SM (един за възел, конфигурирани в режим и на въвеждане, и на извеждане), свързани един към друг.



Фиг.2 Структура на BSFOCS

III. Тестване на защитните механизми

VC-4 SDH механизмите за защита работят в режим на защита слоя на пътя

(PPS), или SNC-P защита за подмрежова връзка.

PPS (Path Protection Switching) е основен тип защита на трафика при топология тип "пръстен". В същността

си тя е защита '1+1', но за разлика от APS трафикът се защитава на ниско ниво - VC12, VC3, VC4. Всяко едно от направленията "изток" и "запад" е с включен линиен интерфейс. Трибютарната матрица на свързване изпраща виртуалните контейнери в двете посоки (двата пътя). В приемна посока виртуалните контейнери достигат до матрицата по два независими пътя. Оценявайки качеството на двете алтернативи чрез вградените в VC12, VC3, VC4 възможности, матрицата избира "по-добрата" от тях. Всеки един от намиращите се в трибютарния интерфейс VC може да бъде програмиран със свой основен и резервен път.

За анализ на защитата PPS е използвана експерименталната установка, показана на фиг.3.

На позиции "1" в двата линийни интерфейса на мултиплексор 1641 SM са включени агрегейтни платки тип "L-1.1". С помощта на регулируемите

IV. Резултати и изводи

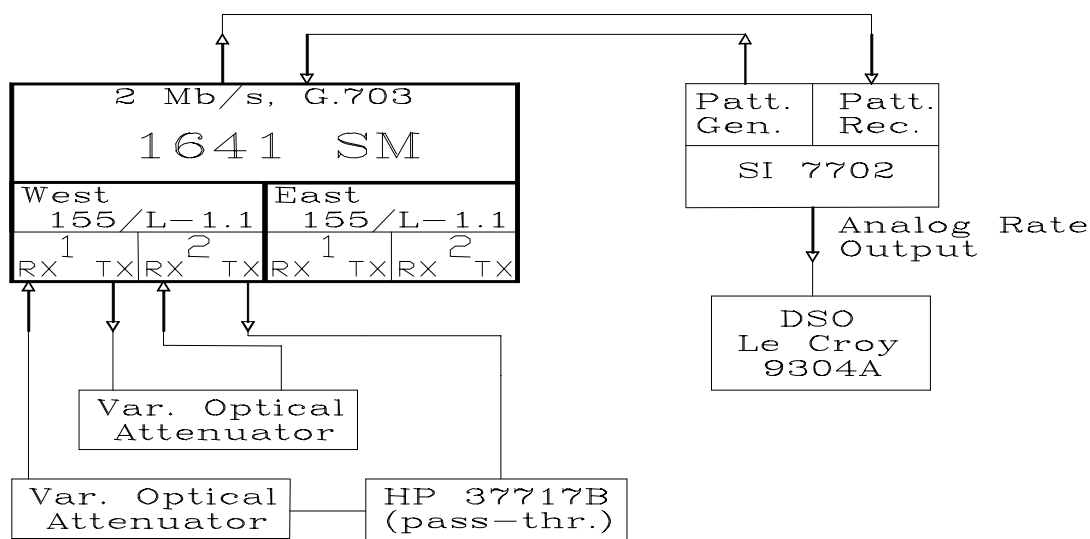
Анализът на получените осцилограми позволи да бъде определена продължителността на времето, през което коефициентът на цифрова грешка BER е различен от нула, както и стойността му през периода на включване на APS и PPS. Изводите от

оптични атенюатори се имитира внасяното от оптичния тракт затихване. Анализаторът HP 37717B се използва за провокиране на определени стресови състояния на входа на западния агрегейт.

За източник на сигнал със скорост 2Mb/s (препоръка G.703 на ITU-T) се използва PDH анализатор на преноса, генериращ псевдослучайна поредица. Към интерфейса за записващо устройство на анализатора (генерира се линейно напрежение пропорционално на BER) е включен цифров осцилоскоп.

С помощта на оптичните атенюатори са предизвикани по десет защитни превключвания. Резултатите от тях са записани от цифровия осцилоскоп. На фиг.4 е представена една примерна осцилограма. В Табл.1 е показано съответствието между напреженията на изхода на анализатора на преноса (SI 7702/4) и коефициента на цифровата грешка(BER).

експерименталните данни са, че защита PPS сработва около три пъти по-бавна от защита APS и коефициентът на цифровата грешка при включването на APS в повечето от случаите е на приблизително два порядъка по-нисък от този при PPS.



Фиг.3 Тестване на линийния интерфейс

Таблица 1

BER	1,00E-06	1,00E-05	1,00E-04	1,00E-03
Напрежение, [V]	4	6	8	10

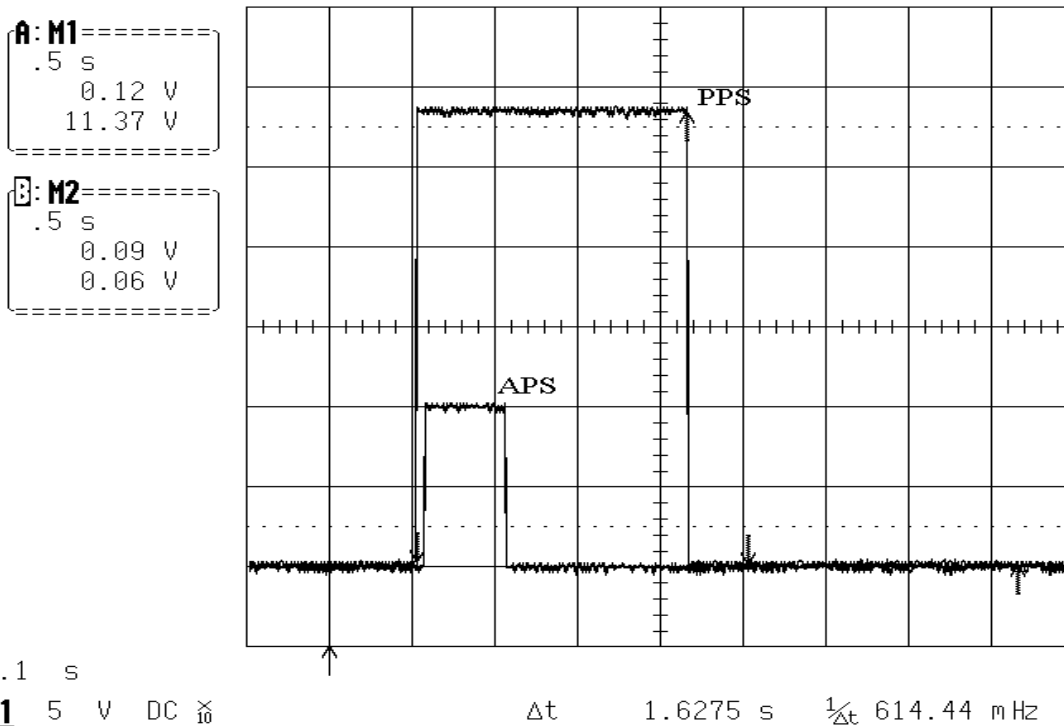
При двете защиты се наблюдава зависимост между разпределението на коефициента на цифровата грешка във времето и състоянието на мултиплексора, на линейните и трибуторните му интерфейси в момента. Именно това определя и изключителната важност на изискването за гъвкавост на схемите за защита с цел гарантиране на висока достъпност на мрежата. На това изискване отговаря защитата в слоя на пътя.

Изводът е, че независимо от пониското си бързодействие защита PPS позволява реализирането на по-гъвкави и по-ефикасни схеми за защита на

трафика, което я прави предпочитана при свързване на оптичните мултиплексори при BSFOCS.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] WDM Line Transmission Equipment 2.5Gb/s, Users Manual, Dec.1999
- [2] Bergano et al, Margin measurements in optical amplifier systems, IEEE Photonics Technology Letters, Vol 5, No3, pp 304-306, March 1993.
- [3] Black Sea Fibre Optic Cable System, System overview, 1999



Фиг.4 Диаграми от тестовете на APS и PPS защиты



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗБОР НА СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ

Иван Киров

ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България,
e-mail: i.kirov@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Разглеждат се основните стъпки, които трябва да се изпълнят при избор на система за автоматизирано проектиране. По-подробно са изяснени два основни момента: изходните положения при съставяне на задание към фирми-разпространители на CAD системи и формиране на количествена оценка, по която да се извърши избора.

Ключови думи: система за автоматизирано проектиране, CAD, CAE, CAM, PDM, GIS.

УВОД

Проектирането с компютри е широко разпространена дейност в области като строителството, архитектурата, електрониката. В машиностроенето се налага да се проектират сложни и прецизни машиностроителни изделия. Има случаи в проектантската практика, при които е необходимо да се проектира трасе върху определен терен, по което да се изгради носеща конструкция и транспортно съоръжение, задвижвано по електричен път и управлявано с помощта на електрически автоматизирани системи. Очевидно е, че задачите за проектиране поставят коренно различни изисквания към средствата за подпомагане на самия процес на проектиране. В много случаи една CAD система не е достатъчна за решаване на целия комплекс от задачи.

През последното десетилетие много компании изразходваха значителни средства за неподходящ софтуер. Нямаше достатъчна интеграция между отделните задачи. Липсата на интегриран анализ създаваше проблеми между членовете на екипа. Често се налагаше обемната геометрия на твърдо тяло почти наново да се пресъздава, за да може да се из-

върши анализ. Желанието, обаче, и на създателите на CAD/CAE/CAM системи и на потребителите не беше това. След многогодишен труд на хиляди инженери и програмисти бяха създадени съвременните системи за автоматизация на проектирането, които дават възможност за работа в екип. Обемното моделиране предостави възможността за визуализация, позволяващо както на техническия, така и на не техническия персонал да види конструкцията като чели тя реално съществува. Конструкторите получиха възможността да проверят интерференцията. Специалистите по компоновка, отчитайки външните размери, получиха възможност да започнат работа над конструкцията месеци по-рано. Персоналът по маркетинг, обслужващият персонал и дори потребителите можеха да получат представа за изделието. Техните мнения започнаха да се чуват на етапа на проектирането. Това беше началото на паралелния инженеринг.

Тук ще бъдат разгледани основните стъпки на изборната стратегия и общите изисквания, на които трябва да отговарят CAD/CAE/CAM & PDM или GIS системите, като основа за изготвяне на задание, както и начина за форми-

ране на количествена оценка на направените предложения от фирмите-разпространители.

ОСНОВНИ СЪПКИ

Първият въпрос, който трябва да получи отговор, при намерение за покупка на CAD система е “ Какво ще правя с резултата? ”. Това е въпрос, който се задава от около 40 години, от когато е започнало използването на компютри предимно за извършване на обемисти изчисления. При разширяване на неговия смисъл той е актуален и днес. Ако този въпрос предизвика размишления те вероятно ще бъдат по отношение на рентабилността от внедряване на система за автоматизирано проектиране и задачите, които ще се решават.

Разпространението на CAD системите се дължи на възможностите, които дават за увеличаване на качеството на проектите и конкурентно способността на изделията. Освен това те спомагат за значително съкращаване на сроковете за проектиране.

Няма софтуер, който да удовлетвори всички изисквания. Съществуват, обаче, няколко базови стъпки за избор на най-подходящата софтуерна технология, които оформят стратегията на избора:

1. Определяне на работна група от специалисти, която да постави всички изисквания към системата за автоматизирано проектиране, да определи задачите, които ще се решават, броя на работните места, нуждите в перспектива и етапите за нейното изграждане. Тази работна група трябва да включва всички, които ще внедряват програмните системи в ежедневната си работа – както ръководители така и крайни потребители от всички отдели. Структурата на работната група трябва да е ядро от 5 – 6 души и периферен кръг. Основните решения трябва да се вземат от всички.
2. Определяне на приложната област на CAD/CAE/CAM & PDM или GIS. Необходимо е да се проведе дискусия и оценка на използваната технология в момента и да се уточнят новите възможности, които трябва да предостави софтуера.
3. Избор на фирми-разпространители, с които да се водят разговори за възможностите на CAD/CAE/CAM & PDM или GIS системи. Избора може да се направи на базата информация за стабилността на фирмата производител, положението ѝ на пазара, финансово състояние, а също и на рекламни материали, сравнителни оценки на соф-

туер от независими фирми-анализатори (Gartner Group, CIMdata, Daratech, Techni-Com). В този смисъл е много подходящо да се направи посещение на фирма от същата производствена сфера, която вече се е сдобила със софтуерна технология.

4. Изготвяне на задание за CAD/CAE/CAM & PDM или GIS система за фирмите-разпространители с молба за предложение, съдържащо възможностите на софтуера, условия, цени и разработка на типичен пример. Заданието се изготвя съобразно специфичните условия на фирмата-клиент, нейната продукция и необходимите нови възможности, които трябва да предостави софтуера.
5. Приемане на критерии за оценка на предложените решения за CAD/CAE/CAM & PDM или GIS системи, тяхното групиране и определяне на тежестта на всяка група.
6. Провеждане на срещи с фирми-разпространители, които са изготвили предложения.
7. Оценяване на предложенията въз основа на приетите критерии и резултати от анализи на CAD продукти направени от независими фирми-анализатори. Целта е да се избере най-подходящия софтуер с консенсус. Трябва да се вземе мнението на всеки член от работната група.
8. Провеждане на допълнителни разговори с 2 или 3 фирми разпространители, които са класирани на първите места.
9. Необходимо е да се информира висшето ръководство, което би се интересувало повече от стратегията на избора, отколкото от възможностите на софтуера.

ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ

Основно влияние при изготвяне на задание за разпространители на CAD системи оказват специфичните изисквания на фирмата и задачите, които ще се решават. От тази гледна точка могат да се поставят изисквания за необходимите възможности на CAD/CAE/CAM & PDM или GIS системите. От гледна точка на проектираните изделия също могат да се поставят изисквания за необходимите възможности. Трябва да се държи сметка не само за настоящите но и за бъдещите нужди. Внедряването на системи за автоматизирано проектиране открива нови възможности за цялостно усъвършенстване на производството. От тази гледна точка трябва да се прецени връзката на CAD системите с информационна

система, която отчита материално техническото снабдяване и готовата продукция.

В заданието трябва да се посочат основните характеристики на CAD/CAE/CAM & PDM или GIS системите. Една от най-важните характеристики е интегрираността. Тя осигурява работа с един главен модел на проектираното изделие от проектантите, конструкторите, специалистите по анализ, технолозите и всички членове на екипа, които са включени в проекта. Интуитивността на софтуера намалява значително времето и средствата за обучение. Тази характеристика позволява на конструкторите да работят по начина, по който са свикнали.

По отношение на характеристиките на моделирането е задължително да са на лице възможности като параметричност, асоциативност, вариационна геометрия, моделиране с конструктивни елементи, твърдетелно, повърхнинно и ръбово представяне на модела. Що се отнася до моделиране на сложни повърхнини възможностите за работа с NURBS, сплайни на Bezier, B-сплайни както и решаване на сложни топологични задачи като пресичащи се заобляния с променливи радиуси са задължителни.

Възможностите за създаване на сглобени единици трябва да включват контрол за взаимно проникване, монтажна и демонтажна схема, анимация, фотореалистично представяне. Системата за автоматизирано проектиране трябва да дава възможност за вариантно проектиране, т.е. въз основа на един базов модел да се създават варианти с различни характеристики.

Изготвянето на техническа документация на проектираното изделие трябва да е възможно на базата на примерния модел, от който да се получават необходимите изгледи, проекции, оразмеряване, шриховка, и списъка на съставните части по различни стандарти – ISO, DIN, ANSI, IEC, (латиница) и БДС (кирилица).

Наличието на възможности за обмен на данни между различни системи за автоматизирано проектиране е задължително. Възможностите за това са чрез стандартите за обмен IGES, STEP, и други по слабо разпространени, чрез специално разработени транслатори, и чрез бази данни. Възможностите OLE-2, OLE for D&M, DDE са задължителни за системи, които работят в Windows среда. Трябва да се преценят и възможностите на CAD системите за работа в Internet.

Сигурността на данните при работа, съхраняването на данните при срив в системата, информация за състоянието на CAD системите и други характеристики с отношение към надеждността на работа са от първостепенна важност.

Поради голямото разпространение на CAD системите в различни области на проектантската дейност не е възможно една фирма да създава софтуер за всички области. Затова е необходимо да се има предвид и специфичния софтуер за конкретни области и начина и степента на интегрирането му с CAD системите.

Работата в екип и организиране на паралелен инженеринг съкращава сроковете за проектиране с 30 – 50% в сравнение с работа без организиран паралелен инженеринг. За да е възможно това CAD системите трябва да притежават необходимите възможности за управление на данните на проекта (PDM) и да ускоряват комуникациите между участниците в екипа. Централизираният контрол над целостността на данните е изключително важно условие. Целта е всеки участник в екипа да използва данните на главния модел но само един да може да внася корекции в него в даден период от време. CAD системите трябва да решават два главни въпроса:

- достъп и контрол над главния модел и
- информирание на участниците в екипа за промените в него.

Известно е, че концепцията на конструкцията определя около 70% от качеството на продукта. Конструкторите се стремят да удовлетворят повечето изисквания към функционалността на изделието преди създаването на прототип. Възможността за анализ на проектираното изделие още на концептуален стадий е много съществена, тъй като колкото по-рано се открият и отстранят евентуални грешки и пропуски толкова по-малко средства са необходими за корекция. Такъв анализ може да се извърши с подходяща система (CAE) за статичен и динамичен анализ на деформации и напрежения в механични детайли и конструкции, анализ на електромагнитни и топлинни полета, потоци от течности и газове. Много съществена при тях е възможността за пълна интеграция с CAD системата.

КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА

За да се избере подходяща CAD/CAE/CAM & PDM или GIS система трябва да се използва обективен начин за оценяване. Количествена оценка на предложенията може да се извърши

на базата на приетите критерии от работната група. Някои от критериите, отнасящи се до софтуера, могат да бъдат, например, степен на съответствие между предложението и заданието, наличие на всички възможности, посочени в заданието и др. От своя страна критериите могат да бъдат разпределени на групи. Например група критерии, отнасящи се до системата за автоматизирано проектиране, група критерии, отнасящи се до обучението и т.н. Всяка група критерии има тежест според нейната значимост. Всеки критерий от своя страна има максимален брой точки. Количествената оценка се образува като на всяко от предложенията се дават точки според всеки критерий. След това се изчислява сумата от точки за всяка група критерии. Получените суми се умножават по съответния теглови коефициент за групата критерии, след което получените произведения се сумират. За да се получи оценката за предложената CAD система е необходимо получения резултат да се раздели на цената от предложението. Следва да се избере това предложение, което има най-висок резултат.

Като пример за създаване на комплексна система за автоматизирано проектиране може да се посочи тази в "ИНТРАНСМАШ ИНЖЕНЕРИНГ" АД, с която се работи в областта на линейното проектиране, машиностроенето и електротехниката. Програмният продукт за цифрово моделиране на терени и за линейно проектиране е Terra Modeler, а за

архитектурно проектиране – Tri Forma, които работят на базата на Micro Station/J. За машиностроително проектиране се използва CAD системата от среден клас Solid Edge. Статичен и динамичен анализ на машиностроителни конструкции се извършва с ALGOR Integrator МЕСН/MES, като е възможен и анализ на сложни конструкции на земеръс. За автоматизирана подготовка на технологичния процес се използва продукта Surfcam 99. Със системата Electrical Designer се решават въпросите за проектиране на електрически табла и окабеляване, а с IES Field16/Flux се оразмеряват електрически инсталации и осветление.

В заключение може да се каже, че покупката на CAD/CAE/CAM & PDM или GIS система е много отговорна работа, тъй като е свързана с инвестирането на значителни средства.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Грувер М., Зиммерс Э., САПР и автоматизация производства, Москва, Мир, 1987. (M. Groover, E. Zimmers, CAD/CAM: Computer aided design and manufacturing, Prentice-Hall, New Jersey, 1984)
- [2] Иванов С., Критерии за избор на CAD/CAM/CAE и ГИС система, CAD/CAM & GIS World, IDG Bulgaria, 1999.
- [3] Huthwite B. Как да направите най-успешен избор на CAD/CAM/CAE система, The Institute for Competitive Design, Rochester, USA, 1997.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СИСТЕМНО-ИНФОРМАЦИОНЕН АНАЛИЗ НА ПРОЦЕСИТЕ НА УПРАВЛЕНИЕ В ОСИГУРИТЕЛНАТА ТЕХНИКА

Антонио Андонов, Зоя Хубенова

ВТУ “Т. Каблешков”, София, e-mail: a.andonov@infotel.bg

ИКИ – БАН, София, e-mail: Zoya.Hubenova@mbox.infotel.bg

Анотация

В статията се анализира системно-информационен подход за анализ на функционирането на осигурителни системи, използвани за управление на отговорни технологични процеси с високи изисквания за безопасност на функциониране.

Създаването на нови технологии в съвременните условия, изучаването и усъвършенстването на управлението на отговорни технологични процеси в авиационно - космическата техника, транспорта, енергетиката, комуникациите и пр., провеждането на всестранен анализ на процесите за управление на безопасността на функциониране на автоматизирани обекти и системи с висока отговорност, новите разбирания за т.н. фабрики на бъдещето (Frattale Falrik), чиято цел е въвеждането на децентрализирани структури с висока мобилност на връзките помежду им и възможност за използване на съвременни информационни технологии - всичко това налага използването на принципите на самоорганизация и на нелинейни модели, т.е. трябва да се търсят нови подходи. Признавайки съществената роля на кибернетиката за развитието на общите принципи на самоорганизацията, както на методите за конструиране на различни типове самоорганизиращи се системи, Г.Хакен [1]

въвежда термина синергетика, под който се разбира изследване на явления, възникващи от съвместното действие на редица различни фактори, при което всеки един, поотделно не води до получаване на същото явление (процес, ефект).

Нужно е обаче да се подчертае, че при изследване на система с осигурителна отговорност е необходимо преди всичко да бъде изяснен механизъмът на взаимодействието в нея. А това налага в системните изследвания да се включи и анализът на проявите на противоречията, които обективно съществуват в големите системи и човека като най - важен елемент на управлението в такива системи.

Бесспорно, съвременното развитие на научно - техническия прогрес е неразделно свързано с опознаването на закономерностите на именно на осигурителните системи и оптимизацията на структурата на тяхното управление, т.е. следователно с тяхното информационно обезпечаване, тъй като тяхното функциониране като единно цяло се

определя от процесите на преобразуване на информацията. Кризисната функция на системите за обработване на информацията е самообучението, в смисъл на рефлексивно самоопознаване на вътрешните им процеси, техните състояния и механизми. Тези системи трябва да генерират адекватна обратна връзка за управление и адекватно знание за адаптиране към динамиката на изменящото се обкръжение. В момента не съществува единна теория на обработването на информацията в информационното пространство. Това, наред с други причини е следствие от тясната специализация на учените в отделни слоеве на информационното пространство, както и от факта, че се провеждат относително независими изследователски програми (хоризонтално в него), вместо да се прокара вертикалният синтез на базата на консенсус и синергизъм. Очевидно не може да се издигнат като универсални възгледи постиженията на отделните науки при сегашното състояние на прекъснати връзки между научните общности в отделните слоеве (сигнали, данни, знания, култура). Така, идеалното решение на проблема за управление на противоречия и кризисни ситуации в осигурителните системи и обезпечаването на безопасността на функционирането на автоматизираните обекти би било получаването на явна система от критерии, гарантиращи както структурната, така и функционалната; респ. динамичната устойчивост на системата. Обаче такава задача засега може само да се осмисля. Независимо от това, че в последното десетилетие се изследват модели, в които се описват процеси на прехода на бавни, последователни количествени изменения в коренни качествени (теория на катастрофите, теория на фрталите, синергетика и др.), такава цел не може да бъде достигната без предварителна конкретизация на системата и моделът и. При това дори за прости системи задачата е с изключителна сложност. Ако към анализа на големи системи се подходи по класическите принципи, то сведенията за техните свойства могат да се окажат необозрими, а структурата на управлението - не подаваща се на синтез. Освен огромната размерност, за големите системи са характерни и следните особености: субективност при задаването на целите и приемането на решения, обусловени от човешкия фактор във възлите за управление; наличие на голям брой цели, тяхната размитост, променливост и противоречивост,

тъй като развитието и функционирането на големите системи винаги се обуславя от множество цели, част от които вследствие на субективни причини се оказват противоречиви и изменящи се във времето; неопределеност, тъй като развитието и функционирането на големите системи винаги протича при непълна определеност на външната среда и вътрешните свойства на системата и при непълна определеност на целите.

Така например, авиационно - космическите комплекси, към които се предявяват високи изисквания за осигуряване на безопасността на движение разглеждани като големи системи са съвкупност от технически средства, големи колективи от хора, обединени в рамките на различни служби, а също така съвкупност от организационно - структурни решения, към които могат да се отнесат различните видове регламенти и правила за дейност, организационна структура, технология на функциониране. Тези комплекси включват различни подсистеми, ефективното функциониране на които осигурява авиационните системи по отношение изискването на основното им предназначение. Основните от тях са подсистемите за пилотиране (пилот - летателен апарат - система за пространствена стабилизация на летателния апарат), въздушна навигация, система за управление на въздушното движение (система за управление на съвкупност авиационни средства или единичен космически апарат в общ поток, организирани по изработена програма или план на полетите), авиотехническо осигуряване на полетите, производствено диспечерска система за осигуряване и т.н. Дейността на всяка от посочените подсистеми се определя от професионалното ниво на колектива от съответната служба или техническите средства, а също така и от нивото на организационно - структурните решения. За подобен тип подсистеми, много автори използват термина организационни системи, които са най- разпространения сложен обект, създаден от човека. Трябва да се подчертае, че принципна отличителна особеност на всички подсистеми на авиационно - космическите комплекси е пространствената разпределеност на техните елементи. Така например, елементите на подсистемата за производствено - диспечерска организация за осигуряване на полетите е съвкупност от

голям брой контролиращи, регистриращи и информационни елементи, разнесени по цялата технологична верига за подготовка и осигуряване на полетите. Аналогично елементите на системата за осигуряване на въздушното движение са на отстояние един от друг на десетки и стотици километри. Ако същевременно се отчете, че нейните елементи се предвиждат с високи скорости, като летателни апарати и променят времето си положение, то става очевидно голямата роля и значение, които имат авиационните системи за предаване на информация в която и да е от посочените подсистеми. Трябва да се отбележи, че стремителното развитие на авиационно - космическите комплекси налага все по-високи изисквания към системата за управление на въздушното движение, която се явява базова подсистема на авиационно - космическия комплекс. Действително нарастването на плътността на въздушното движение на скоростните характеристики на летателните апарати поставя с особена острота проблема за надежното и ефективно използване на въздушното пространство в интерес на всички от авиокомплексите. В решаването на този проблем първостепенно значение има ефективното функциониране на цялата система за управление и особено тази нейна част, без която тя е немислима - системата за обезпечаване на предаването на необходимата информация с необходимото ниво на достоверност. Може да се каже, че в целия свят се наблюдава феномен на нарастване броя на възникващите аварии и катастрофи. Той е свързан със следните три основни причини: с развитието на техниката опасността очевидно расте по-бързо, отколкото човешката способност да и се противопостави; нараства цената на грешките; хората са склонни да привикват не само към опасността, но и към нарушаване правилата и нормите. Днес въпросите за надежността на техниката, безопасността на технологичните процеси, въпросите на дисциплината, реда, организираността придобиват първостепенна роля. Задачите поставени пред информационно - управляващите системи преминават на качествено ново ниво. Използването на такива системи както в авиационно - космическите комплекси, така и други транспортни, екологични комплекси, ядрена енергетика и пр. могат да повлекат след себе си при откази опасност за живота не само на отделни хора, но и за населението на цели региони и затова издигат на първо място

нови критерии за ефективност на функциониране, безопасност, и живучест като устойчивост за оцеляване при катастрофални откази.

Техническите средства, които се използват в авиационните системи за предаване на информация включват широк спектър радиотехнически системи, като се започне от обзорните радиолокационни станции и се стигне до системите за високоговореща връзка, осигуряващи информационния обмен между диспечерските пунктове и други наземни абонати. От тях с най - голямо значение са тези които осъществяват предаване на информация за подвижните обекти - летателни апарати. Към тях спадат и най-съвременни, като лазерни треакторни измерители, с помоща на които може да се получи с висока точност координатна информация, телеметрически данни и пр., а също и спътниковите системи за управление на въздушното движение. Разположението на авиационните системи за предаване на информация може да бъде наземно, бордово или на ретранслатор, а вида на предаваната информация е най-разнообразна: речева и командна, координатна и навигационна, телевизионна, телеметрична, метеорологична и т.н. Следователно, авиационните системи за предаване на информация, дори само в рамките на една от подсистемите на авиационно - космическите комплекси, каквато е системата за управление на въздушното движение представлява високоорганизирана сложна система от тясно взаимосвързани и взаимодействащи радиотехнически системи. За тяхното детайлно изследване, оптимизация и прогнозиране на кризисни ситуации е необходимо да се отделят тези от тях, които работят с претоварване. Освен това да се оценят перспективите за изменение на значимостта на един или друг вид информация, циркулираща в системата за управление на динамичната въздушна обстановка, която в този случай представлява действителното състояние на обекта на управлението. Това състояние на обекта включва съвкупността от движещите се летателни апарати, метеорологичните характеристики на средата, схемата на полетите, параметрите на радиотехническите средства за предаване на информацията. Анализът и контролът на състоянието на динамичната въздушна обстановка с цел управление е възможен само при наличие на

съответните технически средства за получаване, предаване и преобразуване на информацията за състоянието на обстановката, съществуването на отделните регламентиращи правила за полетите, наличието за планове за движение на летателните апарати и определена организация на движение. Следователно, задачата за управление на въздушното движение представлява съвкупност от много задачи с различно ниво на общност - от комплекса задачи на ниво цялата система до конкретни задачи на нейните подсистеми и елементи. Взаимовръската и структурата на тези задачи е от изключителна сложност и значение за безопасността и ефективността на функциониране. Затова е така важно и актуално дълбокото и всестранно изследване на задачите за оптимално управление в големи ергадични системи като авиационно - космическите комплекси, съвкупно на всички нива подсистеми и елементи на системата. При това управление е необходимо да се отчетат всички възможни прояви на човешкия фактор. Системно - информационния подход, възприет в настоящата статия, е определена крачка по пътя на развитие на системния анализ и неговото сливане с информационните методи. Съществуващите методи на системния анализ не позволяват в пълна мярка да се отчетат действащите противоречия и човешкия фактор, които до голяма степен са жизнеспособността на големите системи и обуславят възникването и развитието на кризисни ситуации в тях.

Една голяма система е невъзможно да се представи чрез един модел. Необходима е иерархия от модели, които да се различават според нивото на преобразяваните явления. Могат да се определят следните основни градации:

- на ниво цялата система;
- на ниво отделни подсистеми;
- възли за управление и изпълнителни органи;
- елементи, влизаци в тези системи, напр. преобразователи на информация - хора, машини, алгоритми.

Освен по вертикала, моделите могат да се разделят и по хоризонтала, в зависимост от аспектите на изследваните явления: материално - енергиен аспект, икономико - финансов аспект, информационен аспект.

За целите на използвания в статията информационен подход, изследваната система, в най - абстрактна форма може да бъде представена чрез иерархична структура, на ниското ниво, на която се намират участниците на съответния технологичен процес, а на по - високите нива се поместват възлите на управление, свързани както с обектите на управление, така и помежду си чрез канали за връзка.

Информацията, циркулираща в системата може да се прояви в следните форми: осведомяваща - движи се предимно от обектите на управление към съответните възли на управление; управляваща - в обратно направление на управляващата; преобразуваща - определя закономерностите на поведението на възлите за управление и алгоритмите на функциониране на неговите елементи.

Възлите за управление преобразуват осведомяващата информация в управляваща с помоща на преобразуващата информация, заложената в алгоритмите и структурата на възела за управление. Различните участъци на технологичния процес се явяват генератори на първична осведомяваща информация. При своето предвижване по иерархията информацията постепенно се обработва, преобразува се в отделните възли за управление и постъпва в намиращия се на върха на иерархията главен възел за управление. Този възел използва получената осведомяваща информация, генерира управляваща информация, която движейки се напред, се детайлизира в по-ниско разположените възли. Трябва да се подчертае, че за достигане на целите на управление е от особено значение необходимостта в съответните възли на управлението да се стича само необходимата (ценна) информация в достатъчен обем. Затова в процеса на управление на сложните системи на първо място излизат смисловите и ценностни характеристики на информацията, поради което същите са обект на бъдещи изследвания от авторския колектив.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1], Хакен, Г. Синергетика. М., Мир, 1990.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕДИН ПОДХОД ЗА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА ЧОВЕШКИЯ ФАКТОР В ПРОЦЕСИТЕ НА УПРАВЛЕНИЕ

Зоя Хубенова

ИКИ – БАН, София, ул. “Московска” №6, България

e-mail: Zoya.Hubenova@mbox.infotel.bg

Анотация

При анализ на процесите на управление в ергадични системи се различават минимум три ранга на управление, проявяващи се в един или друг вид на всички нива на йерархичните системи. Дискутират се някои ограничителни рамки при системния анализ на човешкия фактор. Показва се определена етапност на решенията, вземани от оператора в процесите на управление и се определят четири типа на проява на човешкия фактор.

Достоверността на резултатите при анализ на функционирането и развитието на ергадичните системи (ЕС) се определя от адекватното отчитане на човешкия фактор, който е активната част в такава система и е определящ при достигането на целите на системата.

Човешкия фактор има множество форми на проява в зависимост от конкретната ситуация и конкретните лица и може да оказва както позитивно, така и негативно действие. Въпросите за проявата на човешкия фактор са разглеждани при анализ функционирането на малки колективи, в инженерната психология, в деловите игри и т.н. Целта на предложената работа е да се разгледа този въпрос от гледна точка на системно-информационния анализ. Това е свързано с необходимостта от комплексното разглеждане на множество информационни, психологически, социоло-

гически и други прояви на дейността на човека. При това разглеждане от една страна, човекът се явява като субект - анализират се някои аспекти от поведението му, като не се отчита неговото взаимодействие с другите членове на колектива. А от друга – този анализ се основава на оценка на отношенията вътре в малки колективи, класификацията им, анализ на действащите противоречия между личните цели на човека и целите на цялата система.

Човешкият фактор (ЧФ) е обобщаващо понятие, включващо в известен смисъл понятието “човешко поведение”. По отношение на управлението на ЕС, ЧФ се разбира като относителното влияние на отделно взетия човек или целия колектив върху функционирането и развитието на една или друга страна на системата или отделна нейна част. Доколкото процесите на

функциониране и развитие са свързани с достигането на целите на системата, то анализа на ЧФ е необходимо да се извършва, изхождайки от това дали той допринася (позитивна проява) или възпрепятства (негативна проява) достигането на зададените цели на управление. Човекът, като елемент на управлението, участва във всеки етап от формирането на това управление – възприятие, разпознаване, предсказване, приемане на решение и изпълнение.

Целесъобразно е при формализацията на определението човешки фактор да се отделят такива понятия, като Ръководител (ръководители); изпълнители, реализиращи командите за управление (в стандартния случай – Оператор или оператори); външна среда; стимулиращи въздействия; ресурс. Такива взаимодействия се пораждат от това, че дадени колективи могат да имат свои лични цели, несъвпадащи едни с други и намиращи се в едно или друго противоречие с целта на системата. Човешките взаимодействия оказват много голямо влияние на колективите и техните членове – започвайки от изменението на обитаваната среда и свършвайки с въздействието на психическото им състояние. За да се построи общ модел на управление, отчитайки човешките взаимоотношения и тяхното многообразие, е необходимо разбиването на целия процес на части и въвеждането на редица обобщения.

На блоковата схема (фиг.1) като управляващ фактор е оператора с i -орентираност, т.е. той се намира в i -тото място в иерархията на управлението и е задължен за достигане j -тата цел на системата. Може да се замести единият оператор с цял колектив от оператори, конструктори, изследователи и т.н., а вместо j -тата цел – да се достига съвкупност от цели. Такъв модел не разкрива типовете отношения между оператора (операторите) и другите хора, но показва основните съставляващи, които определят формирането на целите и чрез външни стимули оказват влияние на приеманото от тях решение за компромисна цел, т.е. цел, която по-нататък се използва от тях за еталон при осъществяване на управлението на обекта. Даже такъв прост модел показва, че човешкият фактор не може да се формализира и да се включи в апарата на системния анализ, без да се внесат определени ограничителни рамки:

Първото е, че разглеждаме човека не изобщо, а относително спрямо достигането на j -тата цел на системата, при това от конкретния човек, намиращ се на i -тото място в иерархията.

Второ – отчитаме определена етапност на решенията, приемани от оператора в процеса на управление, като изхождаме от двете различни проявления на човешкия фактор: на етапа на формирането на целите и на етапа на самото управление (обозначаваме ги съответно (I и II тип). Освен основната дейност на ЧФ в контура на управление, той ще налага определен фон на цялостната дейност на оператора. Този фон зависи от редица условия, като комфортност на неговата работа и обитаваната среда, а също рационалното използване на неговите вътрешните ресурси (човешки, професионални) - (III, IV тип).

За ЧФ от I тип е важно да се определи главното, което формира личната мотивация на човека и която може да се конкурира с j -тата цел на системата. Такава постановка може да се представи като j -та лична цел на човека. Трябва да се отбележи, че личните цели могат да бъдат много, а j -та лична цел е тяхната интегрална проекция в пространството, в което е зададена j -та цел на системата. Възможни са три пределни случая на отношения между j -тата цел на системата и j -тата лична цел: 1. Личната цел отсъства; 2. Целите съвпадат; 3. Между целите съществува противоречие (ориентацията на човека към своята j -та лична цел предизвиква негативни последици в системата). В първите два случая се създават условия за приемането на човек в качеството му на ръководител при управлението, а във третия – налага се той да взема компромисно решение.

Множеството причини, които оказват влияние върху вземане на компромисно решение, се обуславят от вътрешни и външни стимули. Вътрешните стимули се определят от убеждението на човека в това, че целите на системата имат приоритет в сравнение с неговата лична цел и самосъзнанието, че е длъжен да отдава приоритет на целите на системата. Външните стимули, принуждаващи човек да прави компромис с целите на системата, са материалните и морални поощрения, материални и морални наказания и емоционално- личностния натиск върху разглеждания човек от страна на външната страна и другите хора, участващи в управлението.

Възможно е j -та цел на системата да е оптимална за системата, но може и да не е такава (да има друга d -та оптимална цел). Тогава могат да се отделят три позиции на Ръководителя или колектива:

- “консервативна” – когато се поддържа j -та цел на системата, макар оптимална да се явява d -та цел;

- “прогресивна” – когато се поддържа оптималната d -та цел на системата, макар да е зададена j -та цел;

- “ординарна” – когато се поддържа оптималната d -та цел на системата и не се оспорва нейната оптималност.

Негативна проява на ЧФ от първия тип в ij -орентираност е свойството на Оператора при вземане на решение за целите на управление да се отклонява от зададената му j -та цел на системата към негова j -та лична цел (такова негативно отклонение се предизвиква от противоречието между j -та цел на системата и j -та лична цел). Позитивната проява на ЧФ – свойството да се отклонява от зададената j -та цел към някаква d -та цел, която се явява за системата обективно оптимална (такова позитивно отклонение е свързано с висок интелект и самосъзнание на Оператора, който първо е установил оптималната за система цел, а после се стреми да я достигне).

Проявлението на ЧФ от I тип ще има своя специфика в зависимост от структурата на управление, позициите, заемани от различните хора в тази структура и т.н., но във всеки случай значение ще имат негативните или позитивни последствия, възникнали от това, че човек в качеството си на ръководство на управлението избира цел, отличаваща се от това, което му е зададено.

Преминавайки към определянето на ЧФ от II тип предполагаме, че разглеждайки β -тата цел на система, операторът в разглеждания временен интервал не я мени повече, а всички външни фактори и въздействия на него от страна на други хора, могат само да повлияят на неговите способности (качествени и временни), да формират полезната информация за вземане на решение за управление. Тук като оценка на ЧФ може да се използват такива фактори като загуба на част от полезната информация, внасяне в процесите на управление на допълнителна полезна или вредна информация, допълнителни задръжки или обратно, улеснения в процеса на преработката на информацията. Затова от гледна точка на мястото на оператора към i -тото място в

иерархията на системата могат да съществуват нормативни изисквания, касаещи преработката на информацията.

В най-простия случай процеса на формиране на изхода от оператора на полезната информация, необходима за вземане на решение ще има вид:

$$I_p(s) = W(s)'I_{ex} + I_{доп},$$

$$W(s) = \frac{e^{-\tau s}}{Ts + 1} L \quad (1)$$

където: $W(s)$ – предавателна информационна функция, L – преобразуващи свойства на използвания от тях алгоритъм, $I_{доп}$ – допълнителна (полезна или вредна) информация, която се формира от самия оператор на основа на неговия опит, интуиция или се поражда от взаимодействието с околния персонал.

Нека за i -тото място и за β -тата цел да въведем “идеалния” оператор и изхождайки от някакви приети норми, напри

мер, да считаме, че в този случай ще е в сила:

$$W(S)_{i\beta} = \frac{e^{-\tau_0 s}}{T_0 s + 1}, \quad L_0 \text{ и } I_{доп} = 0 \quad (2)$$

където: τ_0, T_0, L_0 – нормативни показатели за “идеалния” оператор.

Ръководителят и колективът, защитавайки интересите на системата, се стремят показателите на оператора да се доближават до нормативните. Да предположим, че като такива норми се възприемат показателите на “идеалния” оператор. Тогава ЧФ от II тип може да се характеризира с отклоненията от тези показатели:

- при $\tau > \tau_0, T > T_0, L > L_0$ или $I_{доп}^z > 0$ (наличие на вредна информация) – това ще е проявата на негативната проява на ЧФ;

- при $\tau < \tau_0, T < T_0, L < L_0$ или $I_{доп}^z < 0$ - позитивна.

Като корегира чрез стимули работата на оператора на дадения етап, Ръководителят и колективът могат да се придържат към три примерни режима: “консервативен” – когато се поддържат от оператора пределните норми, макар да има възможност да се получат пределните интегрални стойности на показателите; “прогресивен”- когато се

поддържа поведението на оператора за достигането на оптималния интегрален показател; “наличен” – когато се поддържат показателите на оператора във всички зададени норми и не се дава анализ за получаване на оптимални интегрални норми.

Негативната или позитивната проява на ЧФ от II тип, заемащ *i*-тото място в иерархията на управление, при вземане на решение по формирането на полезна информация, необходима за достигане на β -цел, води до отклонение по качествено-временни показатели на преработка на информацията (в по-лоша или в по-добра) от зададените нормативи.

ЧФ от III тип за основния процес на управление се явява фон, доколкото е свързан с комфортната обстановка за оператора. Този фон рядко може да играе решаваща роля и се обуславя от причини, които могат да се разбият на три основни групи:

- психологическа комфортност на работната обстановка (формални, традиционни и междуличностни отношения, пораждащи човешки отношения, подкрепяни от различни стимули);

- общо психологическо състояние, определящо средата на обитаване (семеини, жилищни и други условия от личния живот);

- информационна конфликтност на работното място (програмни и апаратурни средства за преработка на информацията и нейната обработка).

Указаните причини могат да влияят както негативно, така и позитивно на проявите на ЧФ от I и II тип. Първата и втора група причини са повече свързани с психологията и социалното осигуряване и могат да дадат някаква сравнителна оценка за степента на комфортност на работната обстановка (K_p), степента на комфортност на обитаемата среда (K_o) и информационна конфликтност (K_n). Комфортността на работата на оператора в общия случай се достига за сметка на ресурсите на системата, които като правило са ограничени. Разпределяйки своя ресурс, системата не трябва да допуска възможността за възникване на стрес в оператора и в другите членове на колектива.

Всеки човек има свой определен ограничен вътрешен ресурс (IV тип), който се явява необходимо условие за извършването от него полезна работа за системата. От тук проявите на ЧФ от I и II тип също ще се намират в зависимост от размера на този ресурс и неговото рационално използване. Вътрешният ресурс основно се свежда до временен ресурс R_t (свързан с денонощния жизнен цикъл на човека) и в определени граници ресурс от здраве, който от своя страна се състои от психически ресурс R_p и физически ресурс R_f .

Човешкият фактор в *ij*-ориентираност се явява относителен показател за работата на човека (негативни и позитивни отклонения от задания, норми и т.н., оценявани от гледна точка интересите на системата), намиращ се на *i*-тото място в иерархията на управление, при осъществяване от него на *j*-та цел в зависимост от действието на различни външни и вътрешни стимули, комфортност на обстановката, наличието в човека на достатъчен вътрешен ресурс. Така както бяха дадени, четирите типа на ЧФ могат да се свържат в един комплекс и да се търси тяхната количествена оценка с методите на системно-информационния анализ. Едино примерно свързване на четирите типа в общ комплекс е показано на фиг.2. Това е една постановка, от която от която може да се върви към формализация и измерване на ЧФ, като по определен начин го свързва с показателите за достигане на целите и подцелите на системата.

Настоящата статия засяга въпроси от методологията за построяване на комплексна система за оперативен контрол и стимулиране на човека-оператор в ергадични системи. Много практически въпроси, свързани с избора на активни точки, параметри на сондиращи и стимулиращи сигнали, алгоритми за разпознаване и вземане на решения, изискват по-нататъшно изследване и ще бъдат предмет на бъдещи разработки.

Литература:

1. Горский Ю.М. Информационные аспекты управления и моделирования., М, Наука, 1978.
2. Шеридан Т.Б., Феррелл У.Б., Системы человек-машина, М, Машиностроение, 1988
3. Эргадические динамические системы, под ред. Павлов В.В., Киев, Наук. думка, 1978



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИНФОРМАЦИОННИ АСПЕКТИ ЗА ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА КОМУНИКАЦИОННИТЕ МРЕЖИ

Антонио Андонов, Васил Къдрев

ВТУ “Т. Каблешков”, София, e-mail: a.andonov@infotel.bg

Анотация

С развитието на глобалните информационни мрежи особена актуалност добиват въпросите за оценка ролята на информацията, нейната достоверност във времето и времето, необходимо за доставянето ѝ, както и определяне на местата в мрежата откъдето и където е необходимо да се доставя информация. Тези въпроси са в начален стадий на изследване и развитие. Целта на настоящата работа е да предложи и обоснове възможни подходи за тяхното решаване.

ВЪВЕДЕНИЕ

Както е известно, методите на статистическата теория на информацията, формирани на базата на работите на Хартли, Шенон, Колмогоров, Ъджи, Харкевич и други, в своето време са послужили като база за развитието на кибернетиката като наука, но са сравнително слабо ефективни при изследването на информационните мрежи от гледна точка на принципите за организационно, методологическо и техническо единство и по отношение на икономическата им роля в конкретни реализации. Причината за това е, че статистическата информация характеризира само количествената страна на информационното съобщение, като не отразява връзката с полезността, достигането на целите, обучеността на приемника на съобщенията и т.н. Същевременно, всяко развитие и усъвършенстване на функционирането на информационните мрежи се явява целево и се определя в общ случай от динамиката на поставените цели.

Затова качествените (прагматически и семантически) характеристики на информацията в проблема за нейната оценка в информационните мрежи излизат на първо място. Със създаването на глобалните информационни мрежи изключителна актуалност придобива проблема за оценка на ролята на информацията за определянето на изискванията по отношение на обема, достоверността, времето за доставка, местата от които и където е необходимо да се достави информация, а на тази база създаването на методи за оптимално построяване на информационните мрежи по отношение на удовлетворяването на изискванията за доставка на информацията при минимални загуби и ресурси. Целта на настоящата работа е да предложи един възможен подход за такава оценка на информацията и изискванията по отношение на нейното доставяне.

В настояще време като особено перспективни се очертават две направления за целите на анализа на процесите в информационните мрежи – ситуационно и информационно. Същността на първото направление се състои в това, че моделът на

мрежата и алгоритмите на нейното управление се представят на езици, близки до естествените. Това позволява разпознаването на ситуациите и вземането на решения да има размит характер и освен това позволява благоприятни условия за информационно съгласуване на човека и компютърните мрежи. Също информационните методи трябва да позволят в информационни мерки да се анализират процесите на функциониране на моделите и приемане на решения, независимо от това в какви езици те се представят. Информационните методи трябва да позволят постигане на по високо ниво на абстракция и да създадат възможност да се свържат помежду си информация и цел, като основа на системно-информационния анализ.

ФОРМИРАНЕ НА СЪОБЩЕНИЕ ЗА ОБЕКТА

В информационните мрежи циркулира информация за обекти, процеси, събития и т.н. Тази информация се задава по принцип със стойности, т.е. цифри по отношение на отделните признаци, параметри, координати и пр., т.е. като съвкупност признаци A_1, A_2, \dots . Броят на тези признаци е възможно да бъде безкрайно голям, тъй като изобразява многообразието на природата. Всеки признак A_i в определен момент t прима определена стойност a_i от L на брой стойности. Същия може да бъде описан както следва:

$$A(t) = \{a_1(t), a_2(t), \dots\} \quad (1)$$

Стойностите на отделните признаци се изменят във времето. Ако в момент t_0 признакът A_i има стойност $a_i(t_0) = a_k$, то в момента $t > t_0$ той ще има стойност

$$A_i(t) = a_i(t_j) + \xi_i(t), \quad (2)$$

където $\xi_i(t)$ е показател на стареенето на обекта по отношение на j -я признак. Изменението на стойностите на отделните признаци във времето може да се характеризира с преходната вероятност $\pi_{kl}^{(j)}$, че признакът, имащ в момент на времето t_0 стойност a_k , в момента t ще приеме стойност a_l . На базата на тази функция могат да се прогнозираят най-вероятните стойности, което се използва в системите за управление за определяне на най-оптималните команди. Изображение, респ. отражение B на обекта A представлява извадка на някакъв краен брой

признаци $B_j \subset \{A_i\}$. Тогава може да се запише:

$$b_i(t_0) = a_i(t_0) - \varepsilon_i \quad (3)$$

където ε_i е грешката от измерване и квантуване, определяна както от системата за изображение, така и от свойствата на информационния носител. Това съобщение се нарича изходно съобщение за обекта, то може да бъде отделено от него и да съществува независимо от него. За всеки обект могат да съществуват различни изходни съобщения, различаващи се помежду си по отношение на пълнотата и точността на съдържащите се в тях признаци.

ОЦЕНКА НА ЦЕННОСТТА И ЕФЕКТИВНОСТТА НА ИНФОРМАЦИЯТА В ИНФОРМАЦИОННАТА МРЕЖА

При формиране на съобщението, за целите на въвеждането му в информационната мрежа, на същото се приписва адрес и наименование, посочващи принадлежността на съдържащата се информация към определен обект. В процеса на съхраняване и доставяне на съобщението, същото претърпява изкривяване вследствие въздействието на външни смущения и стареене на носителя. Вследствие това стойността $b_i(t)$ на параметъра B_i ще се различава от стойността $b_i(t_0)$ на изходното съобщение, т.е.:

$$b_i(t) = b_i(t_0) - \varepsilon'_i(t) \quad (4)$$

Където $\varepsilon'_i(t)$ е изкривяването, което се определя както от разстоянието и времето, така и от техническите условия за доставяне и съхранение на информацията. В общ случай, в момент на времето $t > t_0$, разликата между фактическата стойност на признака $a_i(t)$ и съобщението за този признак $b_i(t)$ ще се характеризира с грешката:

$$\delta_i(t) = a_i(t) - b_i(t) = \varepsilon_i + \varepsilon'_i(t) + \xi_i(t). \quad (5)$$

Тази грешка се определя от следните фактори: точността на изобразяване при формиране на съобщението; грешки при предаване и съхраняване на информацията, определени от техническите условия и методите за шумоустойчиво предаване;

старееето на обекта в смисъл скоростта на изменение на неговите параметри по отношение времето за доставяне и съхраняване на информацията.

Общата грешка може да бъде оценена чрез излаза:

$$\Delta(t) = \sqrt{\sum \delta_i(t)^2} \quad (6)$$

Трябва да се има предвид, че наред с изкривяванията на които са подложени отделните признаци, е възможно да бъде изкривен адресът и наименованието при формиране или при предаване на съобщението, което води до пълна или частична загуба на информация.

Под ценност на информацията, определяща нейната потребителска стойност следва да се разбира материалния ефект, който се реализира в резултат на използването на дадената информация. В зависимост от вероятностните характеристики на обекта и системата за формиране и доставка на информацията, ценността на информацията $Q(t)$ се определя с израза:

$$Q(t) = \sum_{lm} [\gamma_{lm} \sum p(k) \pi_{kl}(t) p_{km}(t)], \quad (7)$$

където $p(k)$ е вероятността, че $a_j(t_0) = a_k$.

Времето за доставка на информацията се определя от мрежата за връзка, разстоянието, обема на съобщението и натоварването на мрежата. Същите фактори определят и цената на доставяните съобщения. Ако приемем, че в мрежата циркулират r информационни потока с различни функции на старееене $Q_i(t)$, разпределения на вероятностите на времето за доставяне $\omega_j(t)$ и цени на доставките g_j , то ефективността на системата може да се определи както следва [1]:

$$W = \sum_{j=1}^r \left[\int_0^{\infty} Q(t) \omega_j(t) dt - g_j \right].$$

ПРОБЛЕМЪТ ЗА ДОСТОВЕРНОСТТА НА СЪОБЩЕНИЯТА

В настояще време, болшинството съществуващи методи за повишаване на достоверността са свързани с въвеждането на информационен излишък в съобщението при кодиране, което позволява да се изключат грешки при известна статистика на канала за връзка, но не и да се изключат грешки от измерване и формиране на съобщения.

Въпреки, че различните части на съобщенията имат различна ценност и еднаквите грешки в тях предизвикват различно обезценяване на информацията, мерките за осигуряване на достоверността са еднакви за цялото съобщение. Увеличаването на информационния излишък води до увеличаване на обема на съобщението без увеличаване обаче на неговата информативност, а това следователно води до нарастване на времето за доставка и следователно до оскъпяване на връзката. Последното произтича не само в резултат на увеличаването на обема, но и вследствие усложняването на апаратурата в предавателния тракт.

Свършено очевидно е че наличието на смущения води до загуба на информация. Получаването, обработването, предаването и съхраняването на различна по вид информация е същността на работа на всяка информационна мрежа. В този процес винаги произтича обмен на информация между различните звена на мрежата. Най-простия случай е предаване на информация от управляващо устройство към изпълнителен орган (предаване на команда). По-сложен случай е затворен контур на управление, в който информацията за резултатите от изпълнението на командите се предава към управляващото устройство с помощта на така наречената обратна връзка.

Произволна информация за да бъде предадена, трябва по съответния начин да бъде кодирана, т.е. преведена на езика на специални символи или сигнали. Една от основните задачи на теория на информацията е определяне на най-икономичните методи за кодиране, позволяващи да се предаде зададена информация с помощта на минимално количество символи. Тази задача се решава както при отсъствие, така и при наличие на изкривяване в следствие на смущение в канала за връзка.

Друга типична задача на теорията на информацията е определянето на пропускателната способност на канала за връзка с оглед на това постъпилата информация да се предаде без изкривявания и закъснения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният в настоящата статия подход позволява от една страна да се оцени ефективността на информационната система

като цяло, а от друга да се прецени ефективността и на отделните ѝ елементи и техният дял в приноса за общата ефективност. Така, ако приемем че обекта не се изменя, т.е. $a_i(t) = a_i(t_0) = a_k$, то формула (7) приема вида:

$$Q(t) = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^L p_a(k) \pi_{kl}(t) \gamma_{lk},$$

И може да се оцени влиянието на изкривяванията на информацията при нейното формиране и доставяне, а също и ефективността на устройствата, повишаващи достоверността.

Ако приемем, че системата за връзка е идеална и не внася изкривяване, т.е. , че $b_l(t) = a_l(t) = a_k$, то формула (7) добива вида:

$$Q(t) = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^L p_a(k) \rho_{nm}(t) \gamma_{k,m},$$

Коего дава възможност да се оцени влиянието на процеса стареене на обекта върху ценността на информацията.

Особено високи изисквания трябва да бъдат предявявани към адреса на съобщенията в мрежата. Самият адрес трябва да бъде построен така, че да позволява откриване и корекция на грешки, които могат да възникват както при формиране на съобщението, така и в процеса на неговото предаване.

Изложените проблеми и подходи в настоящата статия изискват по нататъшно развитие с оглед създаването на методи за оптимално изграждане на системите за връзка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Andonov, A., The functional Stability Problem in Modbile Radio Communication Systems, Monograph, VVTU, Sofia, 1996, ISBN 954-12-0030-3
- [2] Andonov, A., Determination of the Parameters for Qualitative Evaluation of the Functional Stability of Mobile Radio Communication Systems, Proceedings of Military Technical Institute, Sofia, 1995
- [3] Andonov, A., About some Properties and Application of Noiselooking Communicaation and Control Signals in Mobile Units, Second Youth School on Electronics in Transport Systems, Proceedings, 1986
- [4] Andonov, A., Synthesis Method of Matching Form Signals with the Communication Channel of Mobile Units, Proceedings of VVTU, 1992
- [5] Kamnev, E., Methods for Signal Handling in the Presence of Disturbances in the Communication Channel (Russian), M. Radio I sviaz, 1981
- [6] Fomin, A., Vavanov Y., Noise Immunity in Railway Communication Systems, Transport, 1987



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АСПЕКТИ НА ИЗГРАЖДАНЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПО КРИТЕРИЙ “СТОЙНОСТ-ЕФЕКТИВНОСТ” НА СПЕЦИАЛИЗИРАНА ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННА МРЕЖА

Васил Марков Къдрев и Антонио Владимирова Андонов

ВТУ “Т.Каблешков”, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”,
София, ул. “Г. Милев” № 158

Abstract. *A model has been developed, relating the quality of servicing of the subscribers to the described parameters. On the basis of the analysis of the results obtained from the modeling, the limits within which the specific for the integrated networks parameters influence the quality of servicing of the subscribers are determined. The results from the modeling allow formulating practical measures for assessment of the local overloading of the network according to the behavior of the subscribers.*

Key words: *quality of services, integrated services networks, local overloading.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В условията на динамично развитие на телекомуникационните и информационни технологии задачата за изграждане на телекомуникационна мрежа се усложнява както от либерализацията на телекомуникационния пазар, така и от изискванията за дългосрочност на инвестициите като се запазва отвореност на изгражданата мрежа към нови технологични решения и услуги, които биха повишили нейната ефективност. В общия случай съществуващата мрежа е необходимо да се надгражда и постепенно да се разширява до пълния си капацитет и предоставяни услуги и при необходимост да има възможност за изграждане на учрежденски/корпоративни мрежи. Необходимо е и осигуряването на цифров пренос, съответни крайни устройства

и модернизация на съединителната телекомуникационна мрежа.

Основна цел е използването на възможностите за съчетаване и баланс на инвестицията - намаляването на разходите за телекомуникационни услуги, резервни части и персонал, както и повишаването на качеството на обслужване на абонатите в съответствие с развитието на националната обществена комутируема телефонна мрежа и в зависимост от предлаганите решения от телекомуникационните оператори и доставчици на услуги.

Изискванията към подхода за реализация са свързани с необходимостта да се постигнат оптимални решения на всеки етап така, че при настоящото и бъдещо развитие, цифровизация и интеграция на обществената и ведомствените телекомуникационни мрежи, инсталираните съоръжения да се интегрират в

Васил Къдрев, гл. ас. д-р, ВТУ “Т.Каблешков”, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”, тел. 72 00 55 / в.444, email:kadrev@internet-bg.net.

Антонио Андонов, доц., д-р, ВТУ “Т.Каблешков”, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”, тел. 72 64 00.

тях с най-голямата възможна перспективност и многофункционалност от гледна точка на технико-икономическите настоящи и бъдещи решения, като средство за реализация на принципите на информационното общество.

ЕЛЕМЕНТИ НА ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННАТА МРЕЖА

При разработката на модел на телекомуникационна мрежа са взети предвид следните параметри: тип на трафикоизточниците (в това число потребители на Интернет и мобилни услуги) и тяхното нарастване, наличие на приоритети при различни дисциплини на обслужване, качество на обслужване на абонатите, особености при обслужване на интегриран трафик и мобилни абонати, външни и напречни връзки, класове услуги на абонатите, управление на достъпа до услугите и др.

Телетрафичното инженерство, приложено при традиционните телефонни мрежи, има за цел определянето на необходимия брой съединителни пътища за осигуряване на зададен трафик и при предварително дефинирано качество на обслужването (вероятности за загуби и закъснения). При използване на телефония в IP мрежите (VoIP) допълнителна цел е осигуряването на съответна честотната лента, необходима за пренасянето на трафика от телефонни повиквания и данни.

Основните типове линии използвани в мрежата са следните:

- абонатни линии (АЛ) за връзка на абонатните терминали (телефонни апарати, IP-телефонни апарати) към комутаторите. Комутаторите биват крайни комутатори КК и транзитни комутатори ТК;

- наети линии за некомутируема връзка "точка-точка";

- съединителни линии (СЛ), които могат да бъдат: - СЛ между два КК, - СЛ за връзка на КК към ТК, - СЛ с автоматичен вход АВ, за връзка на ТК с КК (за автоматично набиране на вътрешни за мрежата абонати с използването на код за достъп и абонатен номер). Тези СЛ са еднопосочни и не могат да се използват за осъществяване на изходящи повиквания от КК към ТК.

Преносът на информация може да се осъществява двупроводно дуплексно по физическа линия или четирипроводно

дуплексно при уплътняване на линията по честота или време и организирани на канали.

Мрежовият трафик бива следните типове:

- трафик с автоматично разпредяне към и от мрежата;

- входящ в мрежата неавтоматичен трафик;

- изходящ от мрежата неавтоматичен трафик;

- трафик, който се разпределя в самата мрежа;

- трафик от гласова поща;

- трафик от данни (нетелефонен), например електронна поща.

От друга страна трафикът по своите характеристики на постъпване и обслужване се разделя на телефонен и нетелефонен (данни), в зависимост от чувствителността си към закъснения се разделя на трафик изискващ обслужване в реално време (телефония, видео, интерактивен обмен на данни) и некритичен по време (извличане на данни), в зависимост от чувствителността си към грешки се разделя на критичен към грешки (някои типове данни) и некритичен.

Измерването на трафика може да се прави по два начина. Едната мерна единица CCS (Centum call seconds) определя времето през което една отделна линия е заета и се отнася за 100 сек. използване. Измерването по Ерланг определя заетостта на линия или сноп линии от броя постъпили повиквания и тяхната продължителност, отнесени за един час. Съотношението между тях е $1 \text{ Erl} = 36 \text{ CCS}$ за час.

При изграждането на телефонна мрежа, както и на мрежа за предаване на данни (компютърна мрежа, охранителна система, телеметрична система и др.) се има предвид осигуряването на съответни точки и работни места, както и разпределението на общото им захранване. В процеса на планирането и развитието трябва да се имат предвид общите маршрути на съответната използвана за предаване на сигналите преносна среда. От друга страна е необходимо точно и ясно дефиниране на интерфейсите към отделните доставчици на различните услуги. Възможно е да се определят следните аспекти в една интегрирана мрежа:

- определяне на общността на интереси, т.е. трафичния интерес на отделните абонати, абонатни групи, както и временните групи при работа върху даден проект; отделно се разглеждат аспектите на мобилния трафик;

- определяне на оптималното разположение на общите мрежови устройства

(концентратори, маршрутизатори, комутатори, сървъри) от гледна точка на обслужването и на минимизирането на дължината на съединителната мрежа и големината на отделните снопове.

- определяне на необходимата за осигуряване на качество на обслужването честотна лента при пренос на телефония, данни и мултимедия, тъй като например пакетираният телефонен трафик е високочувствителен към мрежови проблеми в отделните участъци като закъснения, струпвания и др.; същевременно е необходимо да се използват и съществуващите възможности за безжичен широколентов пренос;

Могат да се определят следните особености в процеса на изграждане на една интегрирана мрежа:

1. Определяне на потребностите в настоящия момент, както и техните възможни промени за някакъв бъдещ срок. Това се отнася както за броя и типа на терминалните устройства, така и за големината и типа на самия трафик.

2. Определяне на средната големина на трафичните потоци за всеки отделен тип трафик за определено време; определяне на средното натоварване за всяка абонатна и съединителна линия; определяне на участъците с натоварване различно от средното; определяне на качеството на обслужване за всяка отделна услуга.

3. Групиране и категоризиране на трафика в отделни направления, обхват на изходящите трафични потоци, баланс на двупосочния трафик, определяне на трафика от всяка отделна услуга.

4. Определяне на необходимия капацитет за обслужване на трафика.

- определяне на трафика на абонат за отделните предоставени му услуги;

- задаване на желаното качество на обслужването, типични стойности са: 0,01 – 0,1;

- определяне на трафика по отделните двупосочни направления в зависимост от трафика на абонат за отделната услуга и желаното качество на обслужването;

Например при равен входящ и изходящ трафик и 20 % вътрешен трафик, за 75 абоната със среден трафик от абонат 0,15 Erl и качество на обслужването 0,01, са необходими 9 двупосочни или съответно 9 входящи и 9 изходящи линии. Аналогично определяне на линиите може да се направи

въз основа на сумарния месечен, съответно дневен трафик приведен към трафика (17 %) в часа на най-голям трафик и за съответното качество на обслужване.

5. Преобразуване на телефонния трафик в IP трафик. Необходимо е да се преобразува стойността на трафика определен в *Erl*, в трафик определен в "пакети в секунда" *pps* (или "клетки в секунда" *cps*). Например при дължина на пакета 20 *bytes*, 1 *Erl* = 1440000 пакета или 400 *pps*; ако се използват цифрови канали структурирани като 64 *kbps*, то 1 *Erl* = 64 *kbps*. Същевременно е необходимо да се отчита чрез съответни коефициенти и наличието на средства за компресия (*Voice compression*) или за откриване на паузите (*Voice activity detection*) при което се променя необходимата честотна лента, т.е. постъпващият трафик. Изграждането на една съобщителна система предполага, количествено и качествено планиране на тази система. Качественото планиране се състои в оразмеряването на цялата система като съвкупност от отделни елементи. Количественото планиране засяга определянето на параметрите на компонентите (каналы, устройства), които трябва да се включат в съобщителните линии за да се покрива трафичния поток между абонатите.

СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ

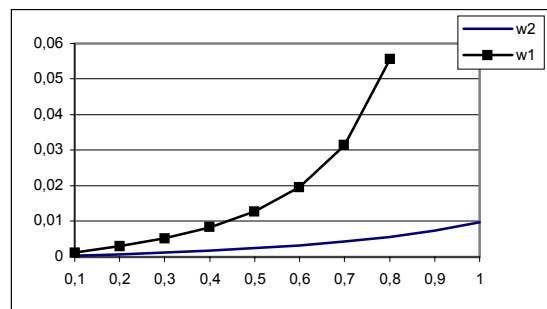
Общо за всички изброени елементи при управление на трафика е наличието на поток от постъпващи заявки за услуги. За една мрежа с интегрирани услуги, включваща абонатни и транзитни устройства закъснението "от край до край" е важен фактор при определянето на качеството на обслужване и структурата на мрежата. Поради големия брой случайно постъпващи заявки в такава мрежа, обслужващото устройство може да се представи чрез система за масово обслужване M/M/1 с чакане. В такъв случай в процеса на изграждането на телекомуникационна мрежа, с цел осигуряване на необходимото качество на обслужване на абонатите е необходимо да се разгледат вероятностите за загуби и стойностите на закъсненията при предаване на смесен трафик.

В настоящата работа се моделира работата на фрагмент на телекомуникационна мрежа с използването на симулационен модел [5], като параметрите на постъпващия трафик и на обслужването, са показани в Таблица 1[4, 5].

Таблица 1

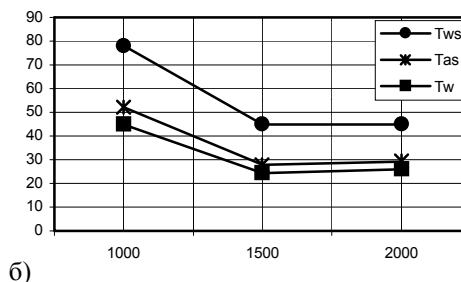
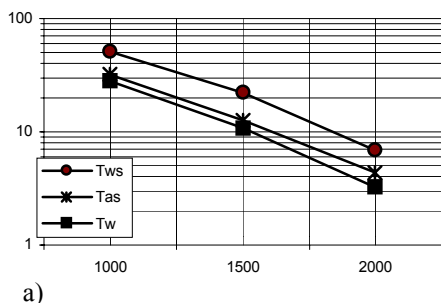
Трафик	Телефония	Данни	Видео
Средно време за обслужване, <i>ms</i>	0,1	0,1	0,1
Средна стойност на интервалите между две заемания, <i>s</i>	1 - 10	2 - 6	1 - 3
Средно допустимо закъснение, <i>ms</i>	160	600	60
Средна дължина на опашката	1 - 60	1 - 60	1 - 60

Получените резултати за стойностите на загубите в зависимост от големината на постъпващия трафик при обслужване на телефонен и смесен трафик са показани на фиг. 1, откъдето се вижда, че с увеличаването на постъпващия трафик и натоварването (над 0,8) на обслужващото устройство, вероятността за загуби рязко нараства при обслужване на смесен трафик.



Фиг. 1. Вероятности за загуби при обслужване на телефонен (w2) и смесен (w1) трафик.

На фиг. 2 са показани зависимостите на закъсненията при обслужване на телефонен и смесен трафик (при две различни стойности на обема на буфера) от средната стойност на постъпване на заявките за обслужване.



Фиг. 2. Зависимости на закъсненията (ms) при обслужване на телефонен (Tas, Tws - само за чакалите повиквания) и смесен трафик (Tw) при дължина на опашката 20 (а) и 60 (б) от средната стойност на постъпване на заявките за обслужване (ms).

От получените резултати се вижда, че при зададените параметри, вероятностите за загуби и закъснението са в границите на допустимите норми. Това е така поради достатъчно високата скорост на обслужващото устройство.

Изведените зависимости позволяват получаването на практически резултати с различна степен на детайлизация в зависимост както от въвежданите изходни данни, така и от вероятностните характеристики и трафичната достъпност на системата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модели теории телетрафика в системах связи и вычислительной технике. Под ред. д-на А. Д. Харкевич, д-р В. А. Гармаш. М., Наука, 1985.
2. Ганчев И. Компютърни мрежи и комуникации. П., Изд. Пловдивски унив-т, 1999.

3. Боянов К. и др. Компютърни мрежи и Интернет. С., ЦЛПОИ-БАН, 1998.
4. Ганева Д., Шиварова С., Първанова Н. "Перспективи за внедряване на цифрови комутационни системи от ново поколение в националната телекомуникационна мрежа на България. Сравнителен анализ на функционалните им възможности", Център за научно-техническа информация (ЦЕНТИ), София 1997 година.
5. Голева Р., В. Къдрев Изследване на параметрите на качеството на обслужване на фрагмент от АТМ мрежа. В сб. на XI научна конференция с международно участие "ТЕМПТ 2001", София, ВТУ "Т. Каблешков".
6. Комитет по Пощи и Далекосъобщения (КПД) "Стратегия за развитие на далекосъобщителните мрежи на БТК-ЕАД", София, 12.1995 г.
7. БТК "Средносрочна програма за развитие на БТК - ЕАД за периода 1996 – 2000 г.", БТК, 12.1995 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРАФИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА КЛЕТЪЧНА МРЕЖА ПРИ НЕРАВНОМЕРНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА АБОНАТИТЕ

Васил Марков Къдрев^а и Николай Владимиров Пенев^б

^а ВТУ “Т.Каблешков”, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”, София, ул. “Г. Милев” № 158, тел. 72 00 55 / в.444, e-mail: kadrev@internet-bg.net

^б ВА “Г.С.Раковски”, катедра “Комуникационни и информационни системи”, София, бул. “Е. Георгиев” № 82, тел. 43491 / в.466, e-mail: penevny@yahoo.com

Abstract. *A model has been developed, relating the quality of servicing of the subscribers to the described parameters. On the basis of the analysis of the results obtained from the modeling, the limits within which the specific for the mobile networks parameters influence the quality of servicing of the subscribers are determined. The results from the modeling allow formulating practical measures for assessment of the local overloading of the network according to the behavior of the subscribers.*

Key words: quality of servicing of the subscribers, mobile networks, local overloading.

ВЪВЕДЕНИЕ

Особеност на клетъчните системи е, че броят на разговарящите по едно и също време потребители в клетката се ограничава от броя на радиоканалите в нея. Това всъщност е трафичната достъпност на базовата станция. Многократното използване на едни и същи честотни канали в съседни клетки се ограничава от междуканалните радиосмущения в клетките. Затова в група съседни клетки се използват различни канали, което намалява допълнително трафичната достъпност на отделната клетка.

Клетъчните телекомуникационни мрежи обслужват мобилни абонатни терминали за предаване на глас и данни. Върху качеството на обслужване на абонатите влияят както

класическите параметри на трафика (интензивност на входящите повиквания, продължителност на обслужването, достъпност на базовата станция), така и специфични параметри, определящи се от подвижността на абонатите: вероятност за преминаване в съседна клетка (както и вероятност за преминаване през няколко клетки) и неравномерното разпределение на абонатите, което се характеризира с относителния дял на всички абонати на мрежата (или на фрагмент от нея), преминали в няколко съседни клетки.

Важен въпрос при разработката на клетъчните системи представлява разпределението на честотните канали по базовите станции. Това се налага, за да бъде намалено до допустимите норми нивото на

Васил Къдрев, гл. ас. д-р, ВТУ “Т.Каблешков”, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”, София, ул. “Г. Милев” № 158, тел. 72 00 55 / в.444.

Николай Пенев, гл.ас., д-р, Военна академия “Г.С.Раковски”, катедра “Комуникационни и информационни системи”, София, бул. “Е. Георгиев” № 82, тел. 43491/в.466.

междуканалните смущения в съседните клетки на мрежата. Но подобряването на качеството по критерий “прослушване” води до повишаване на отказите при установяване на съединенията поради многократно намаляване на достъпността на отделната клетка. На практика съществуват два начина за увеличаване на достъпността на клетката в клетъчните системи – увеличаване на честотния диапазон (броя на каналите) и динамично преразпределяне на каналите. По този начин се увеличава средната трафична достъпност на клетката чрез динамично разпределяне на канали с неповтарящи се честоти между група съседни клетки.

АНАЛИТИЧЕН МОДЕЛ

Развитието на клетъчните системи протича в две направления свързани с повишаване на броя на мобилните абонати и интегриране на всички класове услуги (глас, данни, видео, мултимедия) в една мрежа. Това води до повишаване на общата интензивност на трафика и на неговата неравномерност както по време, така и пространствено. Тъй като достъпът на мобилните абонати до мрежата се осъществява от различни типове и поколения клетъчни системи, актуално е да се изследват трафичните характеристики на тези системи.

В телетрафичните модели на клетъчните системи, освен параметрите за мрежите със стационарни абонати, е необходимо да се отчита неравномерното пространствено разпределение на мобилните абонати. Това позволява да бъде определяно качеството на обслужване на абонатите в претоварените области на мрежата.

Математическият модел на клетъчна мрежа като система за масово обслужване с откази се базира на следните изходни параметри:

– S - степен на претоварване и представлява вероятност за концентриране на абонатите в претоварена област от клетки, т.е. ако всички абонати са концентрирани в претоварената област $S = 1$;

– N - брой на всички абонати в клетъчна мрежа;

– R - брой клетки в мрежата;

– C - брой клетки в група от клетки, всяка от които използва радиоканали с неповтарящи се честоти;

– Q - брой на всички радиоканали в група от C клетки с неповтарящи се честоти;

– m - брой клетки в претоварената област на мрежата, $m = 1, 2, \dots, R-1$;

– q - брой запазени (фиксирани) канали, с които разполага една клетка, $q = 0 \div Q/C$;

– k - брой канали в една клетка (трафична достъпност на клетката), $k_{min} = Q/C$ при фиксирано разпределение на каналите;

– a - среден трафик от един абонат;

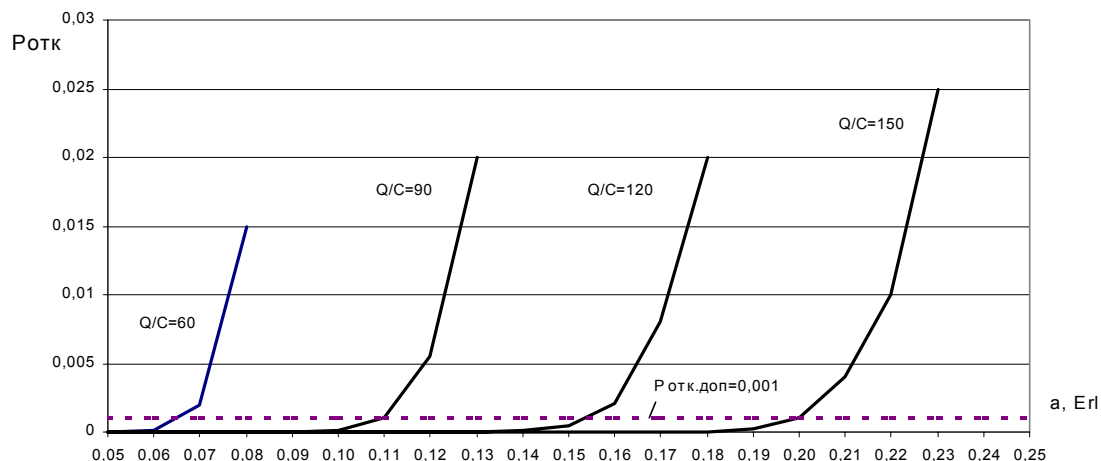
– α - трафик във всяка клетка;

Ще разгледаме клетъчна мрежа с шестоъгълни клетки при $C = 7$ и следните стойности на параметрите: $N = 600000$, $R = 1000$, $Q = 420 - 1050$, $k = 60 - 150$, $a = 0,05 - 0,25 \text{ Erl}$, $\alpha = 30 - 150 \text{ Erl}$.

При равномерно разпределение на абонатите могат да бъдат получени гранични значения за качеството на обслужване на абонатите в зависимост от интензивността на абонатния трафик и достъпността на клетката. При постоянна достъпност $k = Q/C$ и постоянен трафик в една клетка $\alpha = N.a/R$ качеството на обслужване на абонатите може да бъде оценено като вероятност за отказ в система за масово обслужване $M/M/k$ при експоненциално разпределение на входящите заявки и на времената на обслужване. На фиг. 1 са показани зависимостите на вероятността за отказ $P_{отк}$ от средния трафик от един абонат a при $k = Q/C = const$.

От фиг. 1 се вижда, че при всяко конкретно значение на $P_{отк.доп.}$ може да бъде определен максималният абонатен трафик a_{max} , който ще се обслужва качествено при $k = Q/C = const$. Параметърът достъпност трябва да бъде заложен в мрежата в зависимост от перспективите за повишаване на абонатния трафик в интегралната мрежа (интернет, широколентови услуги).

На практика обаче мобилните мрежи работят при неравномерно разпределение на абонатите. Появяват се области от претоварени клетки в които качеството на обслужване може рязко да намалее. За да не бъде ограничен абонатния трафик, претоварените клетки трябва да увеличат своята достъпност. Това може да се осъществи чрез излишък от канали в клетката, което е неефективно или чрез динамично предоставяне на канали от съседни непретоварени клетки.



Фиг. 1. Вероятности за отказ при равномерно разпределение на абонатите

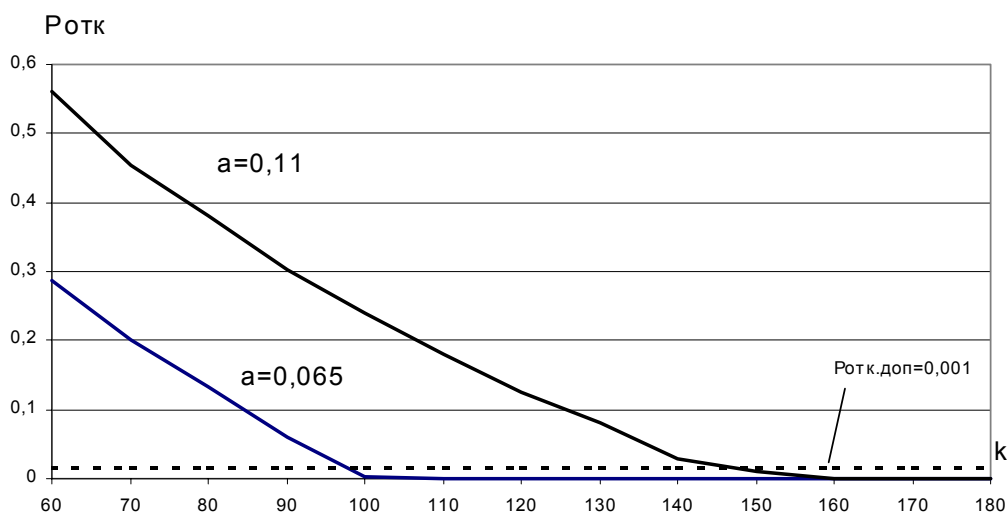
В настоящата работа се предлага метод за определяне на необходимата увеличена достъпност на претоварените клетки за поддържане на качеството на обслужване на абонатите в необходимите норми. За целта се използва разработеният математически модел предложен в [5].

Ако в разгледаната по-горе мрежа вследствие на движението на мобилните абонати възникне област от претоварени

клетки, трафикът във всяка от тях се определя като:

$$\alpha = \left(\frac{m}{R} + \frac{R-m}{R} \cdot S \right) \cdot \frac{1}{m} \cdot N \cdot a$$

При $m = 3$ и $S = 0,003$, което при тези стойности означава, че броят на абонатите в претоварените клетки приблизително се е удвоил, в тях вероятността за отказ в зависимост от достъпността k е показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Вероятности за отказ при удвоен брой абонати в област от три претоварени клетки

Сравнението на двете фигури показва, че при една и съща вероятност $P_{отк.доп.} = 0,001$ в непретоварената клетка са необходими 60 канала при абонатен трафик $a = 0,065 Erl$, докато в претоварената клетка са необходими приблизително 100 канала. В този случай претоварената клетка трябва да получи 40 канала от съседни клетки или да има собствен резерв от 65 %. Същият анализ при $k = 90$ и $a = 0,11 Erl$ показва, че претоварената клетка трябва да разполага със 150 канала, което е същото в процентно отношение.

Тъй като са възможни случаи на претоварване много по-големи от удвояване на абонатите в клетката, във всеки конкретен случай трябва да се оценява вероятността за отказ и да се увеличава достъпността на клетките в областите на вероятни претоварвания.

Показаните зависимости позволяват да се определя качеството на обслужване на абонатите при различни стойности на абонатния трафик a , както и при различни стойности на параметъра S - вероятността за

концентриране на абонатите в претоварена област от клетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов М.К. Системи и мрежи за персонални комуникации. – С., Прокон, 1998.
2. Попов М.К. Клетъчни радиотелефонни системи. – С., Св. Георги Победоносец, 1998.
3. Мирчев С. Телетрафично проектиране. ТУ - София, 1999.
4. Goleva R.I. Quality of Services Analyses of Telecommunication and Information Services. In Proceedings of the National Conference with foreign participation "Telecom '99", Varna, Bulgaria, October 26-28, 1999, vol.2, pp. 67-73.
5. Пенев Н.В., В.М. Къдрев Влияние на неравномерната плътност на мобилните абонати върху качеството на тяхното обслужване. В сб. на национална конференция с международно участие "Телеком 2000", Варна, 11–13.10.2000 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ОБСЛУЖВАНЕ НА ФРАГМЕНТ ОТ АТМ МРЕЖА

Росица Иванова Голева^а, Васил Марков Къдрев^б

^а Технически университет – София, катедра “Съобщителна техника”, e-mail: rig@tu.acad.bg

^б ВТУ “Т. Каблешков” – София, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”, e-mail: kadrev@vtu.acad.bg

Abstract. *This paper presents generic simulation model of ATM traffic sources and ATM multiplex. Traffic sources are voice, e-mail, ftp, video and HDTV types. They are modeled as deterministic traffic streams with different rate of cell generation. The model can be approximated as D*/D/1 queueing system where arrival process is modified. D* means a composition of different deterministic cell flows. With this model we analyze the ATM multiplex behaviour in overload conditions. We also derive characteristics as individual and cumulative cell losses, individual and cumulative cell delays, maximal queue length, average queue length as well as the distributions of the listed delays.*

Key Words: ATM, deterministic traffic source, ATM multiplex, cell loss, cell delay, performance, quality of services.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

АТМ (Asynchronous Transfer Mode) е асинхронен метод за пренасяне на информация, основан на преноса и комутацията на клетки по виртуални пътища и виртуални канали. АТМ технологията е в основата на изграждане на широколентовите цифрови мрежи с интеграция на услугите (Broadband Integrated Services Digital Network - BISDN). Клетките в АТМ мрежите са с фиксирана дължина. Принципната унификация на преноса и комутацията в мрежата дава възможност за предаване на всякакъв вид информация като глас, данни, аудио, видео с ниска разрешаваща способност, телевизия с висока разрешаваща

способност, образи. Високоскоростните преносни и комутационни системи дават възможност за комуникация между потребителите в мрежата с високо качество и не налагат непрекъсната проверка за грешки в междинните звена на мрежата. Виртуалните канали и виртуалните пътища от своя страна осигуряват изключителна гъвкавост на мрежата от гледна точка на управлението и маршрутизацията ѝ. Потребителите от своя страна имат възможността да договорят в известни граници скоростите за предаване на информация и други параметри на качеството на предаване, съобразно своите потребности и изисквания към услугите.

Моделирането и описанието на работата на отделните възли в АТМ мрежата става с помощта на АТМ мултиплексори,

Росица Голева, гл.ас., Технически университет – София, катедра “Съобщителна техника”.
Васил Къдрев, гл.ас., д-р, ВТУ “Т. Каблешков” – София, катедра “Съобщителна и осигурителна техника и системи”, ул. Гео Милев 158.

осъществяващи статистическото уплътнение на клетките. ATM мултиплексорите са в основата на описанието на работата на ATM комутаторите. Така, че моделирането на услуга или на част от мрежа може да бъде интерпретирано като подмножество на сложна система от свързани мултиплексори със смесени разпределения на входящите потоци, различен брой места за чакане, различни дисциплини на обслужване и различен брой на еквивалентните обслужващи устройства. На практика се получават сложни системи за масово обслужване, при които е трудно или невъзможно получаването на точни аналитични резултати. Преди да се опита да моделираме система от многосвързани ATM мултиплексори, нека да изясним работата на един мултиплексор, а именно този, който осъществява първоначално статистическо мултиплексиране на информацията от трафикозточниците. Анализът на работата на такъв мултиплексор на базата на симулационна програма е и целта на настоящата работа.

2. МОДЕЛ НА ATM МУЛТИПЛЕКСОР

В литературата, описваща съвременните комуникационни системи, ATM мултиплексорите най-често се моделират като едноканални системи с чакане с различни дисциплини на обслужване [1], [2], [3]. Предвид на характера и принципите на изграждане на широкоплатовите мрежи с интеграция на услугите е необходимо моделът да описва и диференцира различен брой и тип трафикозточници със съответното специфично натоварване, да дава възможност за промяна на дължината на опашката, динамично да обслужва клетките с различни дисциплини.

Скоростите на изхода на мултиплексора зависят до голяма степен от мястото на свързване в мрежата и могат също да варират в доста широк диапазон - от няколко по 64 Kbit/s до 625 Mbit/s и повече. Възможни параметри на изследване в този случай са вероятността за загуба на клетка и разпределението на вероятностите за чакане, в зависимост от дължината на опашката, както и като функция на броя и типа на трафикозточниците при различни дисциплини на обслужване. В настоящата работа авторите считат, че рядко дължината на опашката надхвърля 100 клетки [4], [5].

По-голямата дължина на опашката би довела до натрупване на закъсненията от чакане и прекомерно нарастване общото закъснение на клетка (от край до край). Съответно и дисперсията на това общо закъснение би била значителна и следователно неприемлива от гледна точка на изискванията за качество на обслужване. В представения модел дисциплината на обслужване първоначално е приета да бъде "първ постъпил, първ обслужен" (First Input First Output - FIFO). На практика моделът е универсален, т.е. налице е механизъм за промяна на дисциплината на обслужване [3], [6], [7].

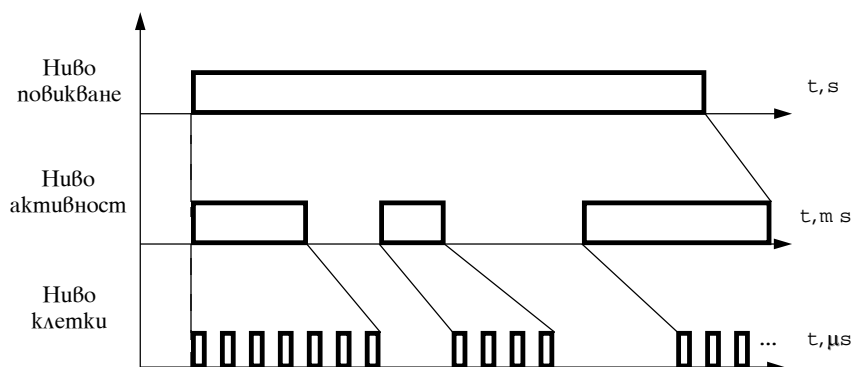
3. МОДЕЛ НА ТРАФИКОИЗТОЧНИЦИТЕ В BISDN

В сравнение с традиционните трафикозточници в телефонната мрежа, мрежите за данни, мрежите за кабелна телевизия, ATM трафикозточниците са принципино различни по своя характер. Нещо повече, заложената възможност динамично да се променя характера на услугите затруднява преценката доколко съществуващите измервания на трафика могат да служат за отправна точка при проектиране, планиране, управление и развитие на ATM мрежата. Практически понастоящем всяка нова услуга потенциално е в състояние да предизвика претоварване в отделни участъци от мрежата. Такава услуга може също да затрудни достъпа на част от потребителите до мрежата, ако не се прилага специална динамична процедура за договаряне и ограничение на достъпа за потребители, генериращи висок трафик от клетки. Като пример могат да се посочат видеоконферентните услуги (multiparty and multiconnection calls), при които потребителите обменят не само гласова информация, но и данни, видео, образи и т.н. в реално време. Това налага мрежата да бъде гъвкава с възможност за бързо или относително бързо преконфигуриране от една страна и управление на достъпа от друга страна. Това е и причината в BISDN да се използват виртуални пътища и виртуални канали за разлика от останалите типове мрежи. Виртуалните канали и възможността за договаряне на скоростта на предаване и други параметри на качеството са в основата на динамичната схема за предоставяне на услуги на потребителите, т.е. за управление на достъпа.

От друга страна, на потребителите се предоставя възможността да пренасят едновременно различен тип информация - говор, данни, телевизия, образ, аудио. Характерът на параметрите на трафикозточниците и параметрите на процеса на обслужване при услуга телефон (voice) коренно се различават от съответните параметри на сесията при услуги обмен на файлова информация (ftp) или електронна поща (e-mail). Съвършено различна е картината при кабелна телевизия или услуги като видеоконферентна връзка. Именно тази важна особеност естествено налага използването на единен универсален модел на трафикозточниците, който ще ни даде възможност да описваме в параметричен вид повиквания от различни типове услуги. В цитираната литература са описани редица аналитични модели на ATM трафикозточници. Те не отговарят напълно на поставените по-горе изисквания. В настоящата работа е представен параметричен симулационен модел на ATM

трафикозточник и модел на ATM мултиплексор като базово обслужващо устройство в ATM мрежата.

На фиг. 1 е показана схемата на декомпозиране на информацията от един трафикозточник от ниво повикване до ниво клетки. Ниво повиквания е характерно за телефонната мрежа. Ниво активност дефинира характера на отделните сесии на повикването, например фазите на мълчание и говор при услуга "телефон" или фазите на обмен и пауза при обмен на данни (ftp услуга). Това ниво съвпада с нивото на повикването при някои симплексни услуги като "e-mail". Нивото на клетките е типичното ATM ниво. Клетките в дадена фаза на активност се генерират със скорост, съобразена с количеството на предаваната информация. Така генерираните клетки постъпват в мрежата с договорената между потребителя и мрежата скорост на предаване. Договорената скорост зависи от приложената процедура за управление на достъпа.



Фиг. 1. Механизъм на декомпозиране на информацията от един трафикозточник.

Цел на нашата работа е параметризирането на отделните фази на ATM трафикозточника с цел лесното описание на различни типове трафикозточници за цялата съвкупност от известни видове услуги в BISDN. За тази цел е необходимо описанието на разпределенията на интервалите на постъпване на повикванията и на тяхната продължителност, броя на фазите на активност и тяхната продължителност, броя клетки за предаване на необходимото количество информация в

дадена фаза, вероятността да се предава едновременно или последователно различен тип информация с постоянна или различна скорост. Таблица 1 представя параметрите на описания процес. Трябва да отбележим, че предвид на динамично променящия се и малко изследван характер на трафика някои от данните са приблизителни и в случая касаят най-тежкия случай на разпределение [1], [8], [9].

Таблица 1. Параметри на ATM трафикозточници.

Услуга	λ_{calls}	$\lambda_{burst/pause}$	λ_{cells}	$\tau_{serv.}$
voice N=1..14	непрекъснат поток	без паузи	$1/\lambda_{cells} = 17 \text{ ms}$	$\tau_{av} = 3 \text{ } \mu\text{s/cell}$
ftp	непрекъснат поток	без паузи	$1/\lambda_{cells} = 1 \text{ ms}$	$\tau_{av} = 3 \text{ } \mu\text{s/cell}$

N=1..14				
email N=1..14	непрекъснат поток	без паузи	$1/\lambda_{\text{cells}} = 1 \text{ ms}$	$\tau_{\text{av}} = 3 \text{ } \mu\text{s/cell}$
video N=1..14	непрекъснат поток	без паузи	$1/\lambda_{\text{cells}} = 1 \text{ ms}$	$\tau_{\text{av}} = 3 \text{ } \mu\text{s/cell}$
HDTV N=1..14	непрекъснат поток	без паузи	$1/\lambda_{\text{cells}} = 200 \text{ } \mu\text{s}$	$\tau_{\text{av}} = 3 \text{ } \mu\text{s/cell}$

Означенията в таблицата са следните:

- voice - телефон
- ftp - обмен на файлове
- email - електронна поща
- video - видео с ниска разрешаваща способност
- HDTV - видео с висока разрешаваща способност
- N- брой трафикозточници
- λ_{call} - интензивност на трафика на ниво повиквания
- $\lambda_{\text{burst/pause}}$ - интензивност на трафика на ниво серии
- $1/\lambda_{\text{cells}}$ - средна стойност на времеинтервала на постъпване на клетки от един трафикозточник
- τ_{av} - средна стойност на времето на обслужване в мултиплексора

Разгледаните примери се отнасят за услуги като телефон (voice), електронна поща (email), обмен на файлове (ftp), видео с ниска разрешаваща способност (video), видео с висока разрешаваща способност (HDTV).

4. СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ

Симулационният модел включва модел на обслужващия ATM мултиплексор и модел на ATM трафикозточниците (фиг. 2). Принципите на описания алгоритъм на обслужване са реализирани с използването на езика за моделиране на дискретни събития GPSS [10]. В модела са заложили възможности за промяна на броя, типа и специфичното натоварване на трафикозточниците, промяна на разпределенията на постъпване на повикванията, разпределенията на фазите на активност, разпределенията на видовете клетки, промяна на приоритетите на обслужване, дължината на опашката, скоростта на обслужване. Предвидени са следните типове разпределения за описание на трите нива на декомпозиране (фиг. 1): експоненциално, хиперекспоненциално, детерминирано, нормално и ерлангово [11], [12], [13]. Трафикозточниците са сортирани

в групи, съобразно услугите, изброени по-горе.

На всяка входяща заявка се присвояват първоначално съответните атрибути и генерираните от нея клетки в нивата на активност постъпват за обслужване към ATM мултиплексора, който обслужва с фиксирана скорост в даден момент само една клетка. Новопостъпила клетка чака в опашката или се губи, ако няма място за чакане [14].

В резултат от работата на модела се отчитат сумарните и индивидуалните загуби на клетки и съответните сумарни и индивидуални закъснения на клетки за различните типове трафикозточници и при различни услуги, параметрите на опашката като максимална дължина, средна дължина, брой клетки, преминали през опашката без да чакат, брой на чакащите клетки, средно време на чакане на всички клетки, средно време за чакане само на чакащите клетки, както и разпределенията на тези времена.

Началните условия предполагат получаването на резултати при дисциплина на обслужване на клетки FIFO без приоритети. Нивото на активността е пренебрегнато с цел анализ на преходните процеси в състояние на претоварване на мултиплексора. По този начин със симулационния модел се изследва най-тежкия режим на работа. Практически за времето на всяко повикване се генерират клетки с детерминирано разпределение и със скорост, съобразена с типа предавана информация (табл. 1). Така направената апроксимация утежнява работата на модела.

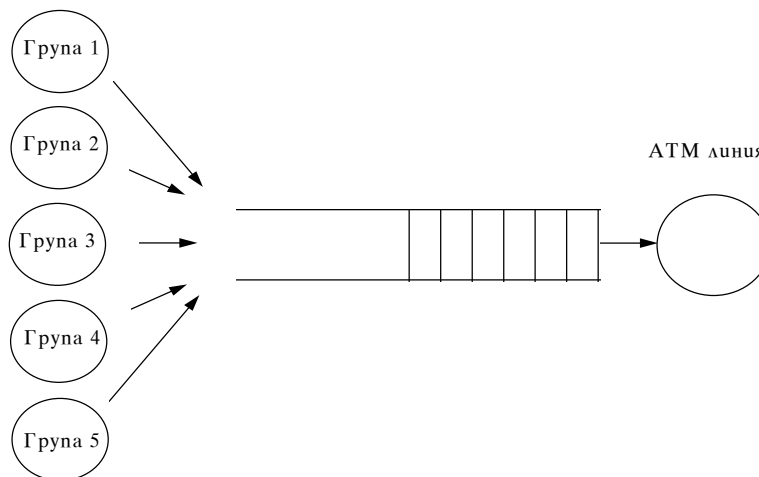
Дължината на опашката L_q е фиксирана от 0 до 60 места за чакане. Броят трафикозточници (групи: 2 - 14) се променя от 10 до 70. Всяка група включва изброените по-горе пет типа трафикозточници. Така композираният модел прави 48 итерации с различни входни данни.

Резултатите се обработват за всяка отделна комбинация от входни данни с оглед достигането на точност 5 % при доверителен интервал 0,95 съобразно критерия на Стюdent.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследванията на загубите и закъсненията при различни разпределения на входящите потоци при настройката на модела показват, че входящите потоци с детерминирано разпределение влияят най-силно на

натоварването на мултиплектора. Съвкупността от параметри на модела е подбрана по такъв начин, че той да работи в екстремални условия на висок трафик, предвид на факта, че в ATM мрежите загубите и закъсненията при обслужване са редки събития.



Фиг. 2. Схема на симулационния модел.

Загубите при съответния брой трафикозточници клонят към нула при дължина на опашката над 60 клетки. Настоящата работа представя разработка на симулационен модел на закъсненията и загубите в ATM мултиплексор като основа за едно по-мощно изследване на характеристиките на качеството при обслужване на различни типове трафикозточници, с различни приоритетни схеми и при различни скорости на обслужване на клетките. Особено внимание е обърнато на модела на трафикозточниците в BISDN, който е обект на усилен изследвания и динамични промени. Характеристиките на трафикозточниците в BISDN са различни в сравнение с тези на трафикозточниците в телефонните мрежи. Нещо повече, трудно е да се предвиди какъв ще бъде моделът в перспектива по отношение на нови услуги и вграждането им в мрежата. Поради ограничения обем на работата са представени само пет вида трафикозточници - voice, e-mail, ftp, video, HDTV. Същите са групирани с цел улесняване на работата на модела. Тъй като потокът от клетки, генериран от тези трафикозточници, е детерминиран, ефектът от статистическото мултиплексиране се подтиска, но пък моделът се поставя в екстремални условия и по-лесно се оценяват

вероятностите за загуби и закъснения на клетки. В процес е продължение на работата в посока на прецизиране на модела на трафикозточниците, приоритетната схема на обслужване, динамичната промяна на скоростта на обслужване.

6. ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ

- [1] Collivignarelli, M., A. Daniele, G. Gallassi, F. Rossi, G. Valsecchi, L. Verri, System and Performance Design of the ATM Node UT-XC, IEEE Selected Areas On Communication, 1994.
- [2] Ginsburg, D., ATM Solutions for Enterprise Internetworking, Addison-Wesley, 1996.
- [3] Goleva, R., Complicated Simulations in Broadband Integrated Services Digital Networks Using SDL, Proseedings from International Conference Telecom'96, Varna, Bulgaria, 1996 (in Bilgarian)
- [4] de Prycker, Martin, Asynchronous Transfer Mode. Solution for Broadband ISDN, Ellis Horwood, New York, 1991, ISBN 0-13-053513-3.
- [5] Krishnan, R., J. Silvester, Resource Allocation in Broadband Networks - Cell, Burst or Connection Level?, IEEE Selected Areas On Communication, 1994.

- [6] Hui, Joseph Y., Switching and Traffic Theory for Integrated Broadband Networks, Kluwer Academic Publishers, 1990, ISBN 0-7923-9061.
- [7] Lee, D., Effect of Leaky Bucket Parameters on the Average Queueing Delay: Worst Case Analysis, IEEE Selected Areas On Communication, 1994.
- [8] Atai, A., J. Hui, A Rate-Base Feedback Traffic Controller for ATM Networks, IEEE Selected Areas On Communication, 1994.
- [9] Davenport, W. B., Probability and Random Processes, New York: McGraw Hill, 1970.
- [10] Шрайбер Т. Моделирование на GPSS: Пер. с англ. под ред. М.А.Файнберга. - М., Машиностроение, 1980 г.
- [11] Ferrari, Domenico, Computer System Performance Evaluation, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 07632, 1978, ISBN 0-13-165126-9.
- [12] Kleinrock, Leonard, Queueing Systems, Volume I: Theory, John Wiley and Sons, 1976, ISBN 0-471-49111-X (v. 1).
- [13] Kleinrock, Leonard, Queueing Systems, Volume II: Computer Applications, John Wiley and Sons, 1976, ISBN 0-471-49111-X (v. 2).
- [14] Wu, M. H., Asynchronous Transfer Mode (ATM): A Tutorial, AT\&T Bell Laboratories, International Memorandum, 1991.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

КОМПЮТЪРНА ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КОНТУРИТЕ НА СКАНИРАНО ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗА ДИАГНОСТИКА И АНАЛИЗ НА МАШИНИ ЕЛЕМЕНТИ

Димитър Ралев

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, София, ул. Гео Милев №158, България,
1574, E-mail: ralevi_bul@yahoo.com

Стефан Пищиков

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, София, ул. Гео Милев №158, България,
E-mail:

Никола Ралев

Технически Университет-София, София 1000, бул. "Кл. Охридски" №8, България.
E-mail: nralev@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

Предмет на настоящата статия е компютърна технология за определяне на контурите на сканирано изображение за диагностика и анализ на машинни елементи. Методът се основава на определяне на рязката граница между цветовете на сканираното изображение и отделяне на контура от основното изображение. Основните геометрични параметри на анализирания машинен елемент може да се определят с висока точност, без да е необходимо използване на класически измервателни инструменти и приспособления.

Основни моменти при използването на компютърна технология за снемане на геометричния профил в напречно сечение на машинни елементи със сложна форма.

При ремонтно-възстановителни работи на машинни възли се налага подмяната на някои от елементите на възела в зависимост от степента на износването им. Това изисква определянето на геометричния профил на съответния елемент.

Димитър Ралев, доц. д-р, инж., висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, София, 1574, ул. Гео Милев №158, България,

Стефан Пищиков, задочен аспирант, висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, София, 1574, ул. Гео Милев №158, България

Никола Ралев, студент, технически университет-София, София 1000, бул. "кл. Охридски" №8, България.

След изработването на машинния елемент е необходимо да се извърши контрол на неговите геометрични параметри и се направи заключение за годността му.

Този подход трудно се прилага при машинни елементи, като зъбни колела с наклонени зъби, червячни и конусни зъбни колела, турбинни колела и други поради сложната форма на работния им профил, за което е необходимо специализирано метрологично оборудване.

В редица случаи е необходимо снемането на профила на елемента със сложна форма да се извърши чрез използване на три координатна измервателна машина или други специализирани измервателни устройства. Постиганата от тях точност в някои случаи е незадоволителна, особено при измерване на прецизни машинни елементи, а средствата необходими за закупуването им са значителни.

Развитието на компютърната техника създава възможност за разработване на компютърни технологии, базиращи се на широко разпространените сканиращи устройства и възможностите за анализ на полученото изображение чрез използване на подходящи компютърни технологии.

Разработката е насочена към усъвършенстване на компютърната технология за снемане на геометричния профил в напречно сечение на машинни елементи със сложна форма съгласно [1],[2].

Основни моменти при използване на компютърната технология за определяне на контура на сканирано изображение.

За реализиране на предлаганата технология е необходим настолен компютърен скенер с разделителна способност 600x600 точки на инч или по-висока, в зависимост от необходимата точност за провеждане на размерния анализ. Определянето на възможностите на сканиращото устройство за точно възпроизвеждане на графичното изображение на изследвания образец се осъществява чрез контролни измервания на геометричните размери на същия с помощта на

микроскоп.

След извършване на сканирането, с помощта на програмен продукт за обработка на графичен образ, например “Adobe Photoshop”, са измерени размерите на полученото графично изображение и са съпоставени с аналогично получените с помощта на микроскоп. Отклонението в резултатите варира в границите 0,018...0,03 mm [1].

Анализът на произхода на грешката показва, че тя е обусловена основно не от точността на сканиране, а от точното определяне положението на търсените точки и от стъпката на позициониране на курсора. В тази връзка измерването на координатите на точките трябва да става от страната, където няма фаска или закръгление и да се потърси по-точен метод за определяне на координатите на контролните точки, служещи като входни данни за програмата за размерен анализ.

Определянето и отделянето на контура на сканираното изображение дава възможност за точно определяне на координатите на точките, необходими за въвеждане в компютърна програма за размерен анализ на изследвания машинен елемент.

За определяне на геометричните параметри на зъбното колело са необходими следните изходни данни, получени от сканираното изображение (фиг. 1) [2]:

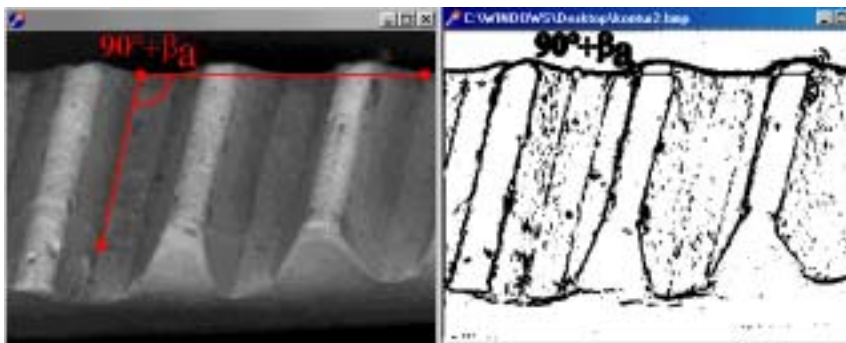
1. За системата на изработване на зъбното колело (метрична или цолова) - измерва се широчината на зъбния венец или диаметъра на отвора за монтиране на зъбното колело върху вала и по получените стойности се съди за системата на изработване. Ако размерът, измерен в милиметри, е цяло число системата на изработване е метрична. Стойността след десетичната точка се преценява дали може да бъде допуската при изработването или не.

2. Брой на зъбите на зъбното колело;

3. Ъгъл на наклона β на зъбите (*в радиани*) - точната стойност на ъгъла се получава чрез описания по-горе метод;

4. Координати на точка от челното сечение, в която е мерен ъгъла на наклона β на зъбите - ако е мерен по върховата или петовата окръжност се взема произволна точка от съответната окръжност;(фиг. 1)

5. Координати на три или повече точки от върховата окръжност;



Фиг. 1

Преди филтриране

След филтриране

6. Координати на точки от еволвентния профил на зъба - за всеки еволвентен профил се въвеждат по две точки. Желателно е да се използват поне три еволвентни профила.

7. Координати на пресечните точки на еволвентния профил на зъба с произволна окръжност, чиято ос съвпада с оста на зъбното колело. Желателно е диаметърът на окръжността да се избира *по-малък от делителния диаметър* на зъбното колело - това се определя визуално.

За откриване на по-горе посочените точки е разработен софтуер, с помощта на който се улеснява намирането на координатите на точките, изискващи се от програмния продукт за дешифриране на зъбни колела, като входни данни. На програмата се подава сканираното изображение в "BMP" формат. За улеснение на потребителя и за постигането на по-голяма точност от изображението се извличат само контурите.

В зависимост от това колко контури има в изображението в програмата са предвидени три степени на извличане на контури от изображението, като първата извлича най-малко (в програмата "EDGE SOFT"), а третата най-много ("EDGE HIGH"). Това се прави с цел в изходното изображение да има възможно най-малък брой контури, но без да има загуба на информация (Фиг. 2).

След намирането на контурите програмата предлага възможност за инверсия на цветовете на изображението. По този начин контурите излизат на преден план, при което се улеснява посочването на точките, изискващи се като входни данни за програмата за изчисление на съответното зъбно колело.

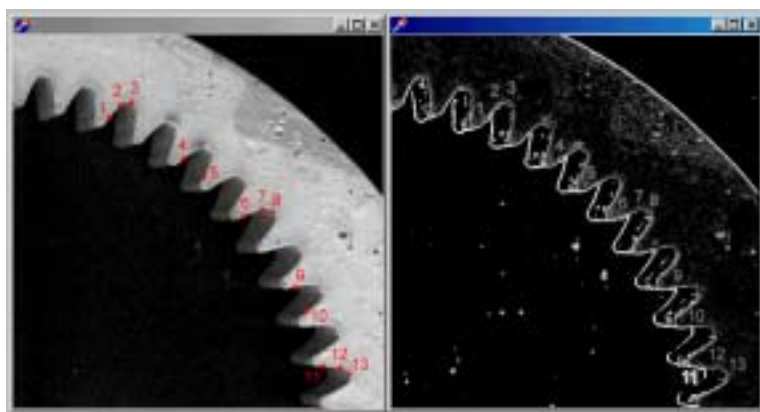
Тъй като получилите се контури

на зъбното колело са с някаква дебелина, центъра на точките, изискващи се като входни данни трябва да се намира в центъра на съответния контур. За постигането на по-голяма точност се увеличава изображението с вече намерените контури, което увеличава вероятността да се намери центъра на съответния контур. В програмата не се използва стандартния метод за увеличаване "ZOOM",

както е при известни програмни продукти като "Adobe Photo Shop" и др. При геометрични трансформации мрежата от точките на входното изображение не е задължително да е свързана с мрежата от точките на изходното изображение или казано по друг начин, не винаги има увеличение на дадено изображение с цели пъти, от където може да възникнат неточности (изкривявания) при създаването на новото изображение. Следователно за изчисление на интензитета на точките на изходното изображение, функцията за геометрични трансформации трябва няколко пъти да интерполира стойността на интензитета на няколко точки от входното изображение, които са свързани с точки от околността в изходното изображение т.е. за всяка точка от изображението се изследва какъв е характера на точките, които я заобикалят.

В зависимост от точността и бързодействието на изчисляване на новото (изходното) изображение съществуват 3 метода [3]:

- "nearest neighbor" - най-бързият, но и най-неточният. Стойността на точките в из-



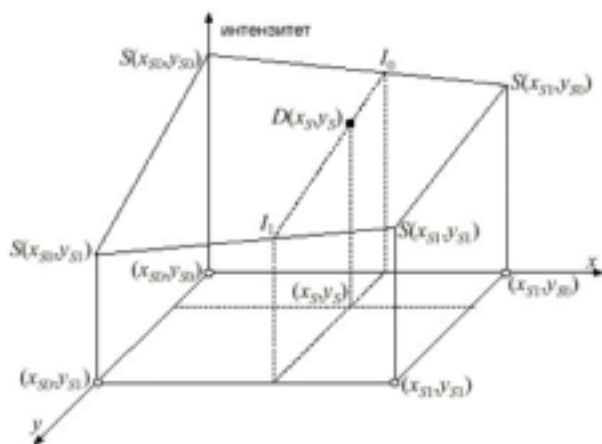
Преди филтриране

След филтриране

Фиг. 2

ходното изображение са свързани с стойността на точките в входното изображение, като са умножени N на брой пъти (N -коэффициент на увеличението на изображението).

- “linear” - този метод е по-бавен, но сравнително по-точен. В метода се използват 4 точки от входното изображение (x_{S0}, y_{S0}) , (x_{S1}, y_{S0}) , (x_{S0}, y_{S1}) , (x_{S1}, y_{S1}) , които са най-близко до дадена точка от входното изображение (x_S, y_S) . Първо се изчислява интензитета на точките по X координатата за да се получат два средни резултата I_0 и I_1 (виж фиг. 3). След това търсеният интензитет $D(x_D, y_D)$ се изчислява, като се вземе средната стойност на I_0 и I_1 . За изображения, които са с 1 или 8 бита за канал с помощта на този метод може да се изчислят координатите на точките на изходното изображение с точност 2^{-16} . А за 16 битовите точността е още



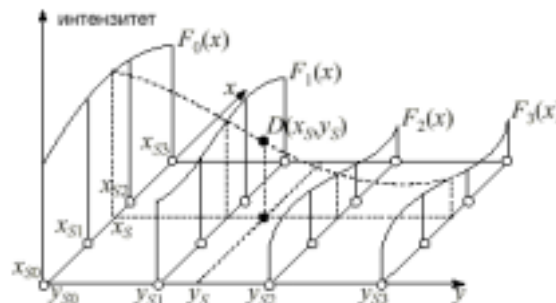
Фиг. 3. “linear” метод за увеличаване на контура на сканираното изображение

по-голяма.

- “cubic” – този метод обезпечава най-голяма точност. В метода се използват 6 точки от входното изображение в близост на точката (x_S, y_S) от същото изображение. Първо за всеки y_{Sk} се изчислява кубичния полином $F_1(x)$, $F_2(x)$, $F_3(x)$: $F_k(x) = a_k x^3 + b_k x^2 + c_k x + d_k$ (фиг. 4). Търсеният интензитет $D(x_D, y_D)$ е средната стойност на всичките $F_1(x)$, $F_2(x)$ и $F_3(x)$. За изображения, които са с 1 или 8 бита за канал с помощта на този метод може да се изчислят координатите на точките на изходното изображение с точност 2^{-32} . А за 16 битовите точността е още по-голяма.

На база на направения анализ в разработения програмен продукт е използван кубичния метод за намиране на точките от контура необходими за провеждане на размерния анализ.

След увеличаване на изображението, се определят входните данни за програмата за изчисляване



Фиг. 4. ”cubic” метод за увеличаване на контура на сканираното изображение

на зъбното колело [2], като се определят координатите на съответните точки. Това става с помощта на мишката, като при всяко едно щракване с бутона върху изображението се записват X и Y координатите на дадената точка в списък.

Събраната в списъка информация позволява провеждане на размерния анализ и определяне на параметрите на изследвания машинен елемент съгласно [2].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пищиков Ст., Д. Ралев. Компютърна технология за снемане на геометричния профил в напречно сечение на машинни елементи със сложна форма. Сп. “ЖП транспорт”2/1999.
2. Ралев Д., Ст. Пищиков. Компютърна технология за определяне и контрол на основните параметри на еволвентни цилиндрични зъбни колела. Сп. “ЖП транспорт”10/1998.
3. Intel Image Processing Library. <http://developer.intel.com>



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АКАДЕМИЧНА И УПРАВЛЕНСКА КОМПОНЕНТА НА КАЧЕСТВОТО НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ИНФОРМАТИКА ВЪВ ВИСШИТЕ УЧИЛИЩА

Мария Седова, Евгения Георгиева

Висше транспортно училище “Т.Каблешков”, София “Гео Милев” 158
msemova@yahoo.com, evgeorgieva@abv.bg

АНОТАЦИЯ

Предложени са критерии, показатели и механизми за оценяване на качеството на обучението по учебен курс на примера на курса по информатика. Направен е опит за моделиране на оценката чрез количествено оценяване на показателите за качество, които участват в системата уравнения за определяне на критериите за оценка. Качеството се извежда като функция на критериите с отчитане на техните коефициенти на тежест.

1. УВОД

Навлязохме във века на глобалното информационно общество. Всепроникващите знания по компютри, информационни технологии и телекомуникации са в основата на новото информационно общество, поради което те са релевантни на потребностите на новото време. Затова всички форми на редовно, следдипломно и непрекъснато обучение на ученици, студенти, курсисти и служители стават все по актуални и по-масови.

Многогодишен опит в обучението по “Информатика” е натрупан и във ВТУ “Т. Каблешков”. Но в училището, а и в други университети и среди, няма ясно дефинирани и академично обосновани критерии, показатели и механизми на оценяване на качеството на това обучение. В настоящата статия се прави скромен опит за методически защитен подход.

2. МЕХАНИЗМИ, КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗА КАЧЕСТВО НА ОБУЧЕНИЕТО

Механизмът за оценяване и управление на качеството предвижда затворен контур с обратна връзка [1]. Целта на управлението на качеството в общия случай е чрез периодичен контрол и оценяване да се поддържа съответствието на учебния курс с предварително определени цели и академични стандарти. Те се считат за зададени.

Събират се данни за текущо постигнатото качество, систематизират се и се обработват по приетите показатели (Performans Indicators). По критериите за оценяване се създава модел на състоянието му. *Зададеното* се сравнява с *полученото*. В резултат от изпълнение на зададеното се формира разлика между това, което трябва да е, и това, което е. Разликата се анализира по приетите алгоритми и се вземат решения. Решенията се въвеждат в

действие чрез въздействие върху факторите, от които зависи качеството. Системата работи непрекъснато, в безкраен цикъл.

Показателите за оценяване p_1, p_2, \dots, p_m могат да се разглеждат като "информационни прозорци", които съдържат систематизирани сведения за оценката на обучението и създават обективна база за количествени и качествени анализи. Изискванията към показателите според [2] са:

- Да са експлицитно свързани с критериите за оценка на качеството;
- Да имат свойството "измеримост";
- Да ползват данни, които са ясни, актуални, валидни и разбираеми;
- Да подлежат на обработка така, че да позволяват количествена оценка на критериите.

За вярно оценяване на качеството и формиране на правилни решения по подобряването му от съществено значение е достоверността на данните, с които започва "обратната връзка" в контролния контур. Данните трябва да се съберат и валидират в съответствие с показателите и да се обработят, за да се получат количествени измерители. За да се валидират данните са нужни доказателства. Ако те не са несъмнени, нужни са поне две доказателства, които да се "засичат" и да не си противоречат.

Критерият е мярка за оценка, чрез която се установява степента на съответствие с установени академични стандарти или изисквания. Изискванията към критериите за оценяване на качеството според [2] са следните:

- Всеки критерий поотделно трябва да носи поне едно свойство на съвкупността, определяща качеството, количествено да отчита степента на близост до целевата стойност на качеството.

- Всички K_1, K_2, \dots, K_n

критерии трябва да притежават съвкупна всеобхватност, т.е. взети в'едно, да оценяват качеството достатъчно пълно, без да оставят "непокрити пространства" и без да се повтарят вече оценявани страни на качеството.

Зависимостта между критерии и показатели $K_i(p_j)$ ($i = \overline{1-n}, j = \overline{1-m}$) е матрична. Един критерий може да се

доказва с много показатели и обратно, един показател може да служи за оценка на различни критерии, но това не е задължително.

Критериите са непосредствено свързани с качеството и изменението на тяхната стойност изменя оценката за качеството. Показателите са "по-близко" до данните и служат за тяхната систематизация и организация така, че по-добре да ползват критериите, с които са функционално свързани.

Един възможен алгоритъм за обективизация на оценките е следният.

1°. Приемат се (одобряват се) критерии K_1, K_2, \dots, K_n и показатели p_1, p_2, \dots, p_m .

2°. Коефициентите на тежест на показателите и критериите за оценка на качеството по учебния курс са:

- a_{ij} ($0 < a_{ij} < 1$) - коефициент на тежест на показател j в критерий i (всеки показател има различна тежест в съответните критерии);
- k_i ($0 < k_i < 1$) - коефициент на тежест на критерий K_i в глобалната оценка на качеството.

Коефициентите на тежест a_{ij}, k_r се определят експертно (от учебно-методичното обединение на катедрата) така, че:

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1; \quad \sum_{j=1}^m a_{ij} = 1. \quad (1)$$

Те носят белезите на политиката, която висшето училище и катедрата водят по отношение на качеството.

3°. Намира се системата уравнения:

$$\begin{aligned} K_1 &= f_1(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m}, p_1, p_2, \dots, p_m); \\ K_2 &= f_2(a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2m}, p_1, p_2, \dots, p_m); \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \quad (2)$$

$$K_n = f_n(a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm}, p_1, p_2, \dots, p_m).$$

В частност, критериите могат да са линейни функции на показателите p_i и на коефициентите им на тежест a_j :

$$K_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} p_j. \quad (3)$$

4°. Качеството Q ($0 \leq Q \leq 1$) се определя като функция на показателите и коефициентите на тежест на всеки от тях в съответните критерии:

$$Q = f(k_i K_i), i = \overline{1-n} \quad (4)$$

в частност то е тяхна линейна функция:

$$Q = \sum_{i=1}^n k_i K_i. \quad (5)$$

3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА КУРСА

Курсът по информатика има за цел да въведе студентите в науката за компютрите и практиката на тяхното програмиране и използване, да ги научи как се работи със съвременни компютърни средства, мрежи за междукompютърни комуникации и информационни технологии, да им даде умения да програмират и чрез компютър да решават задачи от предметната област на специалността, която изучават.

Задачите на курса са:

- да подготви студентите да познават, разбират и свободно боравят с понятията в съвременните компютърни средства, мрежи и информационни технологии;
- да въведе студентите в концептуалната структура на информатиката и взаимоотношението ѝ с другите науки;
- да научи студентите да прилагат поне два съвременни езика за програмиране и да умеят да използват чужди програми;
- да научи студентите да дефинират и моделират задачи от предметната област на специалността, която изучават, на езика на информационните технологии;
- студентите да умеят да манипулират с компютърни средства и технологии по време на следващото обучение по специалността си, включително тексто-обработка, електронни таблици и графики, бази данни, програми за презентации и т.н., да боравят безпроблемно с "Интернет".

4. ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ

Показателите за оценяване на курса по информатика могат да се разделят на:

▪ Показатели за потенциал, чрез които се обхващат условията и предпоставките за постигане на качество на обучението;

▪ Показатели за резултатност, чрез които се съди за значението на отделни измерители за резултатите.

В Таблица 1 са дадени показателите, които се предлагат тук заедно с техните измерители.

При интерпретацията на показателите следва да се има предвид, че едни и същи данни в един и същи показател, могат да имат различни, даже противоположни смисли в зависимост от критерия. Например, *успеваемост* на студентите. Голям процент неуспехи може да означава високи изисквания към равнището на подготовка, които се предявяват при изпитване на студентите, или, противоположно, липса на мотивация на студентите, недостатъчна подкрепа, напътствия и съдействие при обучението им.

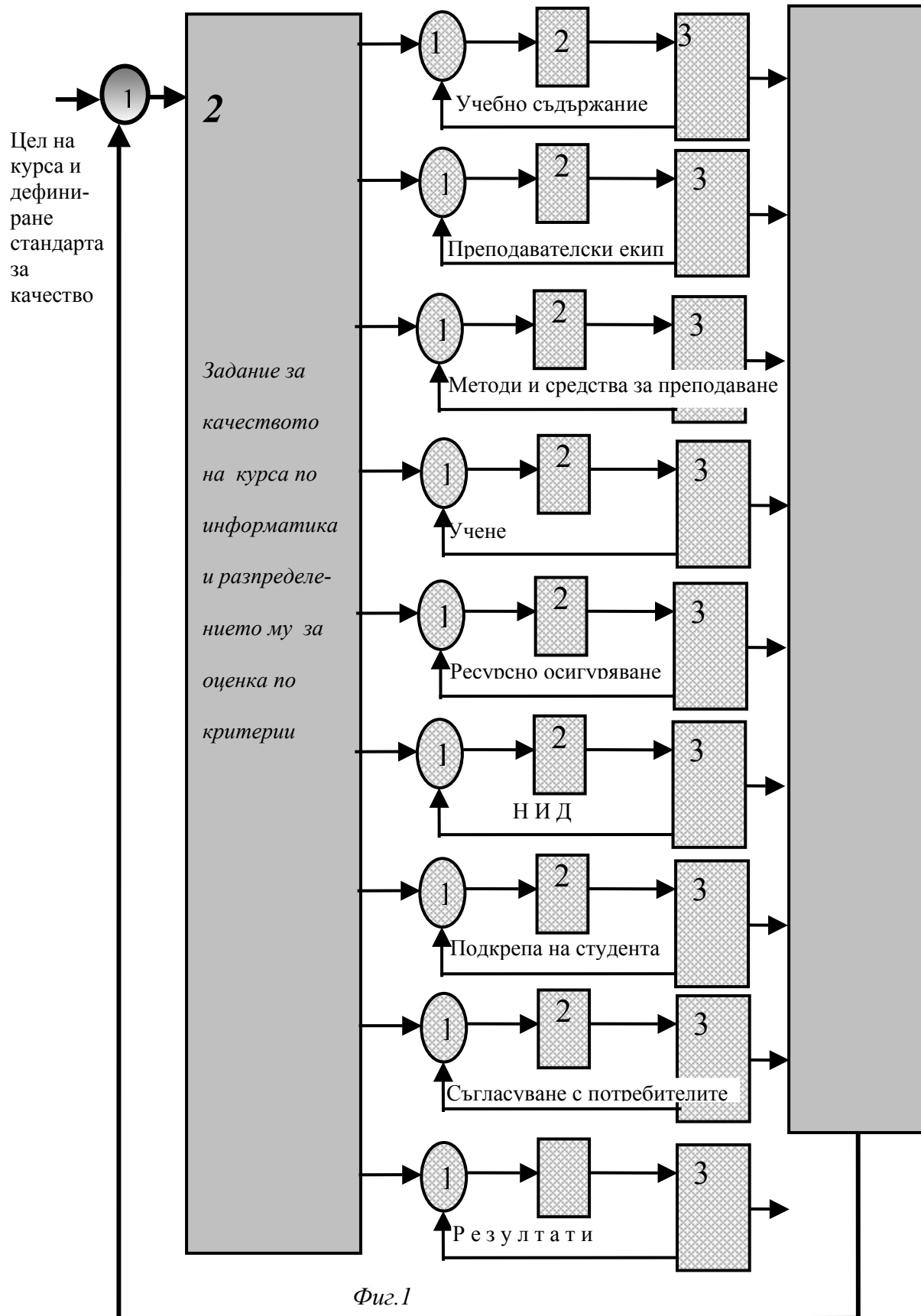
Ако няма съответствие между показателите, трябва да се обяснят причините за това. Да вземем един пример: доказателство, че се прилагат *активни методи на обучение*. Трябва да се докаже, че студентите са въввлечени в непрекъснато обучение: четене, писане на програми, разработка на проекти, работа в екипи, решаване на задачи и казуси, дискусии и т.н. За доказателство трябва да се "засекат" различни данни:

- мнението на студентите;
- посещения на занятия;
- изследване на собствените действия на (Action Research) с помощта на видеозаписи и с други средства и др.

5. КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ

Критериите за оценяване се оразмеряват количествено по системата уравнения (3) и се наблюдават по контролни цикли, които са компоненти на обобщен контролен цикъл на управлението на качеството на обучението по информатика (Фиг.1). С (1) на чертежа е отбелязано желаното състояние по съответния критерий, с (2) – алгоритъма за вземане на решение за корективни действия за неговото подобряване, с (3) – реалното състояние по критерия.

Тук са предложени 9 критерия, чието название може да се проследи на чертежа от вътрешните контролни цикли в обобщения контур на управление. Разкриването на всяка от зависимостите между критерий и показатели, от които зависи неговата оценка, е предмет



№ по ред	Название на показателя p_k	Измерител	Мерна единица
Показатели за потенциал			
1.	Учебна програма на курса	Част от цялото	$0 \div 1$
2.	Научни звания и степени на преподавателите по курса	Част от цялото	$0 \div 1$
3.	Професионална и практическа подготовка на преподавателите	Част от цялото	$0 \div 1$
4.	Езикова подготовка на преподавателите	Част от цялото	$0 \div 1$
5.	Участие на външни учени и специалисти от страната и чужбина в учебния процес	Отклонение от нормите	$(1 - \delta_x) \frac{ \omega - \omega_{opt} }{\omega_{opt}} = \delta_{\lceil}$
6.	Материална база, отнесена към един обучаван студент, и нейното съотношение с нормите във водещи страни	Част от цялото	$0 \div 1$
7.	Учебници, учебни пособия и научни трудове по курса	Част от цялото	$0 \div 1$
8.	Алгоритъм за формиране на крайната оценка от изпита	Отклонение от нормите	$\frac{ \omega - \omega_{opt} }{\omega_{opt}} = \delta_{\lceil}$
Показатели за резултати			
9.	Успеваемост на студентите (Получени оценки от семестриалните изпити)	Отклонение от нормите	$\frac{ \omega - \omega_{opt} }{\omega_{opt}} = \delta_{\lceil}$
10.	Взаимоотношение и взаимодействие между студенти и преподаватели по курса	Отклонение от нормите	$0 \div 1$
11.	Степен на съответствие между планирано и изпълнено в процеса на обучение учебно съдържание	Част от цялото	$0 \div 1$
12.	Удовлетвореност на студентите от обучението им по курса	Част от цялото (от анкети)	$0 \div 1$
13.	Удовлетвореност на преподаватели по следващи учебни дисциплини	Част от цялото (от анкети)	$0 \div 1$
14.	Удовлетвореност на други потребители от обществената практика	Част от цялото (от анкети)	$0 \div 1$

на други изследвания. В настоящата работа ще бъде даден пример за това - един от критериите ще бъде определен като функция на показателите за потенциал.

Необходими са някои уговорки и предпоставки:

- В редица случаи се предполага, че най-добрата стойност на показателя е предварително установена и позната.

Относителните отклонения от нея като части от цялото (в някои случаи в двете посоки) намаляват стойността на показателя и оттам - качеството;

• Когато това не е случая, стойността на показателя се определя експертно.

Ще намерим примерна формула за оценяване на качеството по първия от обявените (Фиг.1) критерии – учебното съдържание.

6. МОДЕЛИРАНЕ НА КРИТЕРИЯ «УЧЕБНО СЪДЪРЖАНИЕ»

Тук се разглежда случай на оценяване без конкретна обвързка с даденостите на висше училище, учебен курс и т.н. Целта е да се представи методика, която би могла да се използва в широк спектър от случаи.

Примерни стойности на коефициентите на тежест на показателите $i_1 \div i_{14}$ при оценката на критерия “на какво са научени студентите по информатика?” са дадени

в Таблица 2. Пак там са попълнени и оценките на показателя, получени експертно или по формулата в Таблица 1 в дадения случай на оценяване.

Стойността на критерий №1, получен по формула (3), е $K_1 = 0.778$.

Колкото е по близо до единицата, толкова по висока е оценката по критерия. Тя може да е получена или по обективни данни (успеваемост в бележки, сведения, числа, оценки, формули и т.н.), така и (ако това е трудно възможно) експертно - от комисията по оценяване. При всички случаи показателят има дробна стойност.

Оценявайки по този начин всичките 9 критерия не е трудно да се намери съответното дробно число. По-трудно е неговото определяне, ако се моделира с нелинейни зависимости.

Качеството на обучението е толкова по-добро, колкото Q по-близо е до 1.

Таблица 2

Показател № i	Коефициент на тежест в критерий №1	Оценка на показател № i
1.	0,150	0,75
2.	0,050	0,50
3.	0,050	0,50
4.	0,025	0,50
5.	0,050	0,75
6.	0,150	0,90
7.	0,050	0,95
8.	0,050	0,75
9.	0,150	0,80
10.	0,100	0,90
11.	0,050	0,90
12.	0,050	0,70
13.	0,025	0,50
14.	0,050	0,70

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Претенциите за принос в тази работа се свеждат до следното:

1. Предложен е метод за количествено определяне на качеството на обучение по учебен курс;

2. Дадени са примери за приложение на метода в курса по информатика.

ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] Павлов, Д., Хр. Христов, М. Седова и др. Качество на университетското

образование. Изд. «Булхерба 2А» ЕООД С., 2000

[2] Седова, М.П Контур за управление на качеството на университетски учебен курс по информатика Сборник Качество на университетското образование. Изд. «Булхерба 2А» ЕООД С., 2000

[3] Христов Х.А, М. Седова. Критерии, показатели и механизми за оценяване и поддържане на качеството на обучението на студентите. – Международна конференция “Качеството на висшето образование”, ТУ-Варна, 27-28.09.2000



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕДИН ПРИМЕР ЗА ОЦЕНЯВАНЕ ЗНАНИЯТА И УМЕНИЯТА НА СТУДЕНТИТЕ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ИНФОРМАТИКА ВЪВ ВТУ ”Т.КАБЛЕШКОВ”

Евгения Георгиева, Мария Семова

Висше транспортно училище “Т. Каблешков”, ул. Гео Милев №158, 1574 София
Eygeorgieva@abv.bg, mseмова@yahoo.com

АНОТАЦИЯ

Описани и анализирани са основни концепции и стратегии за оценяване на знанията и уменията. Представени са основни форми и методи на изпитване. Разгледани са някои аспекти на тестовото изпитване – планиране на теста, психометрични свойства на теста, видове тестови задачи и пр. За конструиран тест с избираем отговор са дадени резултати от направени от авторите експерименти във ВТУ “Тодор Каблешков”

Курсът по информатика има за цел да въведе студентите в информатиката, да ги научи как се работи със съвременни компютърни средства, мрежи за между-компютърни комуникации и информационни технологии, включително да им даде умения да програмират и чрез компютър да решават задачи от предметната област на специалността.[1]

Степента на приближаване на резултата от обучението до предварително формулираната научно обоснована цел представлява качеството на обучението.

За влияещи върху крайния резултат на процеса на обучение могат да се посочат следните фактори:[2]

- *Качеството на преподаване.*
 - *Качеството на учене.*
 - *Педагогическият, професионален и практически опит на преподавателя.*
 - *Ресурсното осигуряване на курса*
- Наличието на съвременна

компютърна техника позволява в учебните програми да се включат най-актуалните програмни продукти.

- *Входящото ниво на студентите.*
- *Мотивацията за изучаване на курса.*
- *Системата за проверка на знанията.*

Завършващата фаза на всеки курс е оценяване на знанията, усвоени от студентите и уменията им да прилагат тези знания в практиката. Задължително е спазването на максимална обективност при оценяването като се обръща внимание върху практическите умения, особено важни за курса по информатика.

Контролът на знанията има обучаващи и възпитателни функции. Ако е правилен – стимулира студентите, показва недостатъците в учебната дейност, пропускайте в знанията на студентите и дава възможност за тяхното отстраняване. Трябва да отбележим положителното влияние върху развиване на логическото

мислене, създаване на навици за системен труд и самоконтрол и в крайна сметка до по-високи резултати. Ако, обаче, контролът се провежда неправилно може да доведе до загуба на интерес към обучението и вяра в собствените сили. Чрез контрола се установява:

- степента на подготовка на студентите на всеки етап.

- степента на съответствие между постигнатите резултати с поставените учебни цели.

Дългогодишният ни педагогически опит дава основание за извода, че контролът по информатика е най-добре да се провежда на три етапа:

- *Входящ.* Проверката на знанията и практическите умения по информатика на студентите в началото на курса дава полезна информация, която позволява да се работи диференцирано. Към по-напредналите изискванията са по-комплексни. По-внимателно се подхожда към останалите, защото за тях непознаването на компютърната техника много често води до тревоги от предполагаемата сложност на материала и притеснение, че няма да се справят. Анализът на данните от анкетата със студентите в началото на курса по информатика показва следното: при студентите от образователно-квалификационна степен бакалавър около 40% са работили с компютри преди започването на курса (без значение кога, колко, къде и с какъв клас компютри), а при студентите от образователно-квалификационна степен специалист този процент е доста по-малък. Задаваните въпроси целяха да покажат каква част от предвиденото съдържание на курса студентите покриват с предварителен познавателен опит. Резултатите са, че студентите основно са ползвали Internet, работата им с Word се свежда до въвеждане на текст, а Excel са ползвали много малко. В края на курса 100% от студентите бяха работили с компютър.

- *Текущ.* Дава сведения за степента на усвояване на новите знания и стимулира студентите за ритмична работа. Освен това позволява да се правят корекции в обучението при по-трудно справяне с материала или ускоряване на работата за по-напреднала група студенти.

- *Заключителен.* Провежда се чрез

контролни и курсови работи.

Както вече казахме, при контрола по информатика особено внимание се обръща на практическите умения на студентите на основата на придобитите знания, защото крайната цел е постигане висока степен на подготовка за следваща дейност – учебна или практическа, отчитайки изискванията за интегрирането на различните учебни дисциплини, относно крайната цел при подготовка на специалистите. Съставяйки контролните въпроси винаги сме се ръководели от изискването за формиране на умения за преработване на вече усвоени знания и прилагането им в сходни ситуации. Обикновено курсовите работи представляват проблемни задачи, чието решаване изисква студентът възможно най-всеобхватно да разреши същностен проблем, при който информацията не се използва в същата форма, а задължително трябва да се обработи.

Последните години се насочихме и към тестовото изпитване за оценяване. Световният опит показва, че то е един достоверен и обективен подход. При съставянето на теста преподавателят разпределя материала на определен брой въпроси и определя броя на предложенията за отговор. Отличителна особеност на теста в сравнение с всеки друг контрол е това, че освен въпроса или заданието, тестът може да съдържа и еталон на решението, задължително представено чрез писмена или графична работа. Отговорът на една задача от тест може да включва краен брой алтернативи, а би могъл и да е в свободна форма, при което са възможни (теоретично) безброй много възможни алтернативи. По това важно от гледна точка на контрола различие задачите се делят на два типа: тестови задачи с ограничен (избираем) отговор и тестови задачи със свободен отговор. Първият тип задачи съдържат алтернативни отговори, един от които е верен или най-добър. Всеки отговор се проверява относно правилността му, дори когато верният отговор е първият от изброените. Този тип задачи са изключително популярни и се използват в повечето стандартизирани тестови изпити. Основната разлика на задачите със свободен отговор от задачите с избираем отговор е, че тестваните лица сами формулират отговора на задачата и измерването на верността на отговора

често излиза извън рамките на “вярно – невярно”. Докато при устен изпит може да се доизясняват въпроса или отговора, то при теста – въпросът и отговорите са предварително фиксирани и никакви изменения в хода на контрол не могат да се правят.[4]

Създавайки един тест трябва да се има предвид че основните числови характеристики на всяка тестова задача зависят от два фактора: валидност и трудност. Валидността на задачата представлява степента, в която задачата мери знанията или способностите. Трудността пък се определя от процента на студентите, които могат да решат правилно задачата..

Да разгледаме и следния проблем: истинският брой на студентите, които знаят правилния отговор на задачата, може да е малко по-малък от процента на правилно отговорилите. Възможно е някои да са налучкали правилния отговор. Един начин да се намали налучкването е да се избягват прекалено трудни задачи, тъй като колкото е по-трудна една задача, толкова повече налучквания можем да очакваме. Освен това задачите с два алтернативни отговора са най-уязвими на това влияние. Следователно другият начин за намаляване ефекта на налучкване е чрез увеличаване броя на алтернативните отговори. Опитите показват, че оптималната трудност на тестовите задачи с избираем отговор е с 4 алтернативи.

Анализът на психометричните свойства на теста спомага за оценяване и доказване на неговите измерителни качества. Чрез него се търсят доказателства, които да подкрепят твърдението, че тестът наистина мери постиженията, които е предвидено да мери. За целта трябва да се разглекуват стойностите на тестовите резултати на подходяща група тествани лица. Коректното интерпретиране на получените резултати е доказателство за валидността на теста като инструмент за измерване на определения вид постижения.

При създаването и конструирането на тестове възникват три основни психометрични проблема:[4]

- *Стандартизация* – избор на подходяща група, чиито тестови балове да се приемат за норма и да служат за основа при интерпретирането на останалите тестови балове.

- *Валидност* – степента, в която един тест мери постиженията, които е предвидено да мери.

- *Надеждност* – точността на измерване. Един тест не може да бъде валиден, ако той не е достатъчно надежден. Обратното не е вярно.

Валидността е от първостепенно значение за утвърждаване на теста. Преди да се оцени валидността обаче, трябва да се определи дали баловете, получени от теста, са повторими, което е смисълът на надеждността. С други думи, за да се установи дали един бал е валиден, трябва да се разбере дали той е точен.

В теорията на измерителните качества на тестовите [4] формулата за надеждност на два теста има интересно приложение. Ако се разгледат два теста, от които единият с дължина k , а другият с дължина 1, то тогава надеждността на теста с дължина k се изразява чрез надеждността на теста с дължина 1 по формулата на Спирмън-Браун

$$r_{kk} = \frac{kr_{11}}{1 + (k-1)r_{11}}.$$

От формулата се вижда, че коефициентът на надеждност е функция на дължината на теста, т.е. по-дълъг тест увеличава надеждността. Освен това тази формула се използва за определяне на броя задачи, необходими за достигане на желаната степен на надеждност.

Един начин за формиране оценката от тестово изпитване е когато при обработката на тестовия бал (брой точки) се използва формула за корелация.

Нека n е общият брой въпроси, m - броят на верните отговори, k – броят на предложенията за отговори, а y - тестовият бал (брой точки) и формулата е:

$$y = m - \frac{n-m}{k-1}.$$

За успешно положен се счита тест, за който броят на точките е по-голям или равен на общия брой въпроси, разделен на

2.[3] Интервалът $\left[\frac{n}{2}, n \right]$ се разделя на 4 равни подинтервала, които формират подинтервалите на оценките таблица 1. Приложеният алгоритъм за изчисляване на крайната оценка може да бъде дискутиран и усъвършенстван.

На таблица 2 е представена скала на въпросите, броя на предложенията за оценките в зависимост от броя на отговори и верните отговори.

Таблица 1

Подинтервали на оценките	Оценки
точките < 1/2 n	Слаб(2)
1/2 n ≤ точките < 5/8 n	Среден(3)
5/8 n ≤ точките < 3/4 n	Добър(4)
3/4 n ≤ точките < 7/8 n	Много добър(5)
7/8 n ≤ точките	Отличен(6).

Таблица 2

Брой въпроси	Предложения за отговори	Верни отговори				
		< 15	15	16, 17	18	19, 20
20	2	< 15	15	16, 17	18	19, 20
	3	< 14	14	15, 16	17, 18	19, 20
	4	< 13	13, 14	15, 16	17, 18	19, 20
	5	< 13	13	14, 15	16, 17	18, 19, 20
32	2	< 24	24, 25	26, 27	28, 29	30 - 32
	3	< 22	22, 23	24 - 26	27 - 29	30 - 32
	4	< 20	20 - 22	23 - 25	26 - 29	30 - 32
	5	< 19	19 - 22	23 - 25	26 - 29	30 - 32
50	2	< 33	34 - 37	38 - 41	42 - 45	46 - 50
	3	< 32	32 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50
	4	< 30	30 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50
	5	< 30	30 - 34	36 - 39	40 - 44	45 - 50
		Слаб(2)	Среден(3)	Добър(4)	Много добър(5)	Отличен(6)

Поради всички тези особености тестовите трябва да преминат експериментална проверка и експертна оценка. Големите предимства на тестовия контрол (обективност, икономичност) предопределят тяхното широко прилагане, разбира се при съчетаването им с традиционните форми и методи на контрол. Оценките от тестовия контрол, както и оценките от практическата работа на студентите, особено важни за курса по информатика, са с определен относителен дял във формиране на крайната оценка, така че да бъдат обхванати и оценени всички ключови знания и умения от учебното съдържанието на курса.

Предвид изложеното до тук и на база заложения в учебните програми материал за WORD и EXCEL разработихме два теста. И двата теста са с избираем отговор. Този по WORD съдържа 20 въпроса с 5 алтернативни отговора, а тестът по EXCEL – 30 въпроса с 4 алтернативни отговора.

Тестовите експериментирахме с група от образователно-квалификационна степен бакалавър на специалност комуникационна техника и технологии – втори семестър. С двата теста студентите (общо 21) се справиха по наша преценка много добре. Анализът на изпитните резултати показва, че те не се различават съществено от очакванията и наблюденията върху студентите. Показаните резултати са както следва – средният успех от теста по WORD е 4.72, а от този по EXCEL – 4.58. По формулата на Спирмън-Браун при корелация между задачите (корелация между две задачи от един тест, по всички лица се приема за една и съща: $p = corr(y_i, y_j)$ за $\forall i \neq j$, а y_i - балът от i -тата задача) 0.3 надеждността на теста по WORD е 0.89, а по EXCEL – 0.92. От тези резултати правим извода, че ако искаме да увеличим малко надеждността на теста по WORD достатъчно е да увеличим дължината му, т.е. броя на

задачите. По формулата на Спирмън-Браун ако желанието ни е да достигнем надеждност > 0.90 тогава броят на задачите трябва да са повече от 24.

Когато един тест се прави, за да се получи обратна информация за усвояването на преподавания материал в такъв случай определянето на бал или оценка на студента няма съществено значение, но когато целта е да се оценят знанията на студента, да му се постави оценка, както е в нашия случай, тестовете трябва да притежават определени качества. Очевидно изборът на подходящи по съдържание тестови задачи не е достатъчен сам по себе си да направи един тест добър. Всяка тестова задача трябва да функционира (измерва) правилно, в противен случай тя намалява ефективността на проверката.

За да сме сигурни, че всяка от нашите задачи води до ефективна проверка на знанията ние извършихме анализ на получените резултати по следния алгоритъм:

1. Пресмятаме всички балове.
2. Подреждаме всички тестове по бал в низходящ ред.
3. Разделяме тестовете на 3 равни части. Първата част тестове с най-високи балове образуват “силната” група, втората част – “средната” група и третата част – “слабата” група.
4. За всяка задача се изчислява коефициентът на трудност, който е равен

на процента на студентите, решили правилно задачата, изчислен от броя на всички студенти, които са я решавали, т.е. без не прочелите я и пропусналите задачата.

5. За всяка задача се определя и коефициент на дискриминация (степенна, в която тя разграничава студентите с високи постижения от тези с ниски постижения, т.е. това е разликата от процента на верните отговори на силната група и процента на верните отговори на слабата група).

Средно коефициентът на трудност на задачите по WORD е между 25 и 60, а коефициент на дискриминация >30 . При задачите по EXCEL коефициентът на трудност е между 30 и 70, а коефициент на дискриминация >30 . Каква е оценката за тези тестове по теорията на измерителните качества на тестове ще разберем като разгледаме таблица 3 - таблица за тълкуване на трудността по коефициента на трудност и таблица 4 - таблица за тълкуване на дискриминация по коефициента на дискриминация.

В заключение бихме могли да кажем, че от получените резултати имаме пълни основания да твърдим, че конструираниите от нас тестове за отделни раздели са добри и могат да се използват по отношение на текущия контрол. В същото време в процеса на работа се изявиха и някои слабости, които ни дават повод за размисъл и усъвършенстване.

Таблица 3

	2 алт.	3 алт.	4 алт.	5 алт.
Много лесна	91 - 100	88 - 100	86 - 100	84 - 100
Лесна	81 - 90	74 - 87	71 - 85	69 - 83
Оптимална	61 - 80	47 - 73	41 - 70	37 - 68
Трудна	51 - 60	34 - 46	26 - 40	21 - 36
Много трудна	0 - 50	0 - 33	0 - 25	0 - 20

Таблица 4

Много добра	41 – 100	Отличен разграничител на двете групи
Добра	31 – 40	Може да продължи използването на задачата
Средна	21 – 30	Добре е задачата да се преразгледа и подобри
Ниска	11 – 20	Няма добри качества за установяване на различие
Много ниска	< 10	Такава задача не бива да се използва

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Симова, М.П. Контур за управление на качеството на университетски учебен курс по информатика. Сборник Качество на университетското образование. Изд. «Булхерба 2А» ЕООД С., 2000
- [2] Павлов, Д., Хр. Христов, М. Симова, Р.Пейчева и др. Качество на университетското образование. Изд. «Булхерба 2А» ЕООД С., 2000
- [3] Николов,Н., Рачева,Е., Петкова,Д., Петрова,С. Компютърна система за

- подготовка и тестово изпитване. – Международна конференция “Качеството на висшето образование”, ТУ-Варна, 27-28 септември 2000.
- [4] Стоименова,Е. Измерителни качества на тестовете, Нов български университет София, 2000
- [5] Пейчева,Р. Осигуряване и контрол на качеството на университетското обучение на ниво учебен курс/модул. – Международна конференция “Качеството на висшето образование”, ТУ-Варна, 27-28 септември 2000.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕНЕРГЕТИЧЕН СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА КОНТАКТОРНО-РЕЗИСТОРНО И ИМПУЛСНО РЕГУЛИРАНЕ НА ПОСТОЯННОТОКОВ ДВИГАТЕЛ ЗА МЕТРОПОЛИТЕН

Ненчо Ненов, Иван Петров *

Висше транспортно училище “Т. Каблешков”-София, ул. Гео Милев №158,
rector@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Посредством универсални теглителни и к.п.д. характеристики е направен сравнителен енергетичен анализ на електрозадвижвания с контакторно-резисторно и с импулсно регулиране за метрополитен по критериите за минимално време пътуване и максимална скорост за движение на участъка. Направени са изводи за енергетично по-ефективно електрозадвижване.

Ключови думи: транспорт, метрополитен, тягови електрозадвижвания.

Разходът на електрическа енергия е главния критерий за ефективността на пътническите превози. В системата на метрополитена енергетичния разход на подвижния състав е основна част от общите експлоатационни разходи. Ето защо се налага да се търсят ефективни начини за анализ и управление на енергетичните разходи, изразходвани за ускоряване и спиране на подвижния състав. Един от възможните начини за решаване на така поставената задача е провеждане на числени експерименти при движение на метрополитен при различни тягови електрозадвижвания. В Софийския метрополитен се експлоатират мотриси с контакторно-резисторно регулиране на постоянноотоккови двигатели със серийно възбуждане. По-модерно решение, основаващо се на принципно нова елементна база е импулсното регулиране.

Цел на настоящото изследване е да бъде направен сравнителен тягово-енергетичен анализ на съществуващото

класическо тягово задвижване на Софийския метрополитен и електрозадвижване, използващо импулсен регулатор, разработен и внедрен на тролейбуси “ДАК-Чавдар”.

Използвани са два сравнителни критерия:

- по еднакво време пътуване $\frac{E}{V_{max}} =$

$= \frac{E}{V_{max}}(t_{min})$, имащо смисъл на количеството

електрическа енергия, необходима за повишаване на максималната скорост на движение на метрополитена с 1km/h;

- при еднаква максимална скорост

$\frac{E}{V_{sr}} = \frac{E}{V_{sr}}(V_{max})$, като физическия смисъл на

критерия е изразходваното количество електрическа енергия за повишаване на средната скорост с 1km/h, където: E -разход на електрическа енергия; V_{max} -максимална скорост на движение; V_{sr} -средна скорост на движение; t_{min} -минимално време пътуване.

* Ненчо Ненов, доцент, д-р, инж., ВТУ “Т. Каблешков”- София,
Иван Петров, гл.ас. д-р, инж. ВТУ “Т. Каблешков”- София,

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

При първия критерий се разглежда движението по трифазна траектория (ускоряване, движение по инерция и спиране), а при втория критерий – по четирифазна траектория (ускоряване, движение с постоянна скорост, движение по инерция и спиране). Първият критерий е приложим за междуспиркови разстояния, условно наречени “къси”, а вторият – за междуспиркови разстояния с голяма дължина.

За Софийския метрополитен са характерни междуспиркови разстояния с дължини от 700 до 1600 m, което дава възможност да се използват и двата критерия за сравнение и анализ на получените резултати. Избраното еквивалентно междуспирково разстояние е с дължина 1450 m и е определено след статистическа обработка на дължините и наклоните на участъка К. Величков-Обеля.

0‰	3‰	7‰	19‰	30‰	3‰	0‰
150m	320m	300m	170m	150m	260m	100m

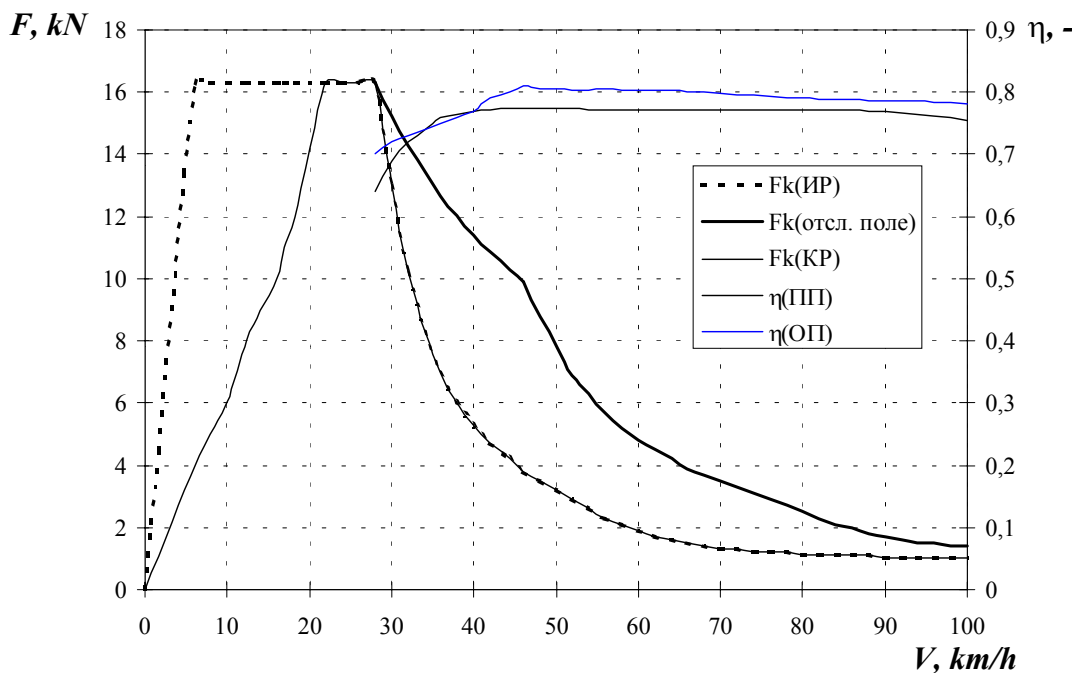
Използвано е и междуспирково разстояние с дължина 3000 m с оглед предвиденото разширяване на Софийския метрополитен и

евентуалните изменение на междуспирковото разстояние.

0‰	4‰	7‰	8‰	4‰	0‰
300m	600m	360m	750m	540m	450m

За числените експерименти са използвани действителни (опитно установени) теглителни

и к.п.д. характеристики, представени на фиг. 1.

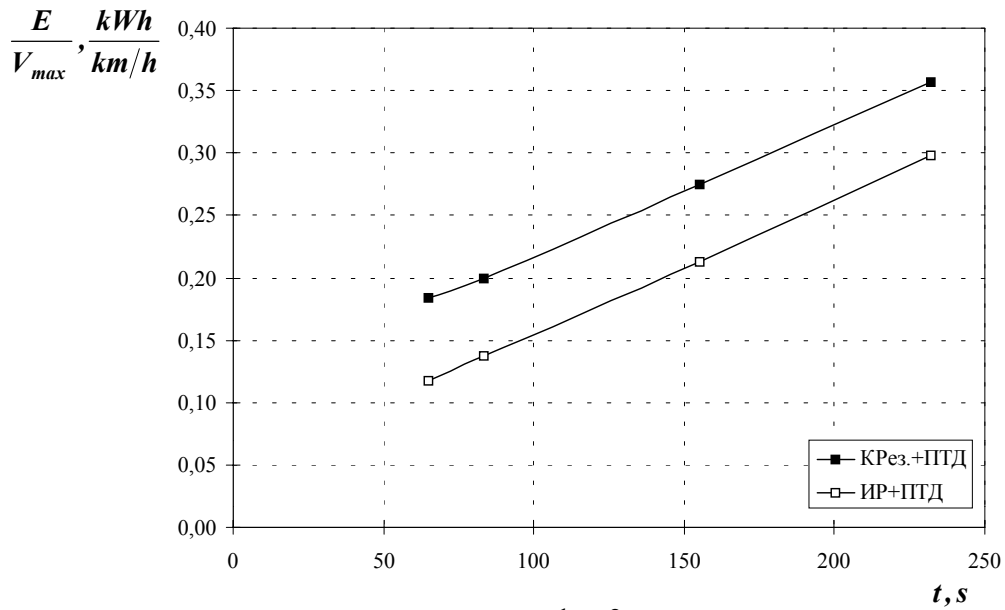


фиг.1

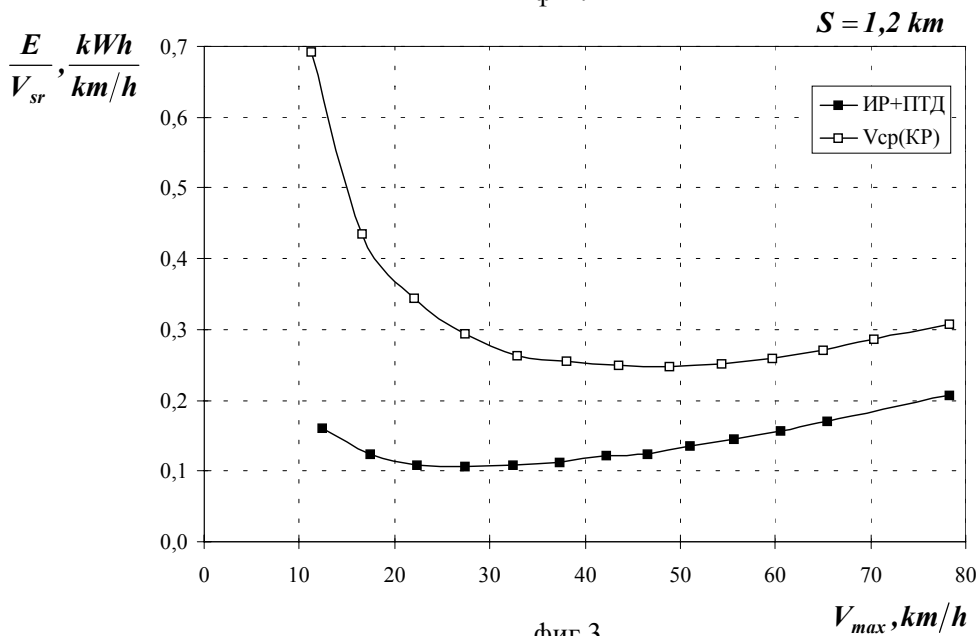
Проведени са два числени експеримента: първият е при еднакво време пътуване при дължини на междуспирковите разстояния $S = 0,8; 1,2; 1,45; 3$ и 5 km, а втория – при еднаква

максимална скорост за участъка до 100km/h .

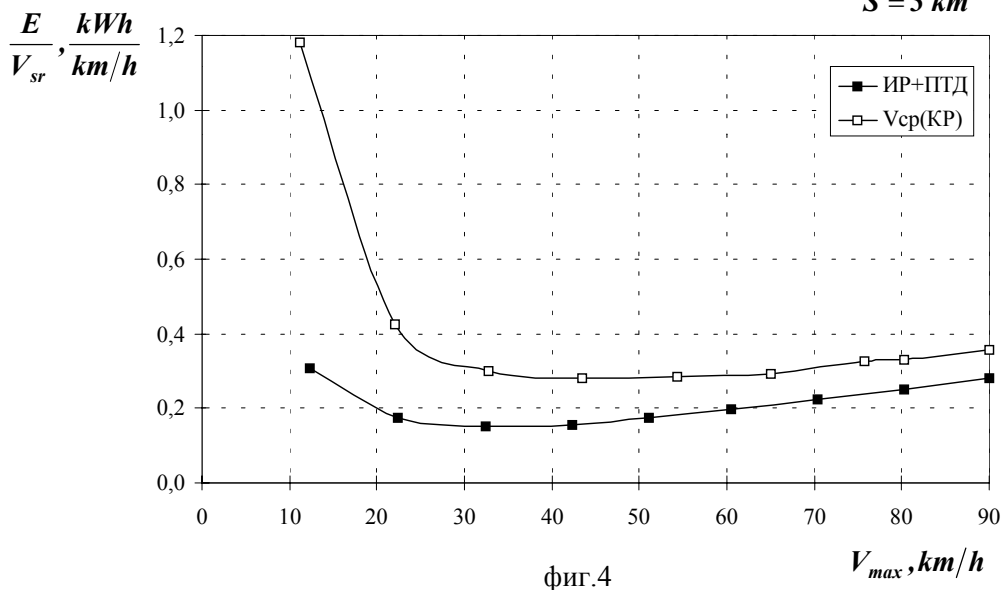
Получените резултати при първия критерий са показани на фиг.2, а по втория – на фиг.3 и фиг.4.



фиг.2



фиг.3



фиг.4

От резултатите, получени при критерия по еднакво време пътуване, може да бъде направен изводът, че с намаляване на време пътуването за участъка (респективно по-високи максимални скорости) се намалява стойността на критерия (относителния енергетичен разход). Импулсното регулиране има по-висока енергетична ефективност, независимо от дължината на междуспирковото разстояние.

Резултатите, получени при числените експерименти по втория критерий (еднаква максимална скорост) отново потвърждават извода за по-висока енергетична ефективност на импулсното управление, но в зоната на по-ниските максимални скорости на движение различията в стойностите на критерия са по-големи. Обяснение на това обстоятелство е, че

контакторно-резисторното управление не работи на автоматична характеристика поради ниските скорости, докато задвижването с импулсно управление работи на автоматична характеристика.

Нарастване на дължината на междуспирковото разстояние не влияе съществено върху съотношението на стойностите на енергетичните критерии.

В заключение може да се направи следния обобщен извод, че контакторно-резисторното управление на мотрисите в Софийския метрополитен следва да бъде заменено с българското импулсно управление, внедрено на тролейбусите ДАК-Чавдар и доказало в експлоатация своята по-висока енергетична ефективност и надеждност.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ТЯГОВО ПОСТОЯННОТОКОВО ЗАДВИЖВАНЕ НА ПОСТОЯННОТОКОВ ДВИГАТЕЛ И ИМПУЛСЕН РЕГУЛАТОР С “IGBT” ТРАНЗИСТОРИ

Иван Петров, Ненчо Ненов*

ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България
e-mail: rector@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Разгледани са съвременни силови полупроводникови управляеми елементи с IGBT транзистори, които намират все по-широко приложение в силовите тягови преобразуватели. Показани са възможни схемни решения и са построени теглителните характеристики на електрически градски релсов транспорт захранван с такива преобразуватели.

Ключови думи: транспорт, локомотиви, трамваи, задвижване

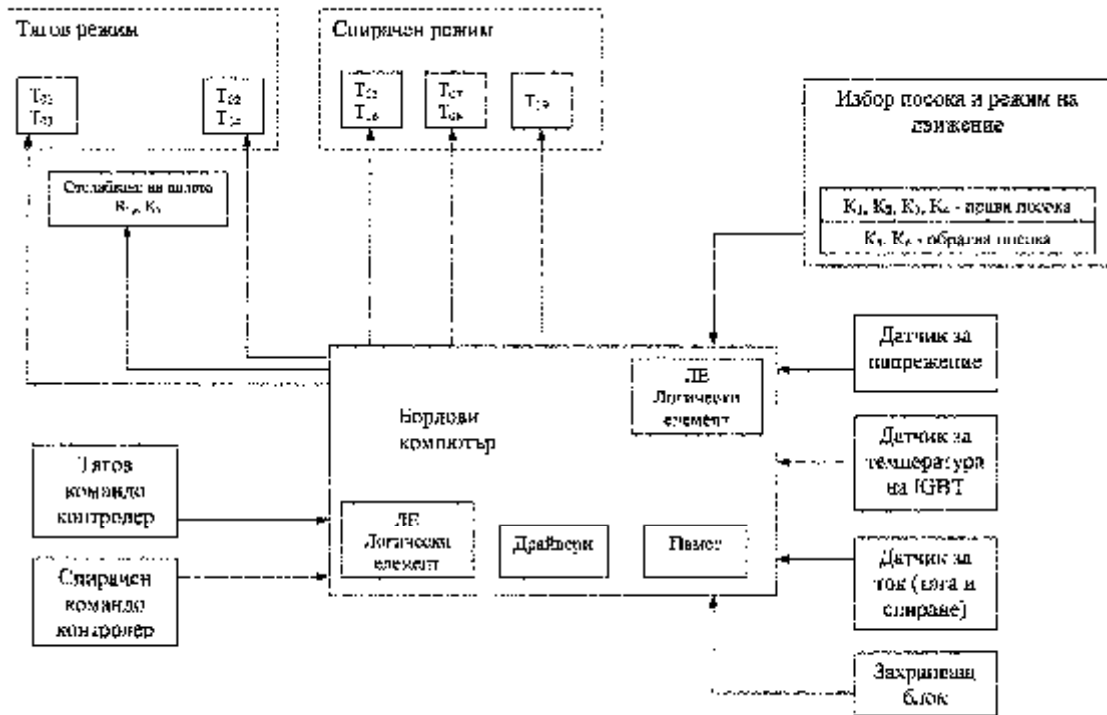
Съвременната полупроводникова техника дава възможност да се осъществяват силови преобразуватели, позволяващи преобразуване на напрежението по вид, форма и регулирането му в широки граници. Тези преобразуватели са с висока степен на надеждност и значителна продължителност на срока на експлоатация. Вътрешните загуби в тях са относително малки, което позволява да се постигнат високи стойности на КПД на преобразуването. Едновременно с тези съществени предимства на силовите преобразуватели следва да се отбележи, че тяхното използване налага някои определени ограничения в работните режими. Полупроводниковите елементи са чувствителни както към претоварване по ток (неблагоприятен температурен режим), така и към претоварване по напрежение, което може да предизвика пробив и разрушаване на елементите. Използването на IGBT транзистори за тягово електродвигане на постояннооток двигател дава възможност за намаляване на габаритните размери, повишаване на КПД и

подобряване на експлоатационните характеристики.

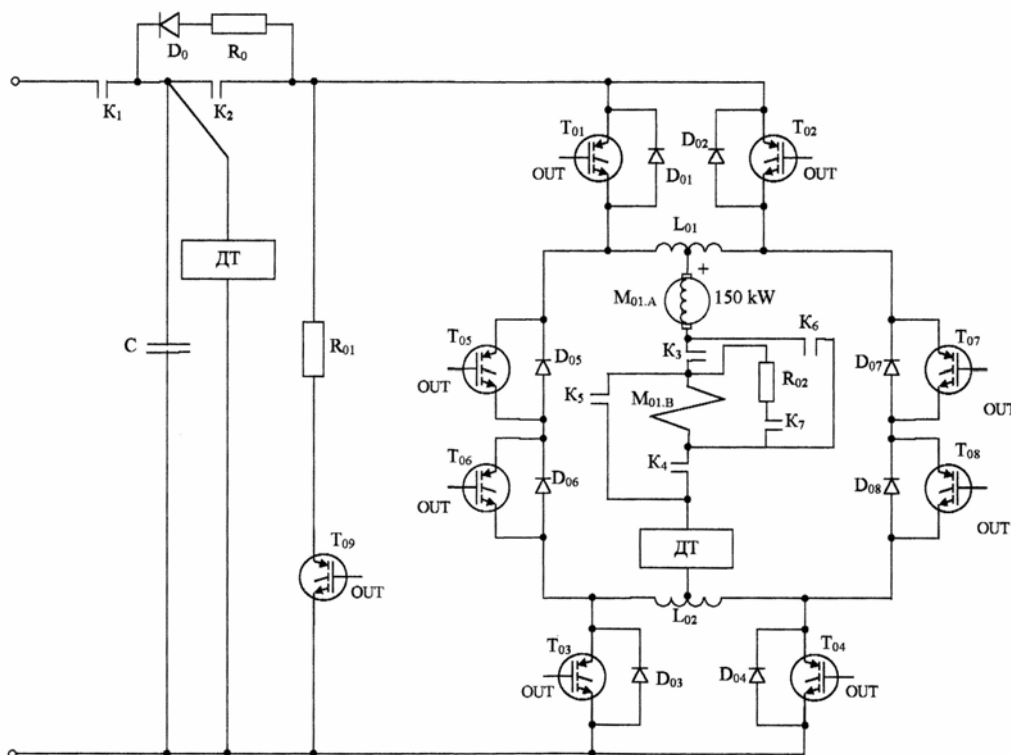
Блоквата схема на двутактен импулсен регулатор с IGBT транзистори е представена на фиг. 1. Тя се състои от блок за управление (БУ) изпълнен с бордови компютър, в който са разположени памет, драйвери и логически елементи. Бордовия компютър (БК) се захранва от захранващ блок (ЗБ). Той получава информация от тягов команден контролер (ТКК) и спирачен команден контролер (СКК). На базата на получените команди от ТКК и СКК, бордовия компютър включва транзисторите съответно To1, To2, To3 и To4 в тягов режим и To5, To6, To7 и To8 - спирачен режим. В тягов режим при отслабването на полето БК включва контактор К7. БК получава информация още от: датчик на ток (ДТ); датчик на напрежение (ДН); датчик за температура на транзисторите (ДТТ); блок за избор на посока и режим на движение. В зависимост от сигнала на ДН бордовия компютър включва или изключва To9.

* Иван Петров, Ненчо Ненов, ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България

За изграждането на функционалната електрическа схема на двутактен импулсен регулатор (фиг. 2) са използвани транзистори IGBT 400A, 1200 V.



Фиг. 1



Фиг. 2

Транзисторът T_{09} се отпушва при реостатно спиране, когато напрежението надвиши 780V към контактната мрежа. Диодите, включени паралелно на транзисторите също работят в тягов и спиращ режим през време на

изключване на съответните транзистори. Диодите от D_{01} до D_{08} са защитни на транзисторите. Диодът D_0 при рекуперативно спиране шунтира контактора K_2 и връща енергия в контактната мрежа през съпротивлението R_0 .

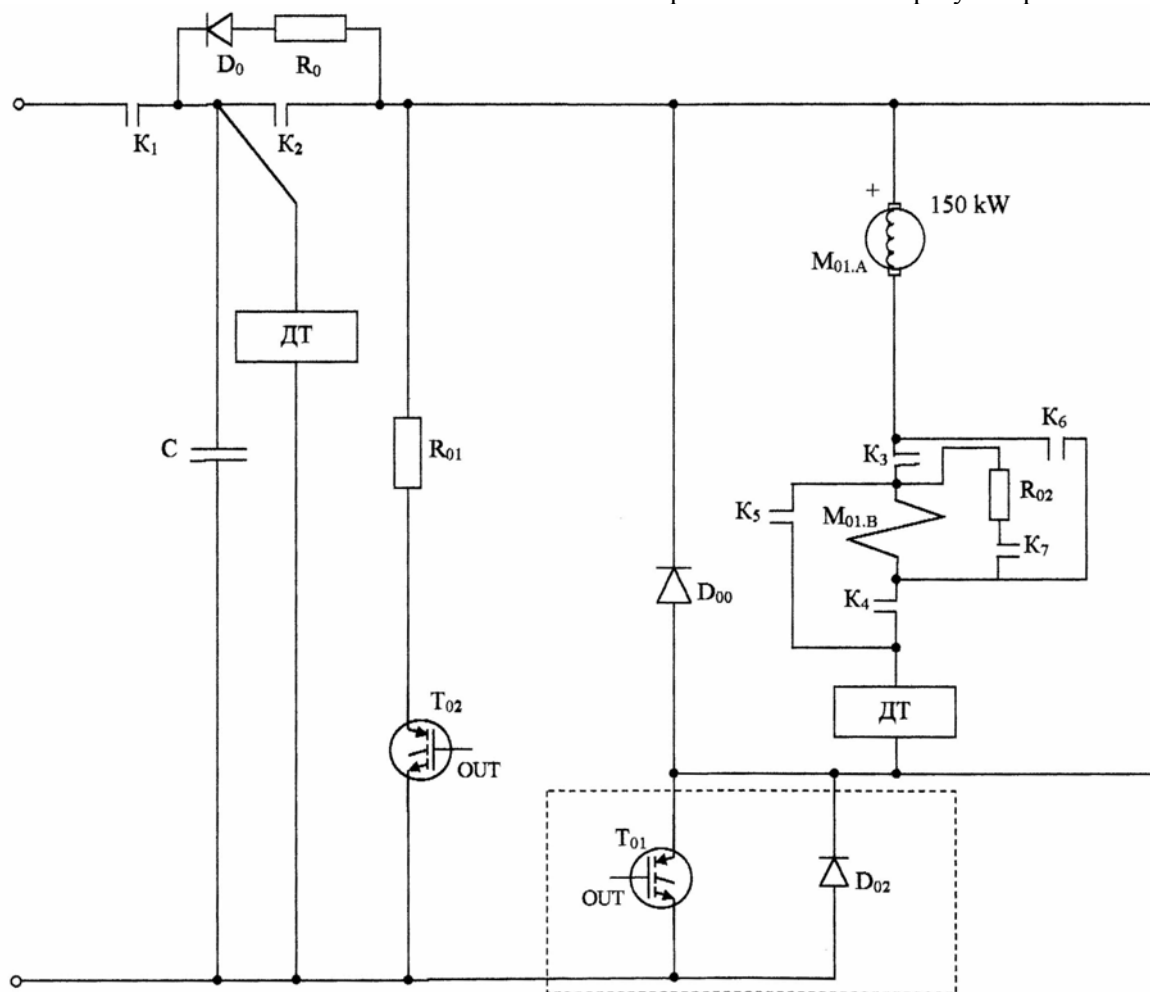
Контакторите от К3 до К6 служат за избор посока на движение - К3 и К4 - посока напред, а К5 и К6 в посока назад. Контакторът К7 заедно със съпротивлението R2 се включва при отслабване на полето на тяговия двигател. Той е постоянен ток със серийно възбуждане - Т100. За датчик на ток се използва датчик на Хол.

Двухактната схема на импулсен регулатор е с предимство при изпълнение на тиристори с невисоки бързодействия.

С навлизане на новите IGBT технологии се очакват следните положителни качества:

- отпадане на комутаторите, което намалява общите комутационни загуби;
- получаване на много по-ниски коефициенти на импулсна модулация и избягване на честотно регулиране;
- повишаване на работната честота и намаляване на габаритите на изглаждащите елементи;
- създаване на отворена система за управление на пусковия процес.

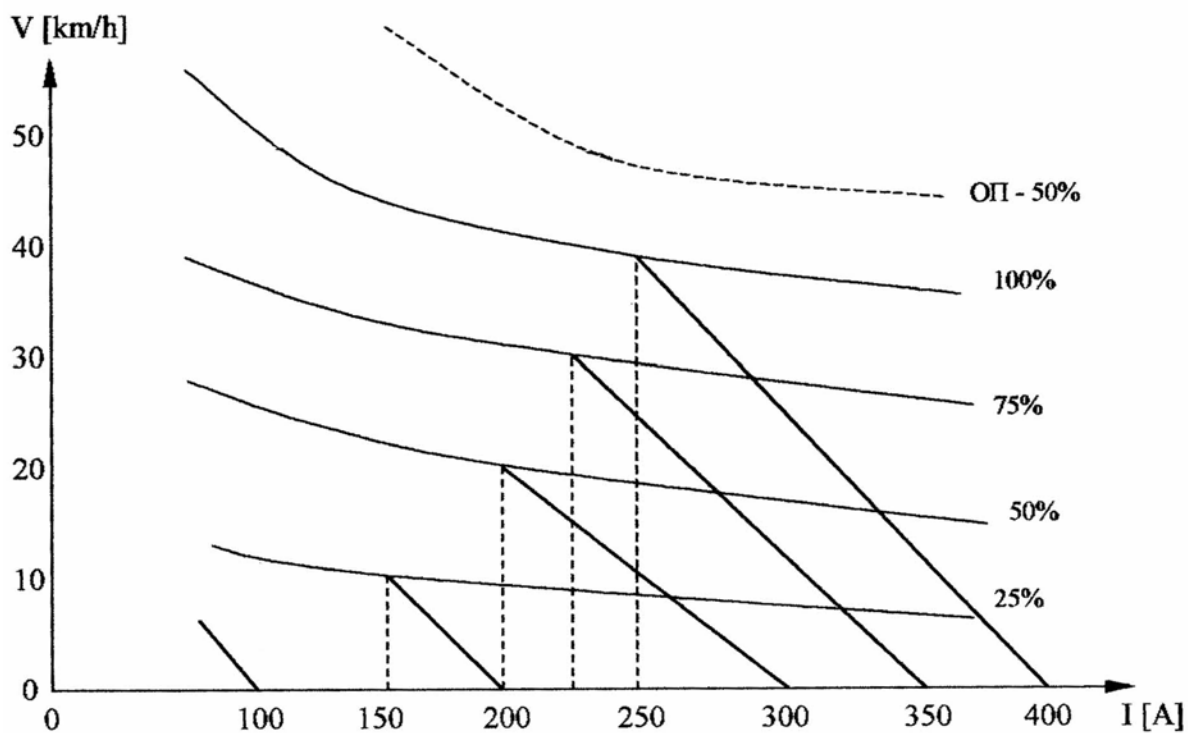
На фиг. 3 е представена схема на импулсен регулатор с еднотактен режим на работа и висока работна честота на регулатора.



Фиг.3

Скоростната характеристика на електрозадвижването с възможност за монтиране на трамвайна мотриси е показана на фиг.4, където $U_n=600V$, $I_{min} = 280A$, $M_{min} = 1030N/m$ $F_{min} = 17934N$ товар $5400kg$ и наклон 0% .

В заключение следва да се отбележи, че така предложените схеми имат приложен характер за малки мощности (задвижвания за трамваи, трелеи и метрополитен)



Фиг.4

Търсенето на технико-икономическо решение ще даде възможност за подобряване на енергийната ефективност на задвижванията и повишаване на експлоатационно-надеждностните им качества. По-малката маса

и габаритни размери и ниската себестойност не само ще повишат конкурентноспособността му на пазара, но и ще гарантират масовото му приложение.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГЕТИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ТЯГОВИТЕ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ВОЗИЛА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЧЕТИРИКВАДРАНТНИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РЕАЛИЗИРАНИ НА БАЗАТА НА СЪВРЕМЕННИ ПОЛУПРОВОДНИКОВИ ПРИБОРИ

Г. М. Павлов, П. Й. Иванов, И. К. Миленов

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео
Милев” № 158, България

АНОТАЦИЯ

В доклада са изследвани и разяснени функциите на четириквадрантните преобразуватели, наречени още входни импулсни токоизправители. Те могат да пренасят енергия от контактната мрежа и обратно, както и в зависимост от нуждите да създават капацитивен или индуктивен реактивен ток. На базата на съставен математичен модел описващ основните преходни процеси в устройството е направен енергетичен анализ и са определени стойностите на основните енергетични параметри за различни режими на работа на преобразувателя. Направено е предложение за модернизация на наши състави.

Ключови думи: Електрически локомотив, енергетични параметри, коефициент на мощност, четириквадрантни (импулсни) преобразуватели, GTO, IGBT.

Бурното развитие на полупроводниковата техника откри широки възможности за приложение на различни типове преобразуватели за тягови електрозадвижвания. Известно е, че като нелинейни устройства те влошават енергетичните параметри на устройството на електроснабдяване. Днес особено силно се откроява въпросът за по-нататъшното повишаване на ефективността на

електрическата тяга в светлината на съществуващият енергийния проблем. Навсякъде по света се работи за създаване на електрически транспортни средства с намален енергиен разход. В областта на електрическата тяга, където се използват големи мощности, намалението на разхода на енергия може да бъде значително.

Модерно управление, което се наложи в практиката на европейските ЖП

Георги Павлов, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Пламен Иванов, Началник експлоатация, ПАВЕЦ “Чаира”
Иван Миленов, доцент д-р, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

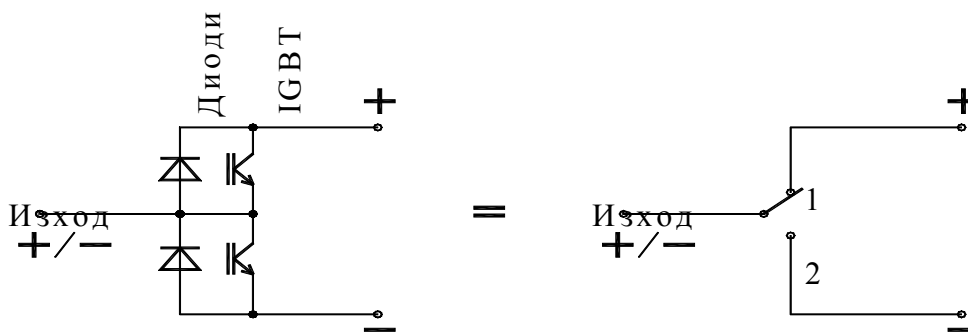
администрации е импулсното регулиране на силови полупроводникови елементи. Това от една страна са така наречените двуоперационни тиристорни GTO (gate turn off). Комутационните загуби при тях са пониски отколкото при обикновените тиристори, комбинирани със запущащ контур и затова при тях е възможно многократното отпушване и запущване в рамките на един полупериод. Особено голямо разпространение те получиха при нискочестотното захранване на електрическия подвижен състав ($16^{2/3}$ Hz). При захранване с мрежова честота (50 Hz) с тях не се постигат задоволителни резултати, защото, ако честотата на комутация се увеличи, нарастват комутационните загуби. Ако честотата на комутация е ниска, нарастват загубите в системата на електрозахранване.

Тези проблеми се решиха в последно време с въвеждането в експлоатация на най-модерните силови полупроводникови елементи IGBT (insulated gate bipolar transistor) транзисторите. IGBT се използват само като ключови елементи. С много голяма скорост те преминават от напълно отпушено (наситено) състояние в напълно запушено и обратно, т.е. функционално приличат на тиристорите. Въпреки, че са различни по своето устройство и начин на работа, поради факта, че могат да се отпушват и запущват от

управляващ вход (gate) поведението на GTO тиристорите и IGBT като схемни елементи е еднакво и затова се разглеждат съвместно. По принцип те могат да работят както тиристорните схеми с комутатори (едно-, дву- и повече зонна комутация), но схемното им решение е по-просто, а възможната честота на комутация е значително по-висока, от стотици до хиляди Hz и многократно превишава мрежовата, засега на два порядъка. Така става възможно при съответно управление на коефициента на импулсно модулиране в рамките на всеки полупериод да се получи крива на входния ток практически свободна от висши хармонични съставлящи с малки поредни номера и практически без дефазирание на първата хармонична, т.е. $\cos\phi_1 \approx 1$, $v \approx 1$ и $K_m \approx 1$.

В последно време и GTO тиристорите и IGBT се произвеждат интегрирани заедно с антипаралелни диоди и образуват така наречените IPM (integrated power module) - интегриран мощностен модул.

Главният елемент за функциониране на импулсния токоизправител е фазовият елемент (фиг. 1). Той би могъл да се смята за обикновен превключвател, който свързва изхода по избор с положителния или с отрицателния полюс на постояннотоковата междинна верига.



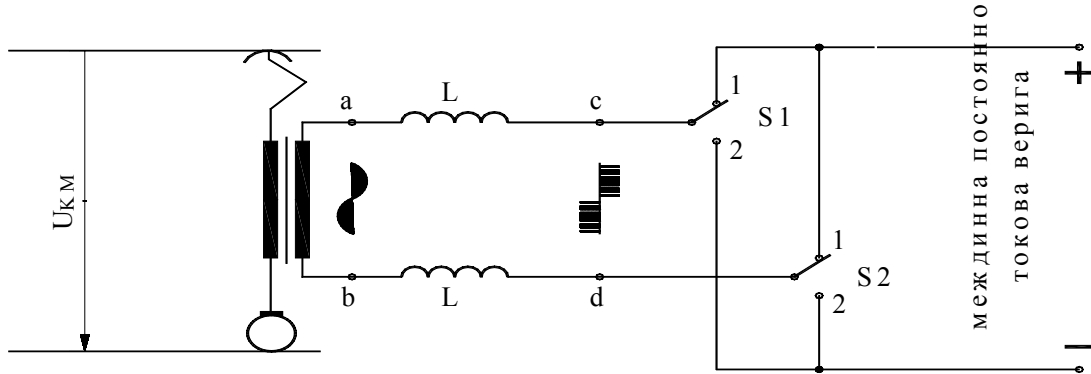
Фиг. 1 Фазов елемент, съставен от два IPM модула, изпълнени с IGBT

За един фазов елемент са необходими 2 IPM модула, по един за свързване на изхода с положителния и с отрицателния полюс на постоянното напрежение. Два фазови елемента създават пълен еднофазен импулсен токоизправител (фиг. 2). При това се включва всеки един от двата извода на вторичната трансформаторна намотка към изхода на един от превключвателите (фазовите елементи) S_1

и S_2 . Тези два превключвателя имат общо 4 възможни положения. Ако единият е включен на "1", към плюса на междинната верига, а другият е на "2", съответно към минуса, то тогава между точки **c** и **d** на схемата има положително или отрицателно изправено напрежение. Ако и двата превключвателя са в едно и също положение (плюс или минус), то тогава напрежението между точки **c** и **d** е нула

(късо съединение), но благодарение на управлението и на допълнителната индуктивност L , която забавя скоростта на нарастването на тока, този кратковременен режим не е опасен нито за трансформатора,

нито за елементите на токоизправителя. С известно приближение може да се приеме, че на изводите на трансформаторната намотка **a** и **b** напрежението остава синусоидално.



Фиг. 2 Създаване и вид на напрежението на изхода на импулсия токоизправител, съставен от два фазови елемента

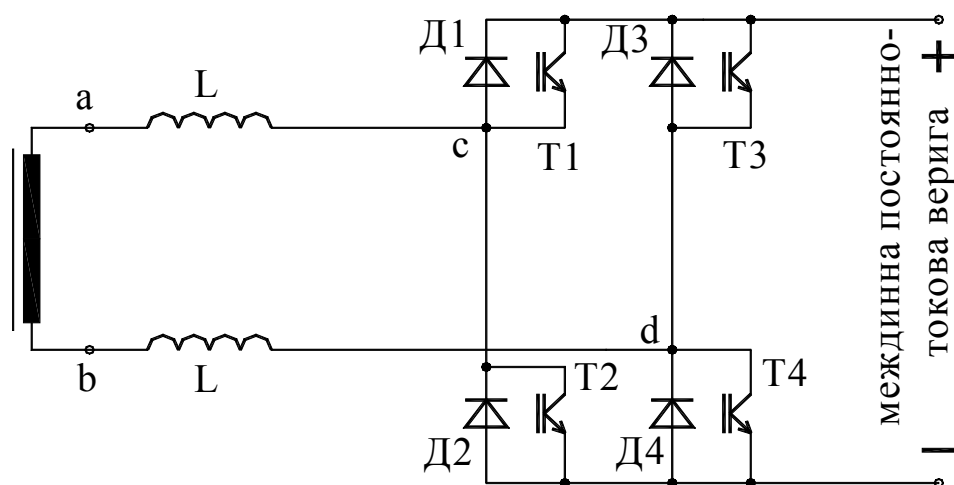
Чрез превключване на фазовите елементи става възможно върху трансформатора да се получи напрежение, което се състои от напрежениви импулси с избираема продължителност, интервал и поляритет. Ако се превключва с честота, съществено по-голяма от мрежовата може чрез последователни приближения да се възпроизведе напрежението на контактната мрежа (намалено с преводното отношение на трансформатора). Колкото по-висока трябва да е моментната стойност на възпроизведеното напрежение, толкова по-широки са импулсите.

Чрез управлението на двата превключвателя се създава показаната форма на напрежение на токоизправителя. Когато това напрежение е по-малко от синусоидалното мрежово напрежение токът в трансформатора се увеличава, а ако то е по-голямо токът намалява. Ако първият хармоник на импулсното напрежение съпада по фаза с мрежовото напрежение, ток с мрежова честота не тече. Съществува само високочестотната съставна на паразитния ток.

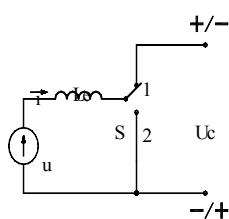
Схемата от фиг. 3 освен импулсен

токоизправител се нарича още четириквандантен преобразувател, защото може да пропуска ток, който да е дефазизиран на произволен ъгъл от напрежението, т.е да прехвърля активна енергия от трансформатора към постояннотоковата междина верига в тягов режим или обратно - в рекуперативен режим, а също и произволна реактивна енергия - индуктивна или капацитивна. Импулсен токоизправител може да се реализира и с един фазов елемент, но тогава ще бъде необходим и допълнителен мостов токоизправител с обикновени диоди, а преобразувателят ще бъде двуквандантен и няма да позволява рекуперация.

Изчисляването на тока става на базата на опростената схема, показана на фиг. 4. Приведените индуктивности на тяговия трансформатор, подстанционния трансформатор, контактната мрежа, токоограничаващите реактори, ако има такива и на допълнителния дросел са съсредоточени в еквивалентната индуктивност L_e . Захранващото напрежение на контактната мрежа, понижено с коефициента на трансформация е равно на $u = Um \cdot \sin(\omega \cdot t)$.



Фиг. 3 . Четириквартен преобразувател



фиг. 4. Заместваща схема

С ключа S се сменят двата режима (късо съединение и зареждане или разреждане на кондензатора, чието напрежение може да се подава инвертирано.

Положение на ключа S=2. Захранващото напрежение се уравнива само от пада в еквивалентната индуктивност. Индексът (i-1) се отнася за началото на всеки интервал, а (i) за края на интервала. Вътре в интервала изменението на тока се получава като тогава интегралът се разглежда като функция на горната си граница. Получава се получава зависимостта $i=f(\omega.t)$.

$$u = Le \cdot \frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{1}{Le} \cdot Um \cdot \sin(\omega t) \cdot dt$$

$$\int_{i_{i-1}}^{i_i} di = \int_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i} \frac{Um}{\omega \cdot Le} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot d(\omega \cdot t) \quad (1)$$

$$i_i - i_{i-1} = \frac{Um}{\omega \cdot Le} \cdot [-\cos(\omega \cdot t)] \Big|_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i}$$

$$i_i = i_{i-1} + \frac{Um}{\omega \cdot Le} \cdot (\cos \alpha_{i-1} - \cos \alpha_i)$$

Положение на ключа S=1. Захранващото напрежение се уравнива от пада на напрежение в еквивалентната индуктивност и от напрежението на постояннотоковата междинна верига. Приема се, че напрежението на кондензаторната батерия не се променя по време на кратковременните заряди или разряди, което е близо до действителността. Важен въпрос е каква да бъде стойността на изправеното напрежение. Според [3] то трябва да е по-високо от амплитудата на мрежовото напрежение, съответно намалена с коефициента на трансформация. Според [1] това превишаване следва да е 1,3 пъти. От посочените стойности в [3] се получава отношение 1,35. Както се вижда в отделните източници се коментира една и съща стойност за превишаване на постоянното напрежение

на междинната верига над амплитудната стойност на мрежовото напрежение.

Във формулите (2) индексите имат същото значение, както и в предния разгледан случай. Извършено е заместване на $U_c = \text{const}$ с:

$$U_c = k_U \cdot U_m,$$

където k_U е коефициент, показващ колко пъти напрежението на междинната постояннотокова верига превишава амплитудата на мрежовото напрежение.

$$u = Le \cdot \frac{di}{dt} + U_c$$

$$di = \frac{1}{\omega \cdot Le} \cdot [U_m \cdot \sin(\omega \cdot t) - U_c] \cdot d(\omega \cdot t)$$

$$\int_{i_{i-1}}^{i_i} di = \int_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i} \frac{1}{\omega \cdot Le} \cdot [U_m \cdot \sin(\omega \cdot t) - U_c] \cdot d(\omega \cdot t) \quad (2)$$

$$i_i - i_{i-1} = \frac{U_m}{\omega \cdot Le} \cdot [-\cos(\omega \cdot t) - k_U \cdot (\omega \cdot t)] \Big|_{\alpha_{i-1}}^{\alpha_i}$$

$$i_i = i_{i-1} + \frac{U_m}{\omega \cdot Le} \cdot [\cos \alpha_{i-1} - \cos \alpha_i - k_U \cdot (\alpha_i - \alpha_{i-1})]$$

Когато, както беше разгледано вече, изводите на кондензаторната батерия се реверсират, знакът пред k_U следва да се

промени. Двама израза за тока в различните режими могат тогава да се обединят по следния начин:

$$i_i = i_{i-1} + \frac{U_m}{\omega \cdot Le} \cdot [\cos \alpha_{i-1} - \cos \alpha_i - k_S \cdot k_P \cdot k_U \cdot (\alpha_i - \alpha_{i-1})] \quad (3)$$

Новите коефициенти са:

k_S - зависи от положението на ключовете S_1 и S_2 . Ако изводите на трансформатора са дадени нагъсо ($S=2$, S_1 и S_2 са в еднакви положения) то $k_S=0$. Ако $S=1$ (S_1 и S_2 са в различни положения), то $k_S=1$.

k_P - зависи от начина на свързване на кондензаторната батерия към изводите на трансформатора. В тягов режим по време на полупериода с поляритет на мрежовото напрежение т. **a** - "+" и **b** - "-" и в рекуперативен режим с обратния поляритет $k_P=1$. При "обратен" поляритет в тягов режим и в "прав" при рекуперативен $k_P=-1$.

Коефициентът на мощност се изчислява при стандартен анализ на Фурие на кривата на получения ток, в резултат на действието на импулсния токоизправител.

Както е известно, всички ЕПС на БДЖ, градски транспорт и метрополитена засега са с постояннотокови двигатели. Това обаче не означава, че регулирането им не може да бъде модернизирано.

За конкретизация на схемата и изчисляването на режимите на работа е необходимо да бъде избран конкретен електрически подвижен състав, който да бъде модернизиран.

Електрически подвижен състав, който преди всичко се нуждае от модернизиране са електрическите мотрисни влакове (ЕМВ) от серии 32.00 и 33.00. Според различни изследвания ЕМВ се отличават със значително по-висок специфичен разход на енергия ($35 \div 55 \text{ W.h/t.km}$) от останалия

електрически подвижен състав. Този разход се мери на шини високо напрежение (110 kV) на тяговата подстанция и в него влизат и загубите за електропреноса от подстанцията до подвижния състав. Доказва се, че голяма част от увеличението разход се дължи на ниския фактор на мощността, особено на нечетните позиции на главния контролер, когато е налице разнополупериодно токоизправяне (в единия полупериод напрежение се сменя от едно отклонение на регулационната намотка, а в следващия - от съседно отклонение. Освен това ЕМВ са известни и със значителните падове на напрежение в контактната мрежа, които предизвикват при ускоряване и с които затрудняват движението на останалите състави, захранвани от същата мрежа. Постигането на висок коефициент на мощност ще понижи падовете на напрежение. Друга причина за избора на ЕМВ за модернизация е, че тяхното предназначение основно за крайградско пътническо движение довежда до чести потегляния с високи ускорения и последващи спирания. При въвеждането на рекуперативно спиране при такъв модел на движение, ефектът от върната в мрежата електроенергия ще е по-значителен.

За изчисляване на ъглите на комутация на преобразувателя при тази постановка е съставен лист в Excel. За тяхното определяне е използван следният подход: Задава се големината на отклонението Δi на моментната стойност на действителния (реалния) ток i_{re} от моментната стойност на желания ток (вида на търсения ток) i_{vi} .

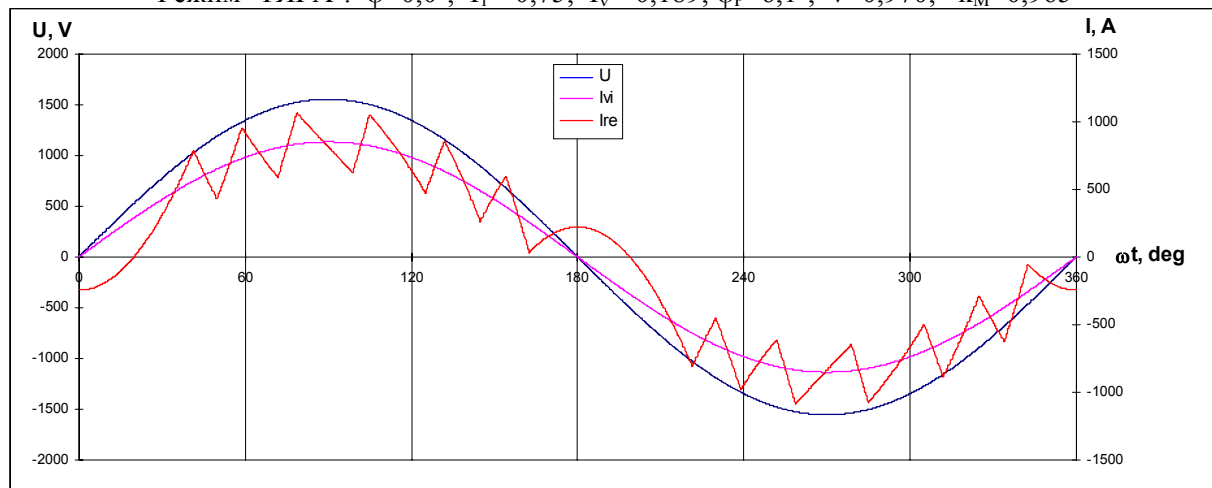
$$\text{abs}(i_{vi}-i_{re}) < \Delta i$$

Като константи са зададени амплитудата на напрежението на тяговата намотка $U_m=1555\text{ V}$, отговарящо на ефективно напрежение 1100 V , амплитудата на номиналния ток $I_m=1135\text{ A}$, получена от номиналната мощност на тяговата намотка на трансформатора.

Също като константи са зададени ъгловата честота на захранващото напрежение $\omega=2\pi.f=100\pi\text{ rad/s}$, коефициентът $k_U=1,3$. Исканият ток и неговото дефазирание спрямо захранващото напрежение се задават посредством коефициент k_I и ъгъл ϕ . По формула (3) се изчислява моментното развитие на тока и се следи дали не се отклонява извън зададените граници под и над идеалната крива (вида на тока). Стъпката на изчисление е $10\ \mu\text{s}$, което за съвременната преобразователна техника е напълно в

границите на възможностите (управлението следва да е микропроцесорно и аналоговите величини, които се контролират да се преобразуват в цифрови). Освен това по формули се изчисляват синусовата и косинусовата съставки на първия хармоник, реалният ъгъл на дефазирание и пълната ефективна стойност на реалния ток. От тези стойности на тока се изчисляват коефициентът на синусоидалност, факторът на мощността и коефициентът на мощност. Намират се ъглите на комутация. Получен е богат експериментален материал в режими на тяга, рекуперация и компенсация. На фиг.5 е показано изменението на тока и напрежението при конкретна стойност на относителната големина на товара I^* , както и относителната големина на паразитния високочестотен ток I_v^* спрямо номиналния ток в тягов режим.

Режим 'ТЯГА': $\phi=0,0^0$; $I_1^*=0,75$; $I_v^*=0,189$; $\phi_p=6,1^0$; $v=0,970$; $k_M=0,965$



Фиг. 5

На основата на получените резултати могат да бъдат направени съществени изводи и предложения за модернизация на използвани в момента електрически транспортни средства в БДЖ.

Тези технически предложения могат да намерят приложения в електрическите транспортни средства експлоатирани в Градския транспорт и ОФ "Метрополитен".

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ганов М. М. Електрообзавеждане на електрически транспортни средства, Техника, 1989г., София.
- [2] Павлов. Г. М. Дисертационен труд, ВТУ "Т. Каблешков", 2001г., София
- [3] Meyer, M., Uber das Netzverhalten von Umrichterlokomotiven. ADtranz-ABB Schweizer Eisenbahn Revue 8-9/1990.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА ОТКАЗИТЕ В КОНТАКТНАТА МРЕЖА НА ГРАДСКИЯТ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ В СОФИЯ.

Тодор Йонов

ТУ “София”, катедра “ЕЕЕ”, България, <http://www.tu-sofia.acad.bg/>

В настоящата статия е направен статистически анализ на отказите в контактната мрежа на градския електрически транспорт и основните причини за тях съгласно данните предоставени от Трансенерго ООД. Дадени са характеристиките на разпределение на отказите. Определени са данни за практическо прогнозиране на сроковете за обслужване. Разгледано е влиянието на сезоните в годината на отказите. Накрая са направени изводи и препоръки.

Statistical analysis of failures in the contact system of urban electric transport in Sofia.

Statistical analysis of failures in the contact system is made in this article and the main reasons for failures are defined according to the data given from “Transenergo” LTD. The distribution characteristics of the failures are made. Data for practical forecasts of maintaining periods are defined. There is considered the influence of the seasons on the failures .Finally, conclusions and recommendations are drawn.

Ключови думи: Статистика, градски транспорт, контактни мрежи.

I. Въведение.

В София за придвижване на по-голямата част от населението се използва градски обществен транспорт. Част от превозите се осъществяват с електрически транспортни средства [ЕТС] – трамваи, тролейбуси. Настоящата статия е естествено продължение

II. Статистически данни.

Повредите по контактната мрежа се отразяват в ежедневни сведения. Данните за тях се събират в рамките на три години – в случая от 1996 до 1998 година. Повредите са разделени в 5 групи. При подбора на групите е взето в пред вид важността на повредите и честотата на появяването им. Броят и разпределението на повредите по месеци и години има характер на случайни величини и затова при анализа на същите е удобно да се използва теорията на вероятностите и по-точно методите на техническата статистика. Получената информация е полезна за решаване на широк

на разработките на автора [1] и [2]. Целта е да се направи статистически анализ на електрическите откази и да се проследи влиянието на годишните сезони на същите, като досега са разгледани отказите на ЕТС, а настоящата статия е посветена на стационарните съоръжения.

кръг критични въпроси в следните направления:

-какви тенденции се появяват при настъпване на отказите и кои фактори обуславят тези тенденции;

-определяне на величината и структурата на ремонтните работи;

-определяне на обема на плановите ремонти и между ремонтните срокове;

-определяне на икономически целесъобразният срок на служба;

-определяне на основните насоки на модернизация на ремонтните работи и др.

Повредите се разделят в следните основни групи.

Тодор Ив. Йонов, главен асистент, катедра “Електроснабдяване, Електрообзавеждане и Електротранспорт”, Електротехнически факултет, Технически университет, София.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

1. Повреди от удар в контактния проводник;

2. Повреди от несъобразена скорост на ЕТС;

3. Повреди в контактната мрежа от изскочили токоприемници;

4. Повреди от фабричен дефект на вложените материали и резервни части;

5. Организационни повреди.

Данните за повредите са нанесени по месеци и години в таблици 1-5. В тях с Тр. е означен трамвай, а с Тб. тролей.

Таблица 1а. Данни за повредите от удар за периода 12.1995-11. 1996.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тр.	3	4	2	0	1	1	7	3	3	2	1	2
Тб.	4	6	6	10	13	14	20	17	16	13	7	13
Об.	8	9	8	10	14	15	27	20	19	15	8	15

Таблица 1б. Данни за повредите от удар за периода 12.1996-11. 1997.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тр.	4	3	9	3	1	3	2	4	1	2	2	2
Тб.	16	7	12	6	1	2	3	0	1	0	0	0
Об.	20	10	21	9	2	5	5	4	2	2	2	2

Таблица 2а. Несъобразена скорост за периода 12.1995-11. 1996.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тр.	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Тб.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Об.	1	1	0	2	1	1	1	1	1	2	1	1

Таблица 2б. Несъобразена скорост за периода 12.1996-11. 1997.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тр.	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
Тб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Об.	2	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1

Таблица 3а. Изскочили токоприемници за периода 12.1995-11. 1996.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тб.	4	8	8	9	12	4	5	1	8	2	9	10

Таблица 3б. Изскочили токоприемници за периода 12.1996-11. 1997.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тб.	5	4	6	14	12	16	17	8	9	13	22	17

Таблица 4а. Фабричен дефект за периода 12.1995-11. 1996.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Об.	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Таблица 4б. Фабричен дефект за периода 12.1996-11. 1997.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Об.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1

Таблица 5а. Организационни повреди за периода 12.1995-11. 1996.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Об.	1	2	0	1	1	4	6	1	3	5	3	7

Таблица 5б. Организационни повреди за периода 12.1996-11. 1997.

М.	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Об.	4	1	5	1	2	3	3	1	2	3	6	4

III. Характеристики на разпределение.

Централните моменти на разпределение се определят от зависимостта

$$\mu_h = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (1)$$

Където μ_h е порядъкът на момента;

x_i - общият брой на повредите;

\bar{x} - Математическото очакване;

N - сумата на всички честоти.

Математическото очакване се определя от зависимостта

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (2)$$

От зависимостите (1) и (2) следва, че първият централен момент $\mu_1=1$. Вторият централен момент се нарича дисперсия D и е характеристиката на разсейването на стойностите на случайната величина около нейното математическо очакване. Определя се съгласно зависимост (1). Средното квадратично отклонение σ е квадратен корен от дисперсията. Основните моменти се определят от зависимостта

$$r_h = \frac{\mu_h}{\sigma^h} \quad (3)$$

Където h е порядъкът на момента.

Третият основен момент се нарича коефициент на не симетрия или асиметрия A_s на разпределението спрямо математическото очакване. Ако разпределението е симетрично спрямо математическото очакване то $A_s=0$, Асиметрията е положителна ако дъгата на разпределение е разположена от дясно на математическото очакване и обратно. За оценка на обратността се използва характеристиката – ексцесия E_k . Тя се дава със зависимостта

$$(4) \quad E_k = r_4 - 3 = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3$$

Таблица 6.

Пвр.	x	μ_2	μ_3	μ_4	r_3	r_4	D	σ	A_s	E_k
1	10.49	508.5	4574.3	41489	0.39	0.16	508.5	22.55	0.39	-2.83
2	0.87	8.87	118.22	1658.8	4.47	21.06	8.78	2.97	4.47	18.06
3	9.29	331.67	-2726	16528	0.45	0.15	331.67	18.21	0.45	-2.85
4	0.29	0.96	4.37	20.51	4.62	22.05	0.96	0.982	4.62	19.05
5	3.04	2.89	1.13	18.9	0.23	2.25	2.89	1.7	0.23	-0.74

За нормален закон на разпределение ексцесията е нулева.

Като се използват зависимостите (1)-(4) се определят характеристиките на случайните

IV. Криви на разпределение.

Кривите на разпределение се построяват въз основа на данните от таблици 1-6. Изглаждането на кривите на разпределени на отказите може да се направи по методите за изглаждане на кривите. Например по метода

V. Практическо прогнозиране.

Практическото прогнозиране дава възможност да се прогнозира отказите на отделните възли и детайли на контактната мрежа и да се направи оценка на времето през което се правят ТО1, ТО2 и т.н.

Интензивността на отказите се определя от зависимостта

$$\lambda = \frac{n(t)}{N \cdot \Delta t} \quad (5)$$

Където n(t) е Броят на елементите излезли от строя за времето t;

Δt периодът от време за отчитане на отказите

Важен критерий за оценка на сигурността е средното време на безотказна работа T_{cp} . То се определя от зависимостта

$$T_{cp} = \frac{\sum t_i}{n} \quad (6)$$

Средното време за безотказна работа е непосредствено свързано с интензивността на

величини. Поради съкратеният обем на статията в таблица 6 са дадени само общите данни без те да се делят на трамваи и тролейбуси.

даден в [3]. Тъй като в статията поради съкращения не е възможно да се опише целият обем на изследването тук тези графики няма да бъдат представени.

отказите. При експоненциален закон на разпределение времето на безотказна работа е обратно пропорционално на интензивността на отказите

$$T_{cp} = 1/\lambda \quad (7)$$

Важна характеристика на изследването е вероятността на безотказна работа. При експоненциален закон на разпределение тя се определя от зависимостта

$$P(t) = e^{-\lambda_{cp} \cdot t} = e^{-t/T_{cp}} \quad (8)$$

Ако се замести в (8) с $t=T_{cp}$ вероятността за безотказна работа $P(T_{cp}) \approx 0.37$. Това на практика означава, че за времето T_{cp} вероятността за безотказна работа намалява от 1 до 0.37. От зависимостите (6) и (7) се правят практически изчисления за да се получи между ремонтният срок. Резултатите са дадени в таблица 7, но само за средните стойности на T и λ . Пълните данни са в автора и могат да се предоставят на всеки който желае.

Таблица 7.

$\lambda_{cp} \cdot 10^{-5}, 1/h$	8,29	0,625	9,937	0,455	3,066
T_{cp}, h	12062	160000	10063	219780	32615

Поради съкратеният обем на статията тук няма да се дават номограмите за практическо приложение и междинните резултати, но ще се опише построяването им. Номограмите за практическо приложение се строят в логаритмичен мащаб, като по ординатата се нанася стойността $P(T_{cp})=0.37$, а по абсцисата T_{cp} за съответният елемент от обзавеждането

VI. Сезонно разпределение на повредите.

Сезонното разпределение на отказите до голяма степен дава информация за качеството

получено по (6). Правата преминаваща през двете точки е фактически номограмата за практическо приложение. От нея може лесно да се определи колко е между ремонтният срок. Напр. ако искаме $P(t)=0.5$ неизправност от фабричен дефект може да се появи след около 15-16. 10^3 часа работа и т.н..

на заложените материали и ремонтната дейност. Данните за сезонността на повредите са дадени в таблица 8.

Таблица 8.

Повреда	Зима	Пролет	Лято	Есен
1	12,66	9,2	12,8	7
2	0,7	0,8	0,8	1
3	5,8	11,2	8,	12,2
4	0,33	0	0,33	0,5
5	2,2	2,0	2,7	4,5

В случая при стационарните съоръжения и по-точно при контактната мрежа за разлика от сезонните повреди на подвижният състав [1,2] няма толкова

ясно изразени два варианта на разпределение на повредите през годишните сезони.

VII. Анализ и изводи.

От номограмите за практическо прогнозиране се виждат няколко неща, първо организацията на ремонта е много добра и е постигната много добра вероятност за безотказна работа и второ водачите на трамвайни мотриси се съобразяват повече от тролейбусните с ограниченията по скорост.

Повредите от удар имат два изразени максимума пред зимата и лятото, докато през пролетта и есента повредите са сравнително по-малко. При повредите от несъобразена скорости и организационни има тенденция максимумът трайно да е през есента, като

VIII. Литература.

1. Йонов Т., Статистически анализ на електрическите откази в тролейбуси "Икарус", Сборник доклади десета научна конференция с международно участие ТЕМПТ' 97, част I, ВНВУ "Т. Каблешков", София, 1997, стр. 540÷546.

2. Йонов Т., Електрически откази на тяговите двигатели и силовото електрообзавеждане на трамвайни мотриси "София 100" и "България 1300", Научни трудове на РУ "Ангел Кънчев", том 37, серия

през останалите сезони постепенно се повишава. Повредите от фабрични дефекти не зависят от сезона и разликата в отказите почти не се влияе от сезона. Малките разлики от повредите обаче показват че няма една трайна тенденция на ярко изразени максимуми през мокрите сезони както при ЕТС [1,2]. Това показва, че повредите на контактната мрежа не се влияят особено от сезона. Това се обяснява и с факта, че липсата на възможност от резервиране на контактните проводници принуждава проектантите да се презапасяват по сечение.

3, Електротехника, Електроника, Автоматика, Физика, Русе 1999, стр.120÷127.

3. Уиттекер Е., Г. Робинсон, Математическая обработка результатов наблюдений, ГТТИ, 1973.

4. Петрова-Денева А., В. Димова-Нанчева, Н. Сточнов, Висша математика, част 5, С. Техника, 1977.

5. Българанов Л. Б. , Проектиране на електрическата част на електрически транспортни средства, София, 1998.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ОТКАЗИ НА ТРОЛЕЙБУСИ “ИКАРУС” ЗАЧИСЛЕНИ КЪМ ДЕПО “НАДЕЖДА”

Тодор.И.Йонов,
ТУ “София”, катедра “ЕЕЕ”, България, <http://www.tu-sofia.acad.bg/>

В настоящата статия е направен статистически анализ на електрическите откази в троллейбусите “Икарус”, зачислени към депо “Надежда”. Дадени са характеристиките на разпределение на отказите. Определени са данни за практическо прогнозиране на сроковете за обслужване на троллейбусите. Разгледано е влиянието на сезоните в годината на отказите. Накрая са направени изводи и препоръки.

Statistical analysis of the electric failures of Ikarus trolleybuses in Nadezda depot. By engineer T. Jonov, Technical university - Sofia

Statistical analysis of the electric failures in Ikarus trolley-buses is made in this article. The distribution characteristics of the failures are given. Data of practical forecasts of the trolleybuses maintaining periods are defined. The influence of the seasons on the failures is considered. Finally, conclusions and recommendations are made.

Ключови думи.: статистика, троллейбуси, градски транспорт, експлоатация, надеждност

I. Въведение.

В София за придвижване на по-голямата част от населението се използва обществен транспорт. Част от превозите се осъществяват с електрически транспортни средства [ЕТС] – трамваи, троллейбуси и метро. Настоящата статия е естествено продължение на

разработките на автора [1] и [2]. Целта е да се направи статистически анализ на електрическите откази и да се проследи влиянието на годишните сезони на отказите, като постепенно се обхвалят всички ЕТС на София. В тази статия се разглеждат троллейбусите зачислени към депо “Надежда”.

II. Статистически данни.

Повредите по троллейбусите се отразяват в ежедневни сведения. Данните за тях се събират в рамките на три години – в случая от 1997 до 1999 година. Повредите са разделени в 12 групи. При подбора на групите е взето в пред вид важността на повредите и честотата на появяването им. Броят и разпределението на повредите по месеци и години има характер на случайни величини и затова при анализа на същите е удобно да се използва теорията на вероятностите и по-точно методите на техническата статистика. Получената информация е полезна за решаване на широк

кръг критични въпроси в следните направления.

- настъпване на отказите и кои фактори обуславят тези тенденции;

- определяне на величината и структурата на ремонтните работи;

- определяне на обема на плановите ремонти и между ремонтните срокове;

- определяне на икономически целесъобразният срок на служба;

- определяне на основните насоки на модернизация на ремонтните работи и др.

Групите в които са разглеждани повредите са следните:

- 1.Тягов двигател.

Тодор Иванов Йонов, главен асистент, магистър-инженер, катедра “Електроснабдяване, Електрообзавеждане и Електротранспорт, Електротехнически факултет, Технически университет София.

2. Прекъсвач.
3. Електрическа спирачка.
4. Акумулаторна батерия.
5. Генератор.
6. Помощен двигател.
7. Токоприемници.
8. Блок управление.
9. Реверсор.

10. Импулсен регулатор.
11. Компресор.
12. Други електрически повреди. Данните са дадени в таблица 1, 2 и 3 съответно за трите години от изследването. По хоризонтала са дадени месеците от годината, а по вертикала са дадени дванадесетте групи елементи и взли на електрообзавеждането.

Таблица 1. 1997 година.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0	2	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	1	0	1	0	1	3	1	1	0
8	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0

III. Характеристики на разпределение.

Повредите са разпределени в 36 разряда като всеки месец представлява един разряд. Централните моменти на разпределение се определят от зависимостта

$$\mu_h = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (1)$$

Където μ_h е порядъкът на момента;

x_i - общият брой на повредите;
 \bar{x} - математическото очакване;
 n - сумата на всички честоти.

Таблица 2. 1998 година.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	2	2	2	2	1	3	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
6	1	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
7	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
11	1	0	0	1	1	2	1	3	1	1	0	0
12	0	1	1	3	0	2	5	1	2	2	1	2

Математическото очакване се определя от зависимостта

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (2)$$

От зависимостите (1) и (2) следва, че първият централен момент $\mu_1=1$. Вторият централен момент се нарича дисперсия D и е характеристиката на разсейването на

стойностите на случайната величина около нейното математическо очакване. Определя се съгласно зависимост (1). Средното квадратично отклонение σ е квадратен корен от дисперсията. Основните моменти се определят от зависимостта

$$r_h = \frac{\mu_h}{\sigma^h} \quad (3)$$

Където h е порядъкът на момента.

Таблица 3. 1999 година.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
3	0	0	2	2	2	2	1	3	0	1	1	1
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	0	0	1	0	1	0	0	0	2	5	0	0

Третият основен момент се нарича коефициент на не симетрия или асиметрия A_s на разпределението спрямо математическото очакване. Ако разпределението е симетрично спрямо математическото очакване то $A_s=0$, Асиметрията е положителна ако дъгата на разпределение е разположена от дясно на математическото очакване и обратно. За оценка на обратността се използва характеристиката

– ексцесия E_k . Тя се дава със зависимостта

$$E_k = r_4 - 3 = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 \quad (4)$$

За нормален закон на разпределение ексцесията е нулева.

Като се използват зависимостите (1)-(4) се определят характеристиките на случайните величини. Данните са дадени в табл.4.

IV. Криви на разпределение.

Кривите на разпределение се построяват въз основа на данните от таблици 1÷3. Изглаждането на кривите на разпределени на отказите може да се направи по методите за

V. Практическо прогнозиране.

Практическото прогнозиране дава възможност да се прогнозира отказите на отделните възли и детайли и да се направи оценка на времето през което се правят ТО1, ТО2 и т.н.

Интензивността на отказите се определя от зависимостта

$$\lambda = \frac{n(t)}{N \cdot \Delta t} \quad (5)$$

Където $n(t)$ е броят на елементите излезли от строя за времето t ;

N - общият брой всички работещи елементи;

изглаждане на кривите. Например по метода даден в [3]. Тъй като в статията поради съкращения не е възможно да се опише целият обем на изследването тук тези графики няма да бъдат представени.

Δt - периодът от време за отчитане на отказите. Важен критерий за оценка на сигурността на електро-обзавеждането е средното време на безотказна работа T_{cp} . То се определя от зависимостта

$$T_{cp} = \frac{\sum t_i}{n} \quad (6)$$

Средното време за безотказна работа е непосредствено свързано с интензивността на отказите. При експоненциален закон на разпределение времето на безотказна работа е обратно пропорционално на интензивността на отказите

$$T_{cp} = 1/\lambda \quad (7)$$

Таблица 4.

	x	$\mu_2=D$	σ	μ_3	A_s	μ_4	E_k
1	5.55	11.64	3.41	34.32	0.86	485.4	0.58
2	3.05	5.33	2.31	7.5	0.61	68.23	2.4
3	40.33	72.39	8.51	-517.93	-0.84	30319	2.79
4	8.08	15.24	3.9	22.77	0.38	695.36	-0.007
5	11.61	26.29	5.13	22.51	0.17	1960.6	-0.16
6	39.22	143.01	11.96	187.04	0.11	44986	-0.8
7	12.78	40.73	6.38	5859.9	0.087	204374	0.074
8	13.78	39.29	6.27	199.31	0.81	6230.9	1.04
9	2.11	3.49	1.87	6.28	0.96	41.12	0.38
10	8.81	15.88	3.98	10.24	0.16	627.95	-0.51

11	40	422.44	20.55	1701.5	0.196	299570	-1.321
12	130.36	302.95	17.41	1389.6	0.26	204762	-0.769

Важна характеристика на изследването е вероятността на безотказна работа. При експоненциален закон на разпределение тя се определя от зависимостта

$$P(t) = e^{-\lambda_{cp} \cdot t} = e^{-t/T_{cp}} \quad (8)$$

Ако се замести в (8) с $t=T_{cp}$ вероятността за безотказна работа $P(T_{cp}) \approx 0.37$. Това на

практика означава, че за времето T_{cp} вероятността за безотказна работа намалява от 1 до 0.37. От зависимостите (6) и (7) се правят практически изчисления за да се получи между ремонтният срок на електрообзавеждането. Резултатите за средните стойности на T и λ са дадени в таблица 5.

Таблица 5.

Ел.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda_{cp} \cdot 10^{-5}$	12.6	6.9	79.6	14,31	24,06	63,8	17,35	21,6	4,41	14,71	85,8	246,9
T_{cp}	7921	14475	1255	6987	4155	1565	5763	4625	22669	6798	1166	404

Поради съкратеният обем на статията тук няма да се дават номограмите за практическо приложение и междинните резултати, но ще се опише построяването им. Номограмите за практическо приложение се строят в логаритмичен мащаб, като по ординатата се нанася стойността $P(T_{cp})=0.37$, а по абсцисата T_{cp} за съответният елемент от обзавеждането получено по (6). Правата преминаваща през двете точки е фактически номограмата за практическо приложение. От нея може лесно да се определи колко е между ремонтният срок от време ако искаме $P(t)=0.5$ трябва да се направи обслужването на ТД през $5,7 \cdot 10^3$ часа работа и т.н..

Електрообзавеждането не се повлияват от сезона и техните откази са почти еднакви през цялата година. Прави впечатление, че повлияните от сезона елементи на електрообзавеждането обикновено са разположени под коша и работят при влошени условия. За тях през пролетта трябва да се вземат мерки за засилен контрол на ремонтните работи.

VI. Сезонно разпределение на повредите.

Сезонното разпределение на отказите дава информация до голяма степен за качеството на заложеното в тролейбусите електро-обзавеждане и ремонтната дейност. Като естествено продължение на изследването на градския транспорт в София (виж и [1] и [2]) може да се каже, че има трайна тенденция през различните сезони да се запазват най-често два вида графики – трайно изразени максимуми на повредите през пролетта с тенденция за намаляване на отказите през лятото и почти права линия на отказите неповлияна през сезона. Тук тази тенденция също се запазва. В първият случай – максимум през пролетта са тяговите двигатели, прекъсвачите, акумулаторната батерия, генератора и токоприемниците. Отказите на останалите елементи на

VII. Изводи и препоръки.

1. При сегашните интервали на техническо обслужване ТО1 и ТО2 е достигната добра вероятност за безотказна работа. Намаляването на интервала на обслужванията е нежелателно поради неизбежното повишаване на средствата за ремонт без това да доведе до значително повишаване на вероятността за безотказна работа.

2. Прави впечатление при сравнение на данните за отказите, в депо “Искър” [1] и депо “Надежда”, че в последното данните за отказите са значително по-малко. Това може да се обясни, с по-добрата организация на ремонтната дейност в последното.

При сравнение на данните от изследванията в двете депа сезонното разпределение на отказите до голяма степен се припокрива. Това означава, че за някои възли от електро-обзавеждането е желателно времето на ТО1 да се намали в сезоните с повече откази.

VIII. Литература.

1. Йонов Т., Електрически откази на тяговите двигатели и силовото електрообзавеждане на трамвайни мотриси “София 100” и “България 1300”, Научни трудове на РУ “Ангел Кънчев”, том 37, серия 3, Електротехника, Електроника, Автоматика, Физика, Русе 1999, стр.120÷127.

2. Уиттекер Е., Г. Робинсон, Математическая обработка результатов наблюдений, ГТТИ, 1973.
3. Петрова-Денева А., В. Димова-Нанчева, Н. Сточнов, Висша математика, част 5, С. Техника, 1977.
4. Българанов Л. Б., Проектиране на електрическата част на електрически транспортни средства, София, 1998.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИТЕ РАЗХОДИ ЗА ТЯГОВИ НУЖДИ В НК”БДЖ”

Д-р инж. Витко Ценов, инж. Томчо Томов, инж. Димитър Маринов
Отдел “Електрификация и енергетика” – НК”БДЖ”-България

Анотация: There’s made analysis of the operation data to the basic parameters of transportation with power trains for 1999 – 2000 years. Here’s made proposition a new indicator for assessment of electric trains power consumption. There’s proof that power trains are from 6 to 8 times more effective as the diesel consumption trains. Here’s done examination the influence from back returnin reactive energy in the power network and influence over the price of transport expenses.

Българските държавни железници са един от големите консуматори на ел. енергия в Р. България. Средно годишната консумация е от 1% до 2% от националното производство на електрическа енергия и зависи от интензивността на влаковото движение. В системата на БДЖ се експлоатират около 6000 км. разгъната дължина електрифицирана жп мрежа, която след електрификацията на участъците от 4 транспортен коридор Пловдив-Свиленград и Дупница – Кулата ще нарасне до около 6500 км. и ще измени установеното съотношение между електрическата и дизеловата тяга. Структурното разпределение на жп превозите в НК”БДЖ” за последните години е в съотношение 80% към 20% в полза на превозите с електрическа тяга пред пътническите и товарните превози с дизелова тяга.

Преструктурирането на икономиката на Р България и отпадането на неефективни производства, съчетано със загубата на обвързани пазари, доведе до значително намаление на товарните превози. Известно е, че именно те носят основните финансови

приходи за БДЖ. За последните две години се забелязва известно съживяване на товарните превози, като съотношението им към пътническите с ел. тяга за 2000г. по сравнение с 1999г. се подобрява и от 49% към 51% за началото на 99г. достигна до 56% към 44% за 2000г. (таб. №№ 1,2,3).

На територията на Р. България се експлоатират 50 понижаващи тягови подстанции (ТП), собственост на БДЖ, които захранват контактната мрежа (КМ) с напрежение 27,5 kv , 50 Hz. Във връзка с намаления железопътен трафик, отдел “Електрификация и енергетика” на НК”БДЖ” периодически следи часовото тягово електропотребление във всички подстанции и изготвя денонощни товарови графици , от които се вижда, че за увеличаване на енергийната ефективност на превозите с ел.тяга е необходимо максимално да се прехвърлят товарните превози в нощните часове на денонощието. Това е свързано с факта, че цената на нощната ел. енергия за тягови нужди е три пъти по-евтина от върховата и един и половина пъти по-ниска от цената на дневната ел. енергия.

Витко Ценов д-р инж. НК”БДЖ”
Томчо Томов инж. НК”БДЖ”
Димитър Маринов инж. НК”БДЖ”

София 1080, ул. “Ив. Вазов” № 3
София 1080, ул. “Ив. Вазов” № 3
София 1080, ул. “Ив. Вазов” № 3

В таблица и графика №4 е изобразен почасови график на разхода на тягова енергия в БДЖ за денонощие. От графиките се вижда, че най-ефективна (от гледна точка на разпределение на движението по тарифни зони) е електрическата тяга в Пловдивски регион, на второ място е Г. Оряховица, а в Софийския регион разходната норма (вт.ч./бр.т.км.) е най-висока. За това има логично обяснение, което не е обект на настоящия анализ, но и в трите региона има резерви за оптимизиране на движението от гледна точка на енергийна ефективност. От сумарния денонощен почасови график ясно се вижда, че зоните с най-голямо енергийно натоварване са в неблагоприятните периоди на върхово дневно движение, а нощните зони са значително ненатоварени.

Експлоатационните параметри на превозите с ел. тяга в НК"БДЖ" за периода януари-юли 99г. и 2000г. са представени в таблици и графики №№ 1 и 2, а сравнителният анализ за двата периода е систематизиран в таблица и графики № 3. От таблиците и графиките се вижда по-ефективната работа на електрическата тяга през 2000г., като средната цена на 1 квт.ч. от тяговата енергия за 99г. от 8.044 ст./1 квт.ч. е намаляла до 7.713 ст./1 квт.ч. през август 2000г. и средно до 7.81 ст./1 квт.ч. за цялата 2000г. Намаляването на цената на ел. тяга за 2000г. е пряк резултат от прехвърляне на част от товарното движение в часовете с нощна тарифа. За сравнимите периоди разходната норма е намаляла от 28.95 вт.ч./бр.т.км. за 99г. до 28.05 вт.ч./бр.т.км. за 2000г, което води до годишна икономия на финансови средства в размер на 1 040 000 лв. Формата "седло" на кривата за разходната норма за 99г. е свързана с факта, че през зимните месеци в разходната нормата влиза и ел.енергията за отопление на пътническите влакове, която по статистически данни достига до 16-20% от общата тягова енергия за зимен период.

При непрекъсната работа на тяговите съоръжения от инфраструктурата на БДЖ (включени тягови трансформатори в тяговите подстанции и контактна мрежа под напрежение) се формират постоянни съпътстващи загуби, "теглото" на които в общите енергийни разходи се увеличава, при превози с намалял обем. За тяговите

трансформатори е установено (НИТИЖТ-1994г., изследване и измерване), че загубите са от 0.9 до 1.49% от общата консумирана енергия при нормално натоварване на участъците и от 2.5% до 8.5% при слабо натоварване. Отдел "Електрификация и енергетика" си постави задача да определи действителните активни загуби в нашите съоръжения. От направения анализ и от проведените експлоатационни измервания, проведени в подстанция "Волуяк" се установи, че активните загуби в КМ достигат до 1.09 квт.ч./км. за КМ със силиконови изолатори и до 1.18 квт.ч./км. за КМ с керамични изолатори, което при 6000км. разгъната КМ в БДЖ за годишен период годишната загуба е приблизително 50 мил.квт.ч. Тези активни загуби през 89г са представлявали около 5-6% от общата изразходвана ел.енергия за тягови нужди, а за 99г. – 2000г., при значително намаления трафик на движение, достигат до 9-10% от годишната тягова енергия. Левовият еквивалент на тези активни загуби за година е около 3.5-4 мил.лв. Тази сума е значително по-голяма от месечната сума, която заплаща БДЖ за тягови нужди и представлява благоприятен стимул за търсене на технически и технологични подходи за нейното намаляване.

От анализа на трафика на движение на влаковете с ел. тяга и от месечните сведения за изразходваната ел. енергия по подстанции се установява, че ТП, обслужващи крайни участъци на КМ (например "Брусарци", "Димово", "Видин" и др.), работят на границата на празния ход, а има и интервали от денонощието, със значителна продължителност, без влаково движение. В същия момент нашите енергийни съоръжения работят непрекъснато, което увеличава енергийните загуби. Разбира се, динамична комутация на ТП по принцип е възможна, но до тогава трябва да бъдат решени технически проблеми с телеуправлението на съоръженията, надежден и еднозначен контрол на превключванията и намаляване на неблагоприятната вълна от кражби по КМ при обезточени линии. Активните ел. загуби са право пропорционални на приложеното напрежение, от което следва, че намаляването на напрежението в КМ до достатъчния минимум, при който ще

работят нормално съоръженията в осигурителните инсталации (ОИ), прелези и др., в случаите, когато в захранвания участък няма влаково движение, е едно добро решение на този етап, при който могат да се реализират значителни икономии. Тези икономии могат да бъдат увеличени, ако се изследва и обоснове и максимално допустимото напрежение на изхода на ТП, което може да бъде поддържано дългосрочно с цел изключване на междинни ТП и подържане на техните фидерни зони от съседни ТП в случаите на намалено движение.

За оценка на енергийната ефективност в БДЖ, в момента се използва неефективен показател - осреднен разход или осреднена цена на тяговата ел. енергия, в които се скрива факта, че шест часа от денонощието движението с ел. тяга се извършва по върхова тарифа(12.2 ст./1 квт.ч.), десет часа от денонощието по дневна тарифа(7.6 ст./1 квт.ч.) и осем часа по нощна тарифа(4.6 ст./ 1 квт.ч.), за разлика от дизелната тяга, където цената на дизеловото гориво е постоянна. Затова за оценка на енергийната ефективност на електрическата тяга предлагаме новосинтезиран показател за ефективност на електрическата тяга. Това е безразмерен коефициент , позволяващ равнопоставена оценка на върховото, дневното и нощно движение на влаковете с ел. тяга и оценяващ интензивността на използване на ел.тяга в часови разрез, при това този коефициент може да бъде изчисляван за произволен временен отрязък: за денонощие, за месец, за сезон,за година и т.н. и на негова база да бъде оптимизиран графика на движение на влаковете от гледна точка на икономически ефективна ел. тяга. Диференцираните коефициенти за върхово, дневно и нощно движение за денонощие се изчисляват по следните формули:

$$K_v = \frac{E_v}{6 \text{ Еобщ.}} \quad (1)$$

$$K_d = \frac{E_d}{10 \text{ Еобщ.}} \quad (2)$$

$$K_n = \frac{E_n}{8 \text{ Еобщ.}} \quad (3)$$

където: E_v , E_d и E_n – са сумарните тягови енергии за върхов, дневен и нощен период, а:

$$E_{\text{общ.}} = E_v + E_d + E_n \quad (4)$$

е общата енергия за периода.

На базата на така предложените коефициенти в таблица и графика № 5 от приложението са дадени изчислените месечни коефициенти за часова интензивност на ел. тяга за месеците юни 1999г. и м. юни 2000г.. От графиката изключително ясно се вижда , че K_n за юни 2000г. е с 13.18% по голям от K_n за същия месец на 1999г.при едновременно намаление на K_v и K_d за същите периоди а това показва значително нарастване на ефективността на ел.тяга през 2000г. в резултат, на което цената (ст./1 квт.ч.) от 7.951 ст. за юни 99г. е намаляла до 7.684 ст./1квт.ч. за юни 2000г. В таблица № 6 са дадени анализите на тримесечните и годишни K_v , K_d и K_n за 99-2000г.

Завършвайки анализа за енергийната ефективност на ел. тяга възниква въпросът: по-ефективна ли е към настоящия момент електрическата тяга от дизеловата и с колко?. За да отговорим на този въпрос ще ползваме данни за 99г. и 2000г. Сега дизеловото гориво се купува за 997 лв/тон без ДДС, т.е. за около 1200лв/тон с ДДС. Разходната норма в момента(по данни на Лок. депо Дупница) варира между 12 и 15гр./бр.т.км.,което означава , че с един литър гориво, т.е. с 1.2лв. могат да бъдат превозени от 66.6 до 83.3 бр.т.км. Аналогичните изчисления за ел.тяга на база на данните за разходна норма и цена – таблици №№ 1,2 и 3 , показват , че с 1.2лв. за тягова енергия могат да бъдат превозени 515.3 бр.т.км. за 99г. и 536.8 бр.т.км. за 2000г. От тук еднозначно следва, че ел. тяга е по-евтина от 6.5 до 8 пъти по сравнение с дизеловата тяга на база на цена на “условно гориво” без отчитане на други експлоатационни разходи: работна заплата за ремонтен и експлоатационен персонал и без отчитане на инвестициите в инфраструктурните обекти и техния ремонт и поддържане.

Във връзка с реструктурирането на железопътния транспорт, което трябва да завърши на 01.01.2002г и въвеждане на новия закон на енергетиката, енергийната ефективност на превозите с електрическа тяга може значително да се понижи. Това е

така, защото с постановление на МС от 26.04.2000 г. бе приета, "Наредба за образуване и прилагане цените на електрическата енергия", в която цената на тяговата ел. енергия включва и връщаната в енергийната система реактивна енергия. Досега в БДЖ не се е отчитала реактивната енергия консумирана от тяговата мрежа и връщаната реактивна енергия. При съществуващата система за компенсиране на реактивната енергия в БДЖ ще търпим значителни загуби, защото при включени кондензаторни батерии ще можем да подобряваме $\cos-\phi$, но в същото време ще връщаме големи количества реактивна енергия в енергийната система и ще ги заплащаме по цената на върхова енергия. По време на нощната тарифа, поради много ниските товари и даже при изключени батерии факторът на мощността- $\cos-\phi$ е сравнително висок и по никакъв начин не можем да го понижим, каквито са изискванията на наредбата. Причината е и в това, че КМ фактически има капацитивен характер, който даже и без влаково движение способства за връщане на значителни количества реактивна енергия в националната енергийна мрежа.

Предстои сключване на нов двустранен рамков договор между НЕК и НК"БДЖ" за доставка на електрическа енергия за тягови нужди. Във връзка с това пред НК"БДЖ" ще възникнат значителни трудности и финансови загуби от включване в рамковия договор на "Наредба за образуване и прилагане на цените на електрическата енергия", приета с Постановление №66 на Министерския съвет от 26.04.2000г.

В НК"БДЖ" разгледахме проблема за подобряване на $\cos \phi$ и влиянието му върху цената на електрическата енергия за тягови нужди. Направихме измервания във всички ТП и констатирахме, че параметрите на тяговите подстанции, конфигурацията на контактната мрежа и особеностите на превозния процес с електрическа тяга в БДЖ не позволяват използването на технически и технологични подходи за компенсиране на санкциите, произтичащи от наредбата. Тази наредба защитава изключително и само монополното право на НЕК и

електроразпределителните предприятия. Изпитанията, извършени в БДЖ, доказват категорично това. В приложените таблици за ТП "Димово" (таблици №№ 7, 8 и 9) се вижда, че цената на тяговата енергия се увеличава с 55%- без компенсация и с 300% !! при капацитивна компенсация, при това за една и съща транспортна дейност!

Установихме, че чл.17, чл.24 и чл. 26 от "Наредба за образуване и прилагане на цените на електрическата енергия", са взаимно противоречиви в условията на БДЖ и водят до значителни финансови загуби за Компанията.

Прилагането на тази наредба в новия рамков договор ще повиши цената на електрическата енергия за електрическа тяга за цялото БДЖ минимално с 30% и ще увеличи разходите на НК"БДЖ" с над 8 мил. лв годишно.

Като отчитаме големите финансови загуби, които ще търпим от прилагане на Постановление № 66 в новия рамков договор между НЕК и НК"БДЖ", а и това, че не сме в състояние да приложим технически подходи за тяхното ограничаване, предложихме чрез Министерството на транспорта и съобщенията на Министерския съвет поправка в "Наредба за образуване и прилагане на цените на електрическата енергия". За да вземе решение по евентуалната поправка на наредбата, Министерският съвет вероятно ще предизвика дискусия на експертно ниво между специалисти на ДАЕЕР и НК"БДЖ". В това отношение този доклад е първият материал, който разкрива указания проблем. Този проблем трябва да намери положително за БДЖ решение, още повече, че железопътните превози имат и значителни социални функции.

България, като кръстопът между Европа и Азия, е призвана да осигурява екологичен, надежден и енергийно-ефективен железопътен транспорт. С подобряване на енергийната ефективност на Българските държавни железници и внедряването на нови прогресивни технологии за управление на превозния процес, НК"БДЖ" трябва да заеме, в близко бъдеще, достойно място в семейството на европейските железници.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

НОВИ КОНСТРУКТИВНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ УЧАСТЪК РАДОМИР - КУЛАТА

Здравко Бакалов, Иван Миленов, Панто Пантев, Георги Павлов,
Георги Димитров, Андрей Семизоров¹

Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” №
158, България

АНОТАЦИЯ

В доклада са отразени основните нови конструктивни решения на елементи при изграждането (електрификацията) на железопътния участък Дупница - Кулата. Това е първият участък в България, който се електрифицира по европейски стандарт. Повечето от новите елементи са произведени от български фирми по европейски норми, изпитанията на които са проведени в НИТИЖТ - ЕООД. В настоящият доклад са показани стойностите на основните параметри получени след изпитанията.

Ключови думи: Електрификация, контактна мрежа, нови конструктивни елементи.

Разглежданият участък е първият железопътен участък в България, електрификацията на който се извършва с отчитане на европейските норми. Това в значителна степен се отрази на контрола при проектирането и изработката на отделните елементи вградени в контактната мрежа и релсовия път, както и на качеството на извършваните монтажни работи по стационарното съоръжение. Още в началните стадии на уточняване на работната документация стана ясно, че приложението на действащите тогава български отраслови норми ОН 1162425-78, ОН 1169079-78, ОН 1169080-78, ОН 1169081-78 и ОН 1169414-78 е нецелесъобразно. Това наложи подготвителните проектни работи да бъдат извършени на база на специфични

технически изисквания за обекта, като се отчитат европейските норми. Въведена бе и нова система за контрол на качеството на извършените строителни работи. Да се обхванат всички характеристики на обекта в рамките на този доклад едва ли е възможно. Ето защо тук се спираме на някои по-характерни особености, както и на произтичащите от тях изводи и констатации.

На първо място следва да се посочи, че за компенсирано окачване на проводниците на контактната мрежа на мястото на масово използвания в останалите участъци три ролков компенсатор бе внедрен компенсатор тип КСС-1 (фиг. 1), разработен и произведен на фирма “Транском С” и изпитан в НИТИЖТ-ЕООД [1].

¹Здравко Бакалов, старши н.с. II ст. д-р, НИТИЖТ-ЕООД, София, кв. Илиянци
Иван Миленов, доцент д-р, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Панто Пантев, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Георги Павлов, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Георги Димитров, старши асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158
Андрей Семизоров, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

На представеният образец бяха проведени проверки и изпитвания с цел установяване на съответствието му с изискванията на раздел XIV от "Правилник за техническа експлоатация за контактната мрежа 25kV,

50Hz" от 1991 г. (ПТЕКМ), техническа спецификация (ТС) № ТКС-301-1000-1999 и конструктивна документация на компенсатор КСС-1 (КД).



Фиг. 1

При проверката беше установено, че компенсатор тип КСС-1, разработен и произведен от фирма "Транском 'С'" функционира нормално и отговаря на изискванията на горе дефинирания раздел от правилника за техническа експлоатация на контактната мрежа и на конструктивната документация. Установи се, че компенсаторът може да се използва в контактните мрежи при сумарни опънова сила на анкерваните към него компенсирани проводници и въжета до 19,62кN (2000kgf). По-важните параметри на устройството, които бяха измерени са както следват:

1. Установено е съответствие с конструктивната документация при общ външен оглед;
2. Преводно отношение - **1:4**
3. Контролни параметри на преводното отношение:

3.1 Диаметър D на големия баран на храповото колело по оста на въжето за окачване на тежестите - **570mm**

3.2 Диаметър d на малките барабани по оста анкеровъчните въжета - **142,5mm**

4. Функциониране на компенсатора при номинална опънова сила на въжето за опъване на проводниците на контактната мрежа F_{max} при опън на въжето с тежестите T_{max} :

• F_{max} - **19,62 kN / 2000kgf**

• T_{max} - **4,905kN / 500kgf**

5. Брой на навивките на каналите по винтова линия на барабаните за навиване на въжетата - **3,5**

6. Пълен ход на въжето за окачване на тежестите - **6272mm**

7. Пълен ход на анкеровъчните въжета - **1568mm**

Направена е проверка на блокиращото устройство при симулиране на скъсване на контактната мрежа или анкеровъчните въжета, при което е установено нормално действие на компенсатора в тези аварийни режими.

Контактните мрежи за железопътния транспорт у нас обикновено се свързват електрически посредством въздушни хранващи фидери, като хранващия проводник се свързва към контактния посредством хранваща клема. Интересна новост при изграждането на новия участък е приложението на електрически кабел 25kV в КРУ. В този случай на подходящ стълб в близост до контактната мрежа е монтирана кабелна кутия, през която кабелът се свързва към нея. За целта е използван кабел тип 2xS2Y, който също е изпитан във високоволтовата лаборатория на НИТИЖТ-ЕООД [2]. От проведените изпитвания на определен брой образци, могат да се дефинират следните по съществени параметри:

При $L_0=170,5$, $L_1=680,0$ и $L_2=700,05$ е измерено разрядно напрежение (повърхностен ефект) 110kV. Размерите на посочените погоре участъци са дадени в mm, като са приети следните означения:

L_0 - централна част на кабела без отстранени обвивка, ширмовка и слой за изравняване на потенциала;

L_1 , L_2 - странични части с отстранени пластмасова обвивка, ширмовка и слой за изравняване на потенциала.

При проведените изпитания порядъкът на величините е съгласуван с възложителя. С всеки един образец са проведени 10 разряда, като горните дефинирани стойности са средни за получените разрядни напрежения, закръглени до 1kV. При посочените стойности на основните размери не е регистриран вътрешен пробив на кабела в зоната на L_0 , а са установени само повърхностни разряди по страничните участъци L_1 , L_2 , в които са отстранени пластмасовата обвивка, ширмовката и слой за изравняване на потенциала.

За определяне на пробивното напрежение на кабела би трябвало да се изготвят образци, при които участъците L_1 и L_2 да имат дължини не по-малки от 1000mm. На този етап обаче, на база експертна оценка, като се вземе под внимание поставянето на кабелна глава в експлоатационни условия, е взето решение, че резултатите от приведените

изпитвания са напълно достатъчни за удостоверяване на годността на кабела.

Към изброените новости, които бяха споменати до тук следва да се добави и масовото внедряване в този участък на безболтови струнни клеми, производство на "Транском 'С'". За разлика от масово използваните болтови струнни клеми, тези се характеризират с намалена маса, което е задължително изискване за елементите изграждащи контактната мрежа, както и пригодността на конструкцията им за бърз и сигурен монтаж и демонтаж.

В НИТИЖТ-ЕООД са проведени изпитания и на вложени в участъка клинови клеми, произведени от същата фирма, но от стомана с цинковка, вместо ковък чугун. Нормите за изпитвания са регламентирани в т. 4.7.2 от "Технически изисквания към елементите, възлите и устройствата за стационарните електроснабдителни съоръжения в електрифицирани ж.п. участъци на БДЖ" (ТИЕВУСЕС/16.08.2000), одобрена от Генералния директор на НК "БДЖ" на 16.08.2000г. Съгласувано е изпитателното напрежение да бъде равно на двукратното максимално възможно натоварване в реални условия. За клиновата клема натоварването трябва да бъде 39,24kN (4000kgf). От проведените измервания е установена годността на изделието.

Както е известно, през последните десетилетия, в контактната мрежа на НК "БДЖ" намират все по-широко приложение полимерни изолатори - български, унгарски, руски и украински. За първи път обаче в участъка Дупница- Кулата се използват немски полимерни изолатори RODURFLEX, 99K7596, SAAL 140kN, 24НСТОО. Прави впечатление високата стойност на разрушаващата сила на опън на този изолатор, възлизаща на 245,25kN. За сметка на това обаче са недостатъчни големините на сухоразрядното (97,5kV) и мокроразрядното (под 80kV) напрежения на този изолатор. Това е напълно обяснимо като се има предвид, че той е за 20kV. В случая би трябвало да се използват изолатори за номинално напрежение 35kV.

В заключение може да се отбележи, че използваните нови технически средства, спомагат за повишаване надеждността, ремонтпригодността и техническите параметри на стационарните електро-снабдителни съоръжения. В бъдеще, с цел интегрирането ни в европейската железопътна

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

инфраструктура, е необходимо и други железопътни участъци да бъдат модернизирани. В този процес използването на съвременни елементи и цялостни технически решения е първостепенна задача на железопътната ни администрация.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Бакалов З. С., Изпитване на компенсатор самоспиращ КСС-1, Разработка на НИТИЖТ Е-ХV- 61-99, 1999г., София.

[2] Бакалов З. С. , А. Христова, И. Ангов, Изпитване на кабел 2xS2Y, Разработка на НИТИЖТ-ЕООД ТПСЕ-2.6., София.

[3] Бакалов З. С., Изпитване на клинова клема, Разработка ТПСЕ-В-2-2001 на НИТИЖТ-ЕООД, 2001г., София.

[4] Бакалов З. С., Изпитване на елементи и детайли, влагани в строителството и ремонта на контактната мрежа, Разработка на НИТИЖТ-ЕООД Е-16-13, София.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОСОБЕНОСТИ ПРИ МОНТАЖА НА МАЛОГАБАРИТНИ СЕКЦИОННИ ИЗОЛАТОРИ ВЪВ ВЕРИЖНА ПОЛУКОМПЕНСИРАНА КОНТАКТНА МРЕЖА

Здравко Бакалов¹

“Научно-изследователски и технологичен институт по железопътен транспорт” -
София

АНОТАЦИЯ

Наличието на съществени различия в преместванията на контактния проводник и носещото въже при полукомпенсираните верижни контактни мрежи, предизвикани от изменения на дължините им вследствие температурните промени, може да доведе до разрушаване на малогабаритните секционни изолатори (МСИ) вградени в тях. В доклада се разглеждат причините за възникване на подобни аварии и се дават съответни препоръки за монтажа на МСИ.

Ключови думи: Полукомпенсирани верижни контактни мрежи, малогабаритни секционни изолатори, препоръки за монтажа на малогабаритните секционни изолатори.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При полукомпенсирана верижна контактна мрежа има съществени различия в преместванията на контактния проводник (КП) и носещото въже (НВ), предизвикани от измененията на дължините им вследствие на температурните промени. Положението на НВ се променя главно във вертикално направление, т.е. температурните промени на практика се отразяват на повеса му, докато за КП преместванията са не само вертикални, но и хоризонтални. При това диапазонът на хоризонталните премествания на КП е значително по-голям от диапазона на вертикалните му премествания.

Този факт трябва да се вземе под внимание при монтажа на малогабаритните секционни изолатори (МСИ) във верижни полукомпенсирани контактни мрежи.

Неотчитането му може да има крайно неблагоприятни последици в т.ч. и разрушаване на МСИ и взаимодействащия с него токоснемател (ТС). В подкрепа на казаното биха могли да бъдат приведени редица примери, но това едва ли е необходимо. Достатъчно е да се припомни само последният случай с тежки последици, възникнал през зимата на 2000 - 2001 г. в гара Ихтиман. Анализът на нормативната база (правилници, инструкции и др.) в тази насока показва, че въпросът не е регламентиран. Ето защо се наложи да бъдат установени причините за възникване на подобни аварии и на тази основа да бъдат дадени препоръки за монтажа на МСИ във верижни полукомпенсирани контактни мрежи.

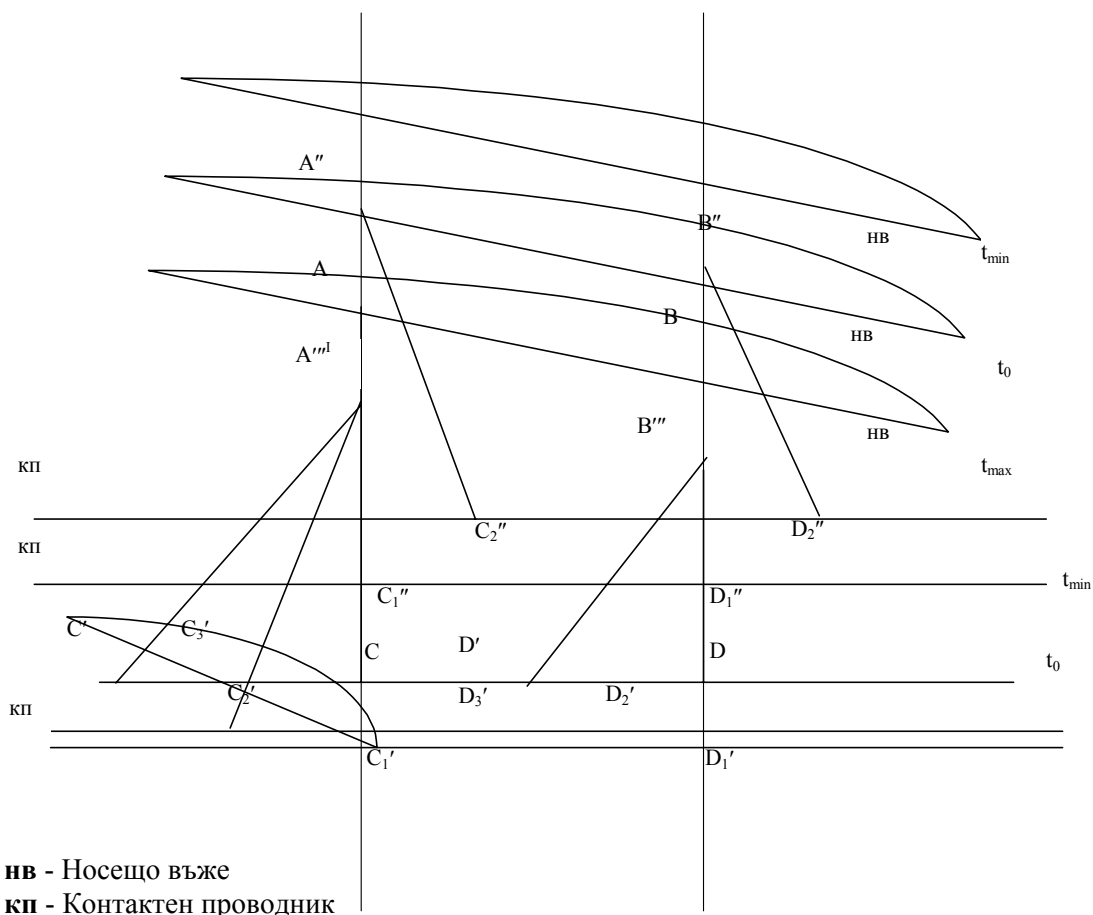
¹ Здравко Бакалов, старши н.с. II ст. д-р, НИТИЖТ-ЕООД, София, кв. Илиянци

2. УСТАНОВЯВАНЕ ПРИЧИНИТЕ ЗА АВАРИИТЕ

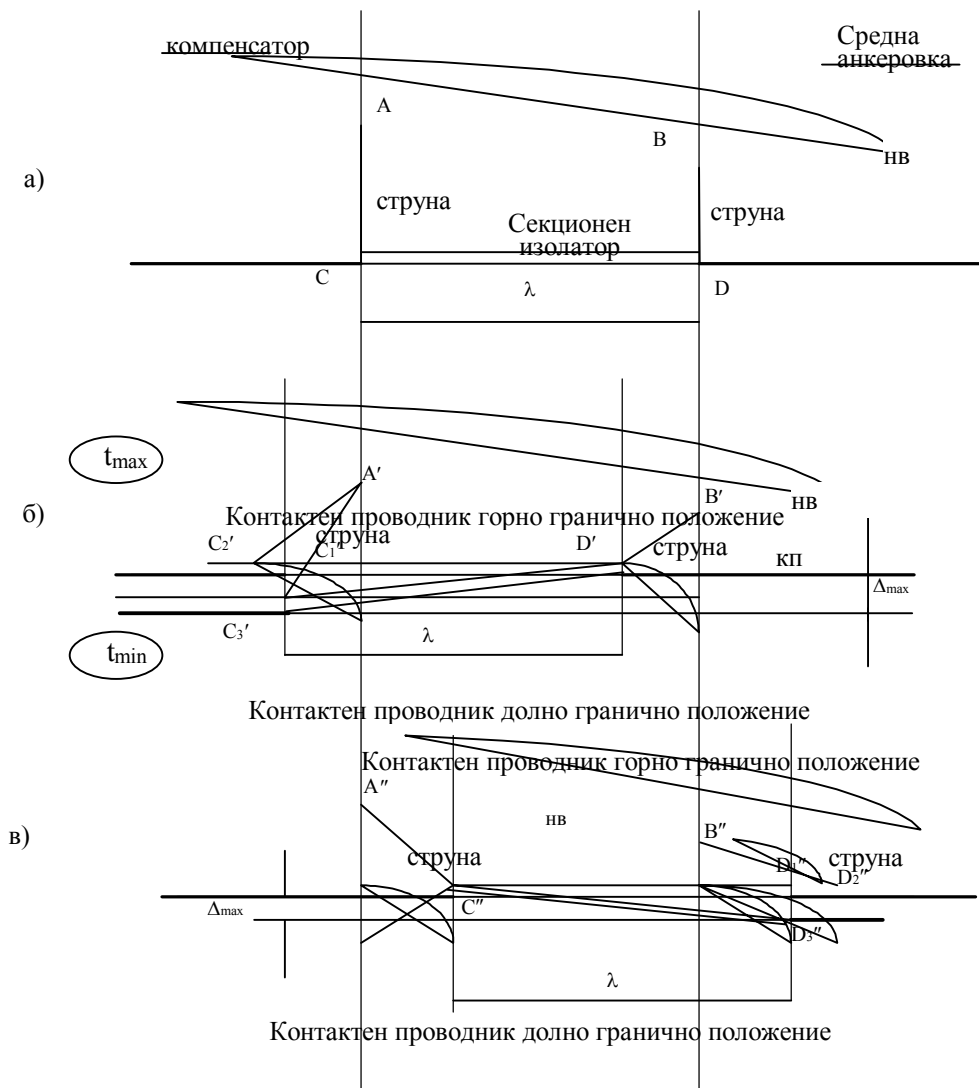
Както вече бе казано във въвеждащата част, МСИ на гара Ихтиман е монтиран във верижна полукомпенсирана контактна мрежа, като е окачен към носещото въже със струни, разположени в двата му края.

Схематично този начин е показан на фиг. 1. Секционният изолатор е врязан между точки С и D, като е окачен със струни към НВ в точки А и В. Посоченото положение се отнася за безпровесно положение на КП при температура t^0 . При минимална температура t_{\min} провесът на НВ се намалява, при което точките за окачване на МСИ чрез струни към НВ заемат положения A'' и B'' , а КП има отрицателен провес. При максимална температура t_{\max} провесът на НВ се увеличава, при което точките за окачване на МСИ чрез струни към НВ заемат положение A' и B' , а КП има положителен провес.

Ако се налага едно прецизно третиране на въпроса, би следвало да се има предвид, че при провисване (положително или отрицателно) на КП той трябва да се разглежда като гъвкава нишка. За целите на настоящото изследване, като се има предвид, че дължината на МСИ е много по-малка от дължината на междустълбието, както и фактът, че чрез един опростен инженерен метод без излишни самоцелни теоретизирания могат да бъдат установени причините за неудовлетворителното взаимодействие между МСИ изолатор и ТС в разглеждания случай, то може да се приеме, че в зоната на окачване на МСИ контактната линия е права, т.е. описващото я уравнение на гъвкавата нишка може да бъде апроксимирано уравнение на права линия. При направената уговорка двете гранични положения на КП, НВ и МСИ, както и положението им при безпровесно положение на КП, могат да бъдат изобразени схематично по начина, показан на фиг. 1.



Фиг. 1



НВ - Носещо въже
КП - Контактен проводник

Фиг.2

От тази фигура се вижда, че при безпровесно положение на КП ($t = t_0$) двете струни АС и ВС заемат вертикално положение. На чертежа струните са изобразени схематично като единични, макар че на практика те са двойни (λ - струни). Това не изменя същността на въпроса, още повече, че проекциите на струните АС и ВD във вертикалната равнина са едни и същи независимо дали са прости (единични) или двойни (λ) струни. Ако температурата на околния въздух е по-висока от температурата t^0 на безпровесно положение на КП, то ще се увеличи провесът на НВ, при което КП ще заеме положение по-ниско от безпровесното положение. При максимална температурата t_{\max} и като се отчита направената уговорка, НВ ще заеме положението, при което минава през точките А' и В', а КП при условие че не

се отчита хоризонталното му преместване, би трябвало да се премести в положението, дефинирано от точките C_1^* и D_1^* .

Ако се пренебрегне температурното удължение на струните, то са в сила зависимостите $AC = A' C_1^*$, и $BD = B' D_1^*$.

Както обаче вече бе казано, КП ще се премества и в хоризонтално направление и то в значително по-голяма степен, отколкото във вертикално направление. Ето защо в действителност КП няма да преминава през точки C_1^* и D_1^* , а ще заеме някакво по-високо положение. На фиг. 1 е разгледан условно случаят, при който компенсаторът на КП е разположен вляво от МСИ, а средната анкеровка - вдясно.

За тази постановка при максимална температура t_{\max} точката С няма да се

премести в положение C_1^* , а в някакво друго положение C_2^* , разположено вляво от правата $A'C_1^*$. Геометричното място на точката C_2^* е окръжност с център т. A' и радиус $R(C_2^*)=A'C_1^*=AC$. Конкретното разположение на точката C_2^* зависи от дължината на анкерното поле и отстоянието на МСИ от компенсатора, т.е. тя ще се намира някъде по дъгата $C_1^*C_2^*$. Аналогични съждения могат да бъдат направени и за струната BD . В резултат на такива съждения се стига до извода, че точката D_2^* ще се намира някъде по дъгата $D_1^*D_2^*$. В редица случаи струната BD може да се окаже натоварена, а струната AC разтоварена. Възможните гранични положения на МСИ при t_{max} са изобразени схематично на фиг. 2б. На фиг. 2а за сравнение е изобразен МСИ при безпровесно положение на КП. От фиг. 1 и 2б не е трудно да бъде определена максималната теоретично възможна стойност на денивелацията $\Delta_{max}(t_{max})$ на МСИ при температура t_{max} :

$$\Delta_{max}(t_{max}) = l_{A-C} - \sqrt{l_{AC}^2 - \Delta\lambda_{t_{max}}^2}, \quad (1)$$

където:

$l_{C,A-C}$ - дължина на проекцията на струната AC във вертикалната равнина, m

$\Delta\lambda_{t_{max}}$ - хоризонтално преместване на МСИ наляво от положението му при безпровесно положение на КП, m.

Като се вземе предвид (1), нека разгледаме екстремалния случай при $l_{C,A-C}=1m$ и $\Delta\lambda_{t_{max}} = 0,7m$, при което $\Delta_{max}(t_{max})=0,285m$. Относителната максимална възможна денивелация при направената уговорка ще бъде 120‰, което е абсолютно недопустимо. На практика наклонът ще бъде значително по-малък, тъй като, както вече бе казано, долният край на струната ще се намира някъде по дъгата $C_1^*C_2^*$. Нека допуснем, че реалната стойност на $\Delta_{max}(t_{max})$ е няколко пъти по-малка - примерно 2÷3 пъти. Но и в този случай $\Delta_{max}(t_{max})$ ще има недопустимо високи стойности (0,143-0,095), т.е. относителни денивелации 60‰ - 40‰, които могат да доведат до тежки аварии.

Не по-различно е положението при минимална температура t_{min} . В този случай точките A и B ще заемат положение A'' и B'' (фиг. 1). Ако нямаше хоризонтално преместване на контактния проводник вследствие

на температурното му скъсяване, точките C и D щяха да заемат положение C'' и D'' . Ако обаче се отчете температурното скъсяване на КП, окачването на струните към МСИ ще бъде разположено някъде по дъгите $C''C_2''$, респ. $D''D_2''$. МСИ ще се разположи с някаква денивелация $\Delta_{max}(t_{min})$, граничното положение на която е дадено схематично на фиг. 2в. За величината $\Delta_{max}(t_{min})$ при направената уговорка е в сила зависимост (2):

$$\Delta_{max}(t_{min}) = l_{B-D} - \sqrt{l_{BD}^2 - \Delta\lambda_{t_{min}}^2}, \quad (2)$$

където:

$l_{C,B-D}$ - дължина на проекцията на струната $B-D$ във вертикалната равнина, m

$\Delta\lambda_{t_{min}}$ - хоризонтално преместване на МСИ надясно от положението му при безпровесно положение на КП, m.

С помощта на (2) за екстремалния случай при t_{min} и $l_{C,B-D}=0,8m$, $\Delta\lambda_{t_{min}}=0,7m$ се получава максимална теоретична денивелация 0,41, или в относителни единици 170‰, което е направо абсурдно. Но дори и при неколкостранно по-малка денивелация пак липсват условия за безконфликтно преминаване на токоснемателя по МСИ.

3. ПРЕПОРЪКИ

Въз основа на констатациите по т. 2 от настоящия отчет може да се направят следните препоръки:

1. Окачването на МСИ към НВ следва да се изпълни с една Λ струна, монтирана към разпорката на секционния изолатор.

2. Струната се окача към НВ с ролка.

3. Върху носещото въже се надява тръба от силикон каучук или тефлон с дължина не по-малко от 2434mm.

4. При температура 20°C разположената вляво от ролката част от тръбата трябва да бъде с дължина не по-малка от 700 mm. Частта от тръбата вдясно от ролката при 20°C трябва да има дължина не по-малко от 1734 mm.

5. Клиновата клема, за свързване на връзания в НВ изолатор трябва да бъде разположена при 20°C на 2000mm от оста на ролката.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

MULTI-OBJECTIVE APPROACH TO TECHNOLOGICAL PROCESSES OPTIMIZATION

DIMITROV Dimitar, TONTCHEV Nicolay

Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria

Abstract: *The paper examines an approach to the visualization and analysis of multi-factor spaces as well as some special features of the software which allows to investigate multiple independent parameter regression relations.*

Key words: multicriteria nonlinear programming, technological processes, optimization

INTRODUCTION

In general the optimum values of the objective parameters the customers - Decision Makers (DM) are interested in (most frequently mechanical parameters) are achieved at different combinations of the factors of control. In other words, there does not exist a unique combination of the control factors that optimizes all the objectives. Therefore we incorporate the multi-objective approach to solving our particular problem.

The software MADMML / Multicriteria aid for decision making by movable limits/ is designed to solve the basic class of problems of the multicriteria nonlinear programming.

One of the main destinations of the system development which helps in making the decisions (Decision Support System) is to form new effective methodes of the multicriteria task and which could be ingraided into interactive computer systems with the user friendly interface.

Experimental identification tasks for different processes are most commonly reduced

to determinate such regulating factor combinations, which ensure the attached requirements of the investigated characteristics beforehand. The sequence of their implementations imposes the necessity to carry on experiments in order to deduce regression relations, which are analyzed further and on their bases the decisions searched for are determined. The complexion of these analysis is provoked by such relations that of the quantities which are investigated in the function of multiple (more than two) regulating parameters. Since it is impossible to obtain complete visualization of solving the regression by traditionally adopted means, the investigation of the deduced regression patterns can be heavily performed. By the software available up to now it is possible to represent only one-dimensional and two-dimensional images on the screen. This restricts the investigation of different patterns by means of visual analysis. Nowadays three-dimensional image simulations are delevoped, but they do not satisfy the user's requirements of visualization and therefore of the control and regulation of the value investigated through variable parameters.

Dimitar Dimitrov, Seniour Lecturer Ph.D. Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria,

E-mail: dimitar@vtu.acad.bg

Nikolay Tontchev, Associate Professor, Ph.D. Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria,

E-mail: tontchev@vtu.acad.bg

Because of that the decision making with developing new technological processes imposes the necessity to realize their control and management by means of modern calculating devices which require the development of a special software connected with multi-factor spaces visualization.

In the field of machine-building technologies the development of such an approach to multi-factor spaces visualization can be significantly simplified due to following assumptions:

- the investigated regression patterns are built up for coded values of the control parameters and because of that reason all the independent variables vary within interval $[-1; +1]$;
- the decisions proposed must be realized by the investigated technical equipment and this is the reason to search them through discrete values, corresponding to the possibilities of the measuring equipment for each control parameter.

INVESTIGATION OBJECTIVE

The purpose of this research is to present an approach to the visualization and analysis of multi-factor spaces as well as some special features of the software which allows to investigate multiple independent parameter regression relations. A number of samples with using MADMML are given in a special presentation enclosed to this paper. They are connected with the main topics of the conference.

METHODS AND APPROACH OF INVESTIGATION

To be able to put the target functions for multicriteria optimization with different physical dimensions it is necessary to carry out normalization of the criteria. After the decision maker (DM) has transformed the task criteria into non-dimensional values, the next step is to form a generalized function containing the transformations of all the criteria in itself.

The developed software (as described below) is used after carrying out the simulating experiments in order to collect the information necessary for the analysis of the process examined. This is possible by using different experimental programs or on the bases of the collected primary data, where the process controlling parameters vary according to a certain

pattern and the user has to process the reactions of the output values caused by such variations.

A computer system can be used for management and control of different static technological processes, characterized by two, three, four or five compatible and independent control parameters, where the customers' decision making is based on processing data of investigations and experiment, as a result of which an adequate regression model of not more than third power was deduced.

One of the most important advantages of MADMML is the possibility to determine effective solutions when there is not any information about DM's wish.

The software generates typical representatives of the whole unit of the effective solutions with a selected step of discretization, so that a lot of computing resources are economized. The previous information is used as a base of iteration procedure when the DM communicates by a given algorithm for the way of getting compromised solution.

The decision making is done by arranging on six different coloured levels. There also exists a possibility for a background recording of regimes and values of the investigated parameter according to the user's choice in a pre-assigned virtual diary. The absolute maximum and minimum values of the target function and their coordinates are added automatically to this registration.

Most of the existing methods presuppose that the preference of DM remains unchanged during the interactive process. To reduce this presupposition of DM, MADMML, like [3] proposes an approach of graphic presentation, which visualizes the criteria region simultaneously in respect to the four variables. This is made by non-traditional design and exact arrangement of multi-dimensional space in plain representation and by suitable coloring the values assigned by the DM. This coloring defines both the direction of searching and the preferable destinations of the generalized space of the criteria.

PRIORITIES AND FEATURES OF MADMML

The system offers contemporary interface characterized by:

- simultaneous work with a few aimed functions;
- simultaneous work with a few different in content proportions;
- possibility for recording complex and content target functions with sums and multiplications without recompilation and connection of objective code (i.e. direct online entering);
- generation of plain presentations of one or of all the target criteria which form the task for getting multicriterial solution when there is simultaneous variation of several variables;
- possibility of interactive tracing the values of the target criteria or their graphic representation to help the DM to make ad hoc decision.

The visualization of the system MADMML is based on the color-charts presentation of cell matrix containing of the values of the investigated function in real and relatively equal distributed units (percents). The organization of the matrix depends on the number of the independent parameters.

With selecting the color presentation it has been taken into account the necessity to avoid the main defect the bad visuality of chart data of numbers generated by similar mathematical systems. The defect increases with the visualization of multi factor models (four dimensional and of higher classification). To make it easier for the user percentage groups are introduced. They are areas of numberless values with upper and low limits, characterized with a given color. So defined, these areas can be clearly drawn when expressing the function. The users of the system can easily find the values looked for as MADMML watches permanently the combination of controlling parameters.

The application of the color presentation aims at realizing the process of multicriteria compromised optimization even with a greater number of functions. Putting the color-charts one over the other by specialized mathematical filter makes it possible to realize an algorithm of a multi-criteria task. Depending on that filter it is possible to solve a lot of different problems under the existing circumstances. Its changing results in widening the possible class of problems which the MADMML can solve. This change can

be assigned by the user in a relevant dialogue about filter's navigation.

The presentation of functions dependent on parameters such as cell-matrix determines the choice of their chart presentation. This way of visualization is available to any user, because it resembles a projection of various three-dimensional functions on a plain (screen plain). Additional simplifying of the given color picture can be achieved by grouping the areas relevant to each of these three-dimensional functions.

The instruments used to mark are called magnifiers. Any movement of the magnifiers in the color-chart determines the parameters values, which are automatically read by the system.

The typical values of the functions are possible to be stored by the user in a virtual diary where he can use many ways suitable for a lot of requirements necessary to read data. After a session with the MADMML the generated diaries are very useful in making check ups for the finished research work and in creating a list of the groups with the stored values.

The system MADMML was developed in order to improve the analysis of the investigated parameter in the multi-factor space and to substitute the monographs with computer generated images, which greatly facilitate the expert's decision making.

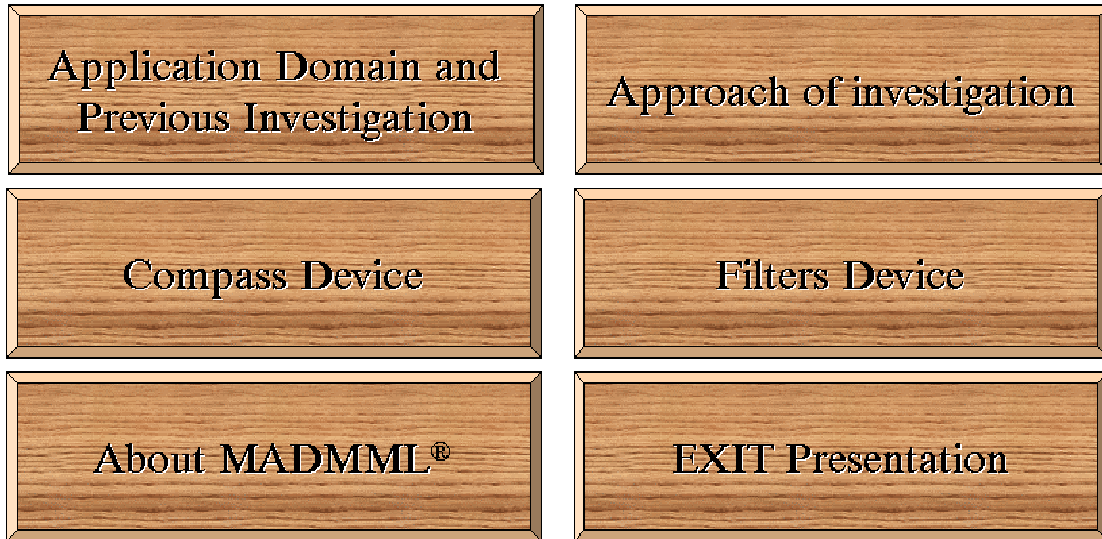
MADMML is acceptable and useful in solving not only practical problems, but in theoretical investigations in the field of multi-criteria programming. The system gives opportunities to ingrade new methods of multi- and single-criteria, which are one of the main destinations of its development.

REFERENCES

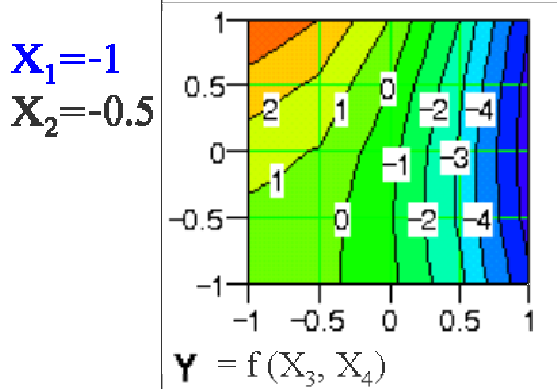
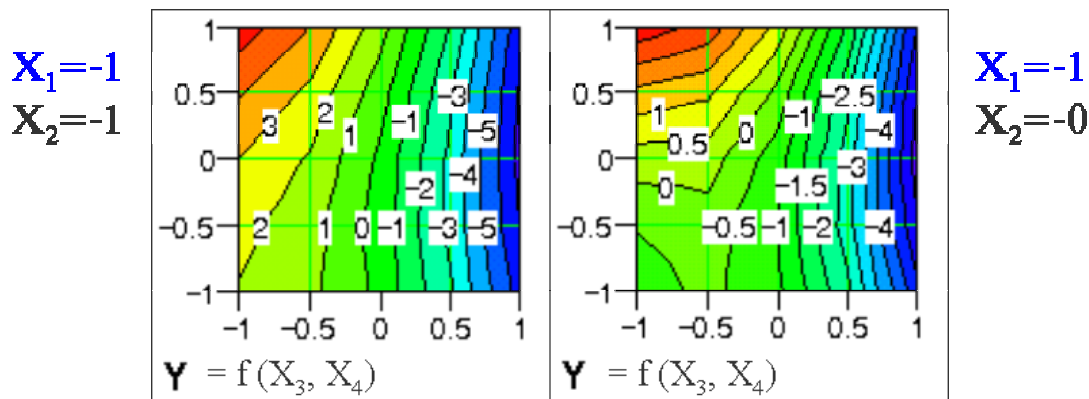
1. Stoyanov, S. K., *Optimization Methods Used in the Chemical Processes*, 9-th International Congress CHISA'87, Prague, (1987)
2. Silver, M., *Systems that Support Decision Makers – Description and analysis*, John Willey & Sons, (1991)
3. Sadagopan, S., Ravindran A., *Interactive algorithms for multiple criteria non-linear programming*, Eur. Journal of Oper. Res. No. 25, pp. 247-257, (1986)

Multicriteria Aid for Decision Making by Movable Limits - MADMML®

MADMML® Presentation ROOT



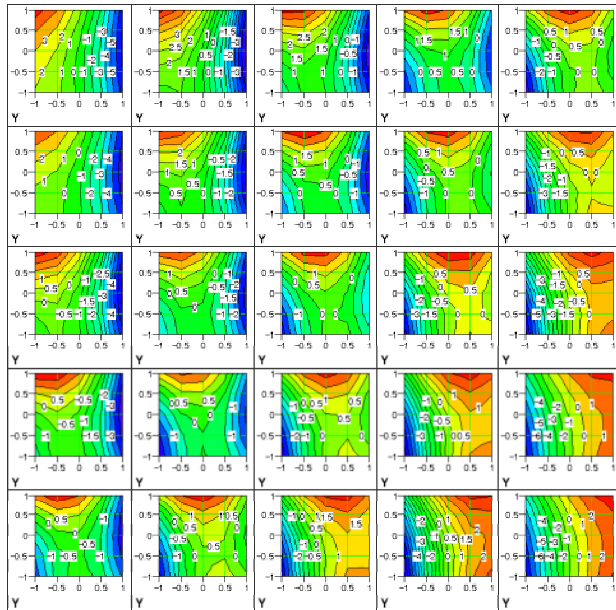
Disadvantages of Software Available for Multi-Parameter Visualization



If parameter X_3 changes along the ordinate and X_4 changes along the abscissa the disadvantages of the software available consist of:

- a considerable number of drawing contour diagram with parameters X_1 and X_2 fixed;
- the accuracy of the analysis depends on the discretization along parameters fixed;
- the drawing contour diagrams of the quantity examined are not arranged one towards another according to their values.

Disadvantages of Software Available for Multi-Parameter Visualization

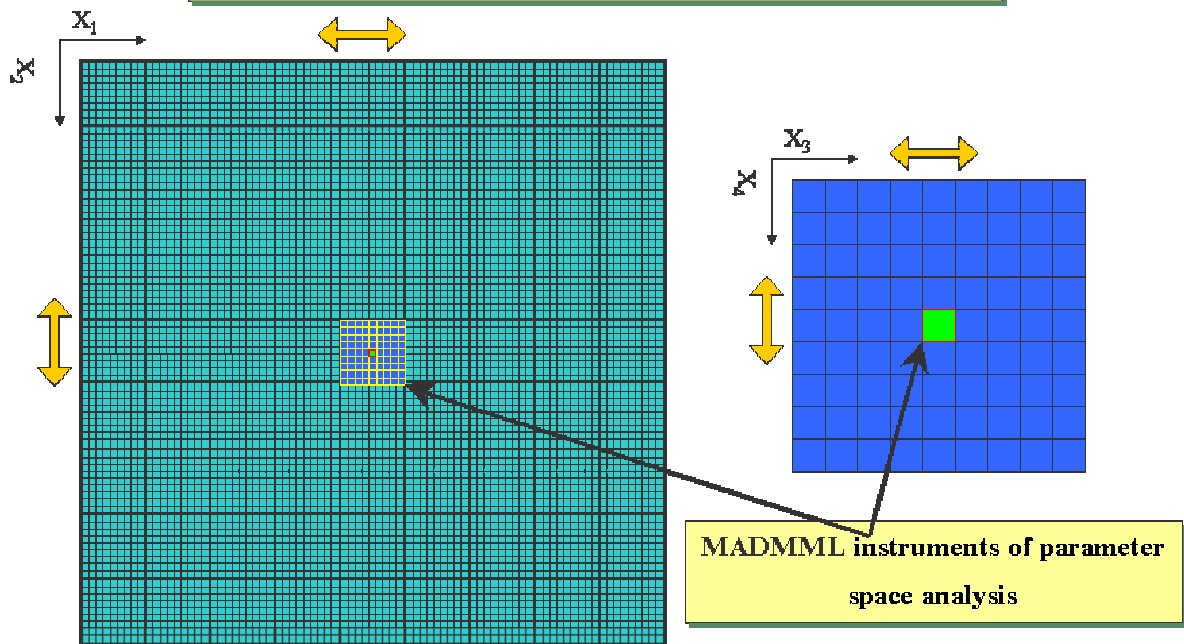


It is necessary to examine 25 contour diagrams like the ones pointed to the left where X_1 and X_2 vary in order to orient the Decision-Maker in the discretization given along X_1, X_2, X_3 and X_4 with a set of discrete points $[-1, -0.5, 0, 0.5, 1]$.
 In that case there is only one problem and it concerns the contour diagrams which are not arranged one towards another.

- $a_1 = 0.4325$ $a_6 = -1.196$ $a_{11} = 2.15432$
- $a_2 = -0.008248$ $a_7 = -0.259$ $a_{12} = 1.01693$
- $a_3 = -0.228915$ $a_8 = 2.9977$ $a_{13} = -1.95535$
- $a_4 = 0.033695$ $a_9 = 0.15847$ $a_{14} = -0.944752$
- $a_5 = 0.003165$ $a_{10} = 0.61596$ $a_{15} = 0.744787$

$$Y(x_1, x_2, x_3, x_4) = a_1 + a_2 \cdot x_1 + a_3 \cdot x_2 + a_4 \cdot x_3 + a_5 \cdot x_4 + a_6 \cdot x_1^2 + a_7 \cdot x_1 \cdot x_2 + a_8 \cdot x_1 \cdot x_3 + a_9 \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{10} \cdot x_2^2 + a_{11} \cdot x_2 \cdot x_3 + a_{12} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{13} \cdot x_3^2 + a_{14} \cdot x_3 \cdot x_4 + a_{15} \cdot x_4^2$$

MADMML® Principle of Multi-Parameter Visualization

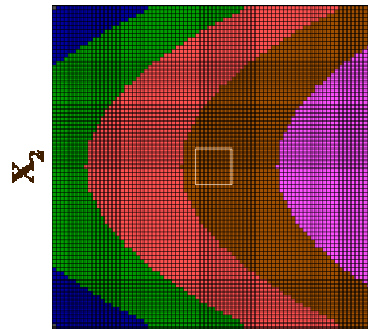
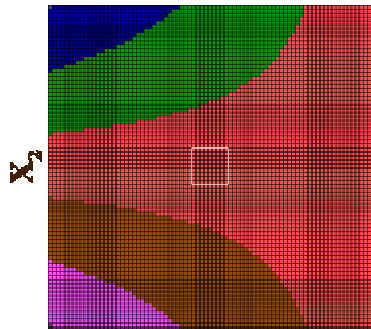


The process of multi-factor analysis is realized through MADMML instruments in the spaces of parameters. With the indicated discretisation, $4^4=6561$ combination among the indicated four variables are simultaneously analyzed .

Pessimistically Filter of Criteria

$$Y_1 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_2$$

$$Y_2 = X_1 \cdot X_2^2$$



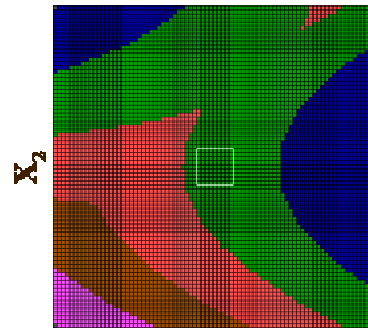
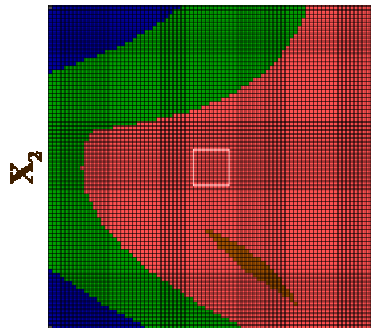
Y[1]	0 .. 20 %
Y[2]	20 .. 40 %
Y[3]	40 .. 60 %
Y[4]	60 .. 80 %
Y[5]	80 .. 100 %

X_1

X_1

Filter 1

Filter 2



$$\text{Filter}_1 \cap \begin{cases} Y_1 \rightarrow \max \\ Y_2 \rightarrow \max \end{cases}$$

$$\text{Filter}_2 \cap \begin{cases} Y_1 \rightarrow \max \\ Y_2 \rightarrow \min \end{cases}$$

solution
 $(X_1, X_2) = \dots$

X_1

X_1



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на ХХІ век”

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА НА КРАЙНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ИМПЕДАНСИ НА ТЯГОВИ МРЕЖИ В ДВУПЪТНИ УЧАСТЪЦИ

Петър Матов, Костадин Брандиски

Технически университет - София, бул. "Климент Охридски" №8, България,
matov@yme.acad.bg, kbran@yme.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В доклада е подчертан големият обем подготвителна изчислителна работа при определяне на импеданси на тягови мрежи за променлив ток. Показано е как, чрез свободно достъпния в Интернет програмен пакет FEMM, тежестта на изчислителния процес се заменя за изследователя с едно изчертаване на обекта в подходящ мащаб, въвеждане на гранични условия и свойствата на материалите.

Ключови думи: метод на крайните елементи, импеданси на тягови мрежи, FEMM.

ВЪВЕДЕНИЕ

Тяговите мрежи на електрическия транспорт съдържат обикновено няколко проводника - контактни, усилващи, релси и носещи въжета. Еквивалентният им импеданс, при променлив ток, е важен показател за оценка на спада на напрежение, загубите на енергия в тях, разпределението на тока между отделните проводници, както и на големината на тока на късо съединение. Зигзагът на контактната мрежа и провесът на носещото въже обикновено се пренебрегват и електромагнитното поле в междугария (в открит път) се приема за плоскопаралелно, с възбудителни източници токовете в проводниците. Това позволява там да се изследва едно напречно сечение и анализът да бъде улеснен от двуизмерността на обекта.

ПРОБЛЕМИ

Въпреки, че отпада сложността от изследване на триизмерен обект, аналитичното извеждане на изчислителни изрази изисква да се решават едновременно две задачи - от електромагнитно поле и от електрически вериги. Според обобщения метод [2], за една система от няколко успоредни проводника a, b, c, \dots, n с взаимно индуктивна връзка помежду си, по които протичат съответно токовете $\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dots, \dot{I}_n$ най-напред се изчисляват собствените \dot{z} и взаимно индуктивните x импеданси на всички проводници, по които протича ток с мрежова честота. Изразите за тяхното изчисление са изведени от уравненията на електромагнитното поле [1].

Петър Матов, доцент, доктор, Костадин Брандиски, доцент, доктор, Технически университет - София, бул. "Кл.Охридски" №8

Обобщеният израз за спада на напрежение на единица дължина $\Delta \dot{U}_{ab}$ за два произволно избрани проводника (например a и b) по Кирхов е

$$\Delta \dot{U}_{ab} = \dot{z}_{ab} \dot{I}_a - \dot{z}_{ba} \dot{I}_b + j \sum_{i=1}^n x_{ab}^i \dot{I}_i \quad (1)$$

и при съпосочни токове, импедансът \dot{z}_{ab} се получава по закона на Ом от

$$\dot{z}_{ab} = \frac{\Delta \dot{U}_{ab}}{\dot{I}_a + \sum_{j=1}^n \dot{I}_j} \left[\frac{\Omega}{km} \right] \quad (2),$$

където $\sum_{j=1}^n \dot{I}_j$ е сумата от всички

съпосочни и участващи в една верига с \dot{I}_a токове.

От (1) и (2) се вижда, че импедансът на тяговата мрежа зависи не само от собствените и взаимно индуктивните импеданси на нейните проводници, но и от разпределението на токовете между тях. Във верижна контактна мрежа на еднопътен железопътен участък участвуват най-малко четири проводника - контактен, носещо въже и две релси. Разпределението на товарния ток I_m между тях се намира чрез система уравнения, написани на базата на (1) за различни двойки проводници толкова пъти колкото са неизвестните токове.

За изчисленията, с получените по този начин формули, се изискват числени данни и за активното съпротивление на стоманените релси и за еквивалентния им радиус. При променлив ток в стоманени проводници още при мрежова честота се проявява т.н. токово отместване, вследствие на което активното съпротивление на релсите е функция на честотата и големината на този ток. Сложната форма на релсовия профил влияе както на токовото отместване, така и на необходимия за изчисленията на импеданса еквивалентен радиус R_p . Тези данни се изчисляват по емпирични формули изведени от Zickler преди повече от 70 години и цитирани в [2].

За намаляване на спада на напрежение и на смущаващото действие на релсовия ток върху съобщителните съоръжения в съвременните тягови мрежи се добавят още два проводника - усилващ и екраниращ. Те се монтират на изолатори от външната страна на стълбовете по отношение на пътя. На няколко места във фидерна зона (например във всеки анкьрен участък) усилващият проводник се свързва с контактната мрежа, а екраниращият - с релсите. Такива мрежи вече се експлоатират в Испания, Русия, Франция и Германия [2,3]. Изчислителната работа при определянето на еквивалентния импеданс на такива мрежи става още по-обемиста. В [3] е предложено решение за случая в еднопътен участък като с допълнителни опростявания за намиране на разпределението на токовете в шест проводника се решава система от шест уравнения. Очевидно е, че при двупътен участък [4] такъв начин за намиране на разпределението на токовете е неприемлив тъй като необходимата система от дванадесет уравнения се решава обозримо само в числен вид и то с помощта на изчислителна техника.

РЕШЕНИЕ

Числен отговор за импеданса на такива сложни мрежи може да се получи чрез използване на изчислителната техника и по друг начин - чрез програмни продукти използващи метода на крайните елементи. Методът на крайните елементи е известен и се използва за числено намиране на параметри на 3D и 2D физични полета в областта на механиката, флуидите, топлопренасянето и електромагнетизма. Идеята на крайните елементи е проблемът да се раздели на голям брой елементарни области - с проста геометрия и крайни размери. Истинската стойност на определен параметър се търси от приближение с прости функции. Колкото е по-малък размерът на елементарните области, толкова по-малка е разликата между истинската стойност и

приближението. Предимството на такова разделяне е, че задачата се трансформира от малък, но труден за решаване в голям, но лесно решим проблем [5] - налага се да се извършат значителен обем сравнително прости изчисления. Последното не е пречка за съвременната изчислителна техника, а тежестта на работата за изследвателя се пренася от изчисленията в изчертаването в подходящ мащаб на конфигурацията на разглеждания обект, въвеждане на свойствата на материалите, на граничните условия и т.н.

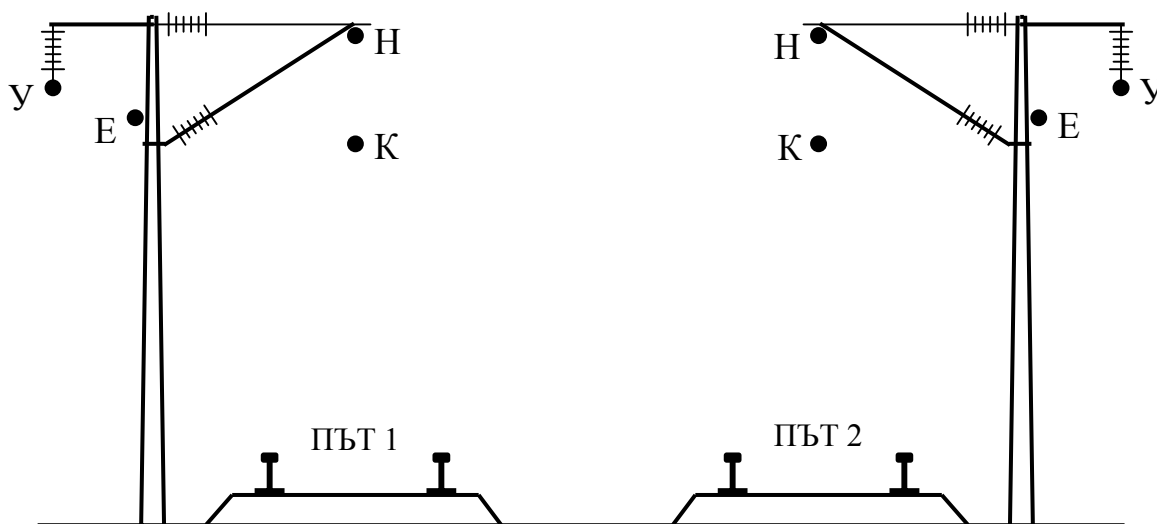
Такова улеснение предлага и програмният пакет FEMM [5], който решава двумерни задачи от електромагнитни полета, описващи се със следното частно диференциално уравнение:

$$(3) \quad \frac{1}{\mu} \nabla^2 a = j\omega\sigma a - \hat{J}_{src} + \sigma \nabla V,$$

където: μ е абсолютната магнитна проницаемост на средата; a - комплексно число; ω - кръгова честота; σ - специфична проводимост на средата; \hat{J}_{src} - комплексен образ на приложените токови източници; ∇V - градиент на напрежението.

FEMM е съсредоточил в себе си решенията на описаните по-горе проблеми. Той може да намери както на разпределението на стационарно синусоидално във времето магнитно поле

в напречното сечение на тяговата мрежа, така и на импедансите и разпределението на токовете. Броят на проводниците не е ограничен, необходимо е само да се въведат точно сеченията им, разстоянията между тях и специфичните проводимости на проводниковите материали. Магнитната проницаемост също се приема за константна. От съществено значение е въвеждането на подходящи гранични условия, защото полето практически се простира до безкрайност и ограничението на изследваната област може да повлияе на точното намиране на енергията на магнитното поле, а оттам на индуктивността и импеданса на мрежата. За точното моделиране на поле, простиращо се до безкрайност, са подходящи т.н. асимптотични гранични условия, които се задават с избор на подходящи коефициенти на опцията "смесени гранични условия" на FEMM. С програмата не може да се моделира утечния ток релси-земя по дължина на участъка заради двумерността ѝ. С оглед на тези особености основните допускания при решаването на задачата за импедансите на тяговата мрежа са: Полето е двумерно, плоскопаралелно; Протичащите токове са перпендикулярни на равнината на чертежа, имат синусоидална форма, честота 50 Hz и известна сумарна стойност; Пренебрегват се токовете в равнината на чертежа, т.е.



Фиг.1
517

утечните токове релси-земя; Задачата е линейна и магнитната проницаемост на стоманените релси е константа; Полето се простира до безкрайност.

Таблица 1.

Проводник	Материал	Тип	Сечение	Специфична проводимост на материала	Специфично съпротивление на проводника
-	-	-	кв.мм.	MS/m	Ω/km
Носещо въже	Биметал	ПБСМ-70	70	18,9	0,7300
Контактен	Мед	МФ-100	100	56,4	0,1770
Усилващ	Алуминий	A240	240	31,5	0,1320
Екраниращ	Алуминий	A240	240	31,5	0,1320
Релси	Стомана	P50	6600	4,78	0,0318
"Земя"	Почва	-	$130 \cdot 10^6$	0,001	0,0077

Напречният разрез на верижна контактна мрежа в двупътен участък с усилващ и екраниращ проводник за всеки път е показан схематично на фиг.1.

Размерите и разстоянията са както следва: междурелсие - 1435 мм; разстояние между осите на двата пътя - 4100 мм; височини над глава релса: на контактния и екраниращия проводници - 6000 мм, на усилващия проводник - 6500 мм, на носещото въже - 7000 мм; разстояния от осите на двата пътя до екраниращия проводник - 3600 мм, до усилващия - 4500 мм.

Протичащият в земята ток също влияе на еквивалентния импеданс на тяговата мрежа. За количествена оценка на това влияние е моделиран и "земен" проводник със специфична проводимост, която е значително по-малка от тази на металните проводници. Той се намира непосредствено под релсите, има сечение с формата на сегмент и тук му е присвоена значителна площ. Данните за моделираните проводници са поместени в табл.1.

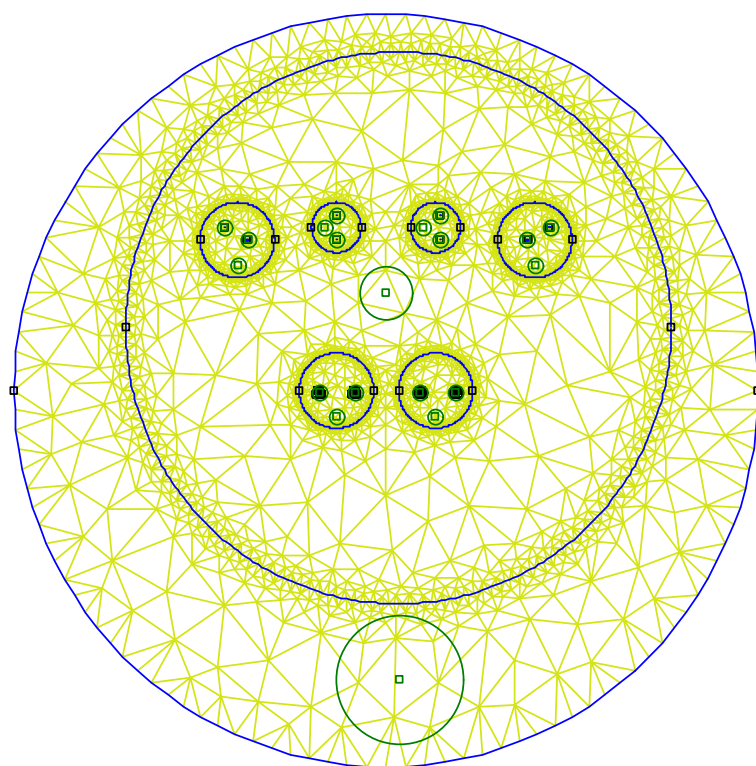
При тази постановка електромагнитното поле в напречното сечение на мрежата се описва от уравнение (3). При асимптотични гранични условия зададени върху окръжност обхващаща всички проводници, параметрите му се намират от разбитата на елементарни триъгълници

област показана на фиг.2. Решението има показаното на фиг.3 разпределение на екипотенциалните линии на магнитния вектор потенциал. Освен в графичен вид, решения и за други характерни величини се получават в числен вид чрез задаване на подходящи опции на продукта. В таблица 2 са показани резултати получени чрез FEMM за импеданса на различни конфигурации тягови мрежи. Модификациите са получени чрез отстраняване на съответните проводници от най-сложната в случая конструкция - на фиг.1. В таблицата на мястото на данните за отстранените проводници има тире.

Със същите данни за материали, размери и разстояния са направени изчисления за импеданс на тягова мрежа в еднопътен участък по формулите известни от [2]. Получената стойност за специфичния импеданс на верижна контактна мрежа в еднопътен участък, без усилващ или екраниращ проводник е: $\dot{z}_{mm} = 0,252 + j0,569 \Omega/km$ и има модул $0,622 \Omega/km$. Резултатът може да се сравни със случаите 7 и 8 в табл. 1 и случая с късо съединение в ТПС Карлово от табл.3. В тази таблица, за сравнение, са показани опитни данни, получени от измервания при къси съединения на реални двупътни (Вакарел, Мездра) и еднопътен (Карлово) участъци и резултантните модули на импеданса на съответната тягова мрежа.

Таблица 2.

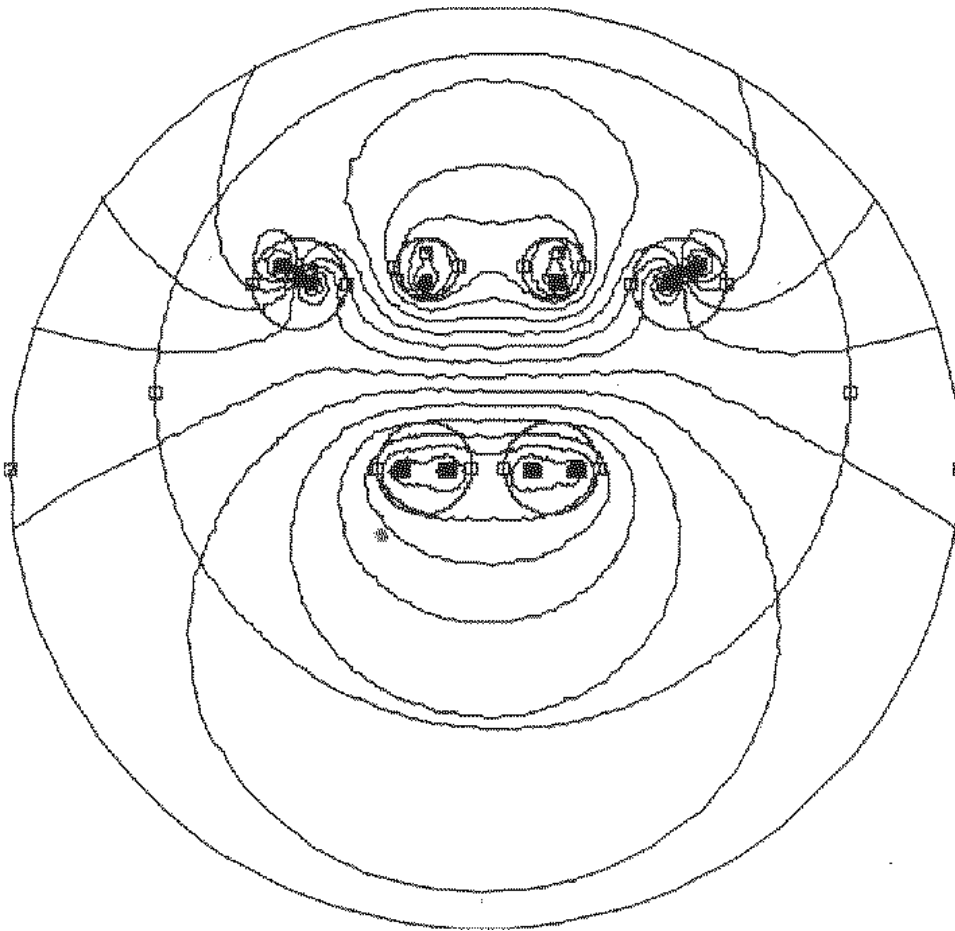
Случай	Специфичен импеданс Ω/km	Модул на специфичния импеданс Ω/km	Закръглено до 1А разпределение на ток 100+j0 А във					
			УП	НВ	КП	релса	ЕП	земя
			А	А	А	А	А	А
1	Дву пътен	0,050+j0,128	25	7+j3	18-j3	-3	-18-j3	-54+j4
2		0,068+j0,158	25	7+j3	18-j3	-12	-28-j2	-
3		0,094+j0,238	-	14+j7	36-j7	-4	-	-82-j2
4		0,132+j0,343	-	14+j7	36-j7	-25	-	-
5	Едно пътен	0,094+j0,223	47-j3	14+j8	38-j5	-3	-28-j5	-65+j4
6		0,134+j0,297	49-j2	14+j8	37-j5	-24+j1	-52-j3	-
7		0,179+j0,384	-	28+j14	72-j14	-5	-	-90-j2
8		0,264+j0,607	-	28+j14	72-j14	50	-	-



Фиг.2

Таблица 3

ТПС	Дата/ Час	Разстояние до късото съединение km	Напрежение на шините на ТПС V	Ток по КМ1 А	Ток по КМ2 А	Еквивалентен импеданс Ω	Специфичен импеданс Ω/km
-	-	km	V	А	А	Ω	Ω/km
Вакарел	29.12.93 10:05	26,40	13494	860	946	7,472	0,283
Мездра	21.08.96 13:21	20,42	12258	1043	1038	5,890	0,288
Карлово	30.09.99 10:53	30,30	17719	1169	-	15,157	0,500



Фиг. 3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данните за специфичния импеданс на тягови мрежи получени чрез моделиране с FEMM, чрез изчисления по формули и чрез измервания с апаратура върху реални участъци показват сравнително добро съвпадение. Моделирането със и

без земен контур илюстрира и значителното влияние на почвата върху стойността му.

Програмният продукт FEMM може да се използва за бързо количествено изследване на импеданса на променливотокови тягови мрежи за учебни, научни и изследователски цели.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Фархи С., С.Папазов "Теоретична електротехника", I - III част, Техника, С., 1987г.
- [2]. Марквардт К.Г. "Электроснабжение электрифицированных железных дорог", М., "Транспорт", 1982г.
- [3]. Бочев А.С., В.В.Мункин, Е.П.Фигурнов "Электротяговая сеть с усиливающим и обратным проводами", Железные дороги мира, №11, 1997г.

- [4]. Op de Vaan, Nr.46, Juni 2001, страница 18, TSP-vzw Postbus 5 B-1140 Brussel 14, Belgie, тримесечно списание за железопътен транспорт.
- [5]. Meeker David, "Finite Element Method Magnetics", Version 3.0, User's manual, March 10, 2001, dcm3c@aol.com



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОБОБЩЕНИ ИЗРАЗИ ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА НАПРЕЖЕНИЕТО В ТОЧКИТЕ НА ТОКОСНЕМАНЕ ПРИ ДВУПЪТЕН УЧАСТЪК С ЕДНОСТРАННО ЗАХРАНВАНЕ

Цветелина Николчовска – Пеева

Технически Университет – София; Бул: “Кл. Охридски” №8; България;
zveten@vmei.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Материалът разглежда определяне на напрежението в точките на токоснемане при контактна мрежа за градски транспорт, за двупътен участък с едностранно, конзолно захранване, в зависимост от разположението, режима на водене на транспортните средства в рамките на фидерна зона и влиянието на отделното ЕТС върху режимите на работа на намиращи се в същата фидерна зона ЕТС. Изведени са обобщени изрази за стойността на напрежението в произволна точка на токоснемане. Показана е пригодността на изведените изрази за моделиране с Обобщени мрежи на Петри.

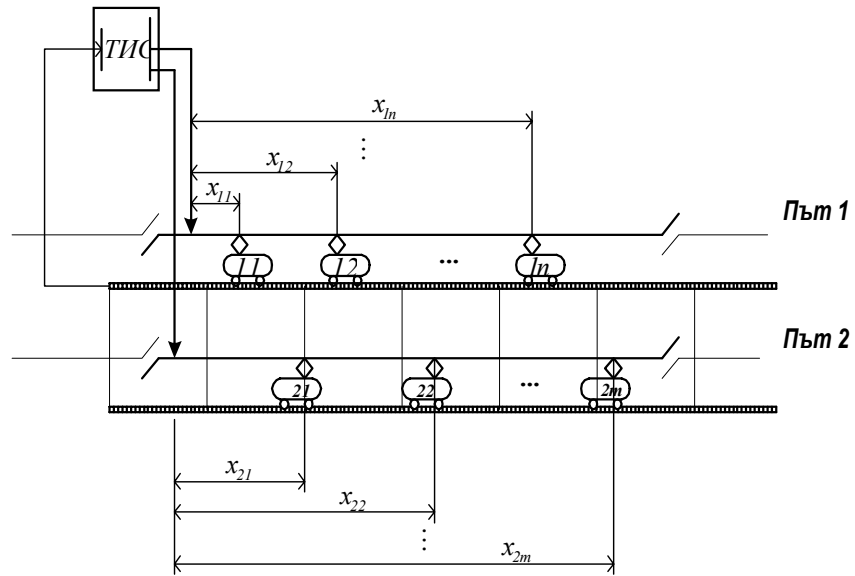
SUMMARY

The paper treats calculation of voltage in the points of circuit contact of urban transport – two – way section with one side console power supply – depending on location, vehicles regime of work in the feeding zone and the influence of each vehicle on the regime of work of the rest vehicles. General formulas for the volume of voltage in an unspecified point of circuit contact have been drawn. Fitness for modelling under General Petri Nets is shown..

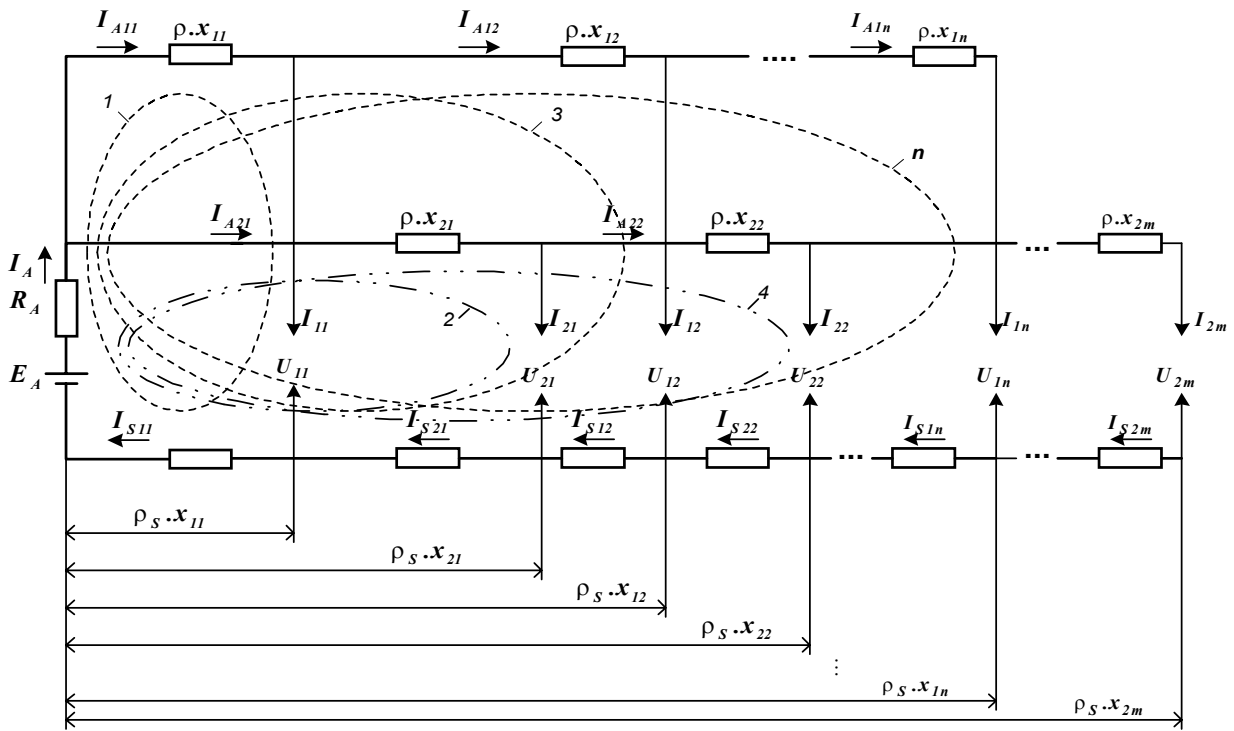
В доклада е представено извеждането на изрази за определяне на напрежението в точките на токоснемане, в зависимост от местоположението и режима на водене на електрически транспортни средства (ЕТС), както и отчитане на влиянието, което оказва всяко ЕТС върху параметрите на ТМ и върху качеството на работните режими на останалите ЕТС във фидерната зона. Разглежда се част от тягова мрежа (ТМ) за градски транспорт, обхващаща една захранваща токоизправителна подстанция

(ТИС), една фидерна зона (ФЗ) от контактната мрежа (КМ) (захранвана от ТИС) и съответстващата ѝ част от релсовия път (РП) за двупътен участък с едностранно захранване. Разглеждането се прави за произволен брой ЕТС по двата пътя в рамките на разглежданата ФЗ. Съставянето на алгоритъма е подчинено на идеята за моделиране с помощта на апарата на Обобщените мрежи на Петри, даващ възможност за ефективно, динамично моделиране на паралелно протичащи процеси.

Инж. Цветелина Николчовска – Пеева, редовен докторант; Бул: “Климент Охридски” №8, бл12, ЕФ, Технически Университет – София.



Фиг.1.



Фиг.2.

Настоящият материал е част от една по - обширна разработка, свързана с моделирането на енергийните процеси в системата на тяговото електрооснабдяване на градския транспорт. По тази причина в него не е разгледан подробният мрежов модел. Той ще бъде изложен в друг материал.

Конкретната цел е да се съставят изходни уравнения и обобщени формули за математическо описание на взаимовръзките между нивото на напрежение в КМ, разположението на товарните токове (на ЕТС), режимите на водене на ЕТС и броя им в една и съща фидерна зона.

На фиг.1 е показана структурата на разглежданата част от тяговата мрежа, както и намиращите се в рамките на фидерната зона ЕТС, за един фиксиран момент от време.

На фиг. 2 е показана заместващата схема, съответстваща на ситуацията от фиг.1.

По показаната на фиг.2 заместваща схема приемаме следните означения:

- I_A - Пълния товарен ток на ТИС
- $I_{A11} \div I_{A1n}$ -токовете в КМ на първия път
- $I_{A21} \div I_{A2n}$ -токовете в КМ на втория път
- $I_{11} \div I_{1n}$ -токовете на ЕТС по първия път
- $I_{21} \div I_{2n}$ -токовете на ЕТС по втория път
- $I_{S11} \div I_{S1n}$ -токовете, протичащи в релсите, в следствие преминаването на ЕТС по първия път.
- $I_{S21} \div I_{S2n}$ -токовете, протичащи в релсите, в следствие преминаването на ЕТС по втория път.
- E_A - ЕДН на ТИС
- $U_{11} \div U_{1n}$ -напрежения в точките на токоснемане на ЕТС, движещи се по първия път
- $U_{21} \div U_{2n}$ -напрежения в точките на токоснемане на ЕТС, движещи се по втория път
- R_A -вътрешното съпротивление на ТИС
- $R_{11} \div R_{1n}$ -съпротивлението на частите от КМ от ТИС до съответните ЕТС, движещи се по първия път.
- $R_{21} \div R_{2n}$ -съпротивлението на частите от КМ от ТИС до съответните ЕТС, движещи се по втория път.
- $R_{S11} \div R_{S1n}$ -съпротивлението на частите от РП от ТИС до съответните ЕТС, движещи се по първия път

$R_{S21} \div R_{S2n}$ -съпротивлението на частите от РП от ТИС до съответните ЕТС, движещи се по втория път

$x_{11} \div x_{1n}$ -геометричните разстояния между ТИС и ЕТС, движещи се по първия път.

$x_{21} \div x_{2n}$ -геометричните разстояния между ТИС и ЕТС, движещи се по втория път

ρ -специфично съпротивление на материала, от който са изработени проводниците на КМ

ρ_S -специфично съпротивление на материала, от който са изработени релсите

За връзката между геометричното положение между ЕТС и съпротивлението на КМ могат да се напишат следните зависимости:

$$\left. \begin{array}{l} R_{11} = \rho \cdot x_{11} \\ R_{12} = \rho \cdot x_{12} \\ \dots\dots\dots \\ R_{1n} = \rho \cdot x_{1n} \\ R_{21} = \rho \cdot x_{21} \\ R_{22} = \rho \cdot x_{22} \\ \dots\dots\dots \\ R_{2n} = \rho \cdot x_{2n} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Съпротивления формирани} \\ \text{от ЕТС, движещи се по} \\ \text{първия път} \\ \\ \text{Съпротивления формирани} \\ \text{от ЕТС, движещи се по} \\ \text{втория път} \end{array}$$

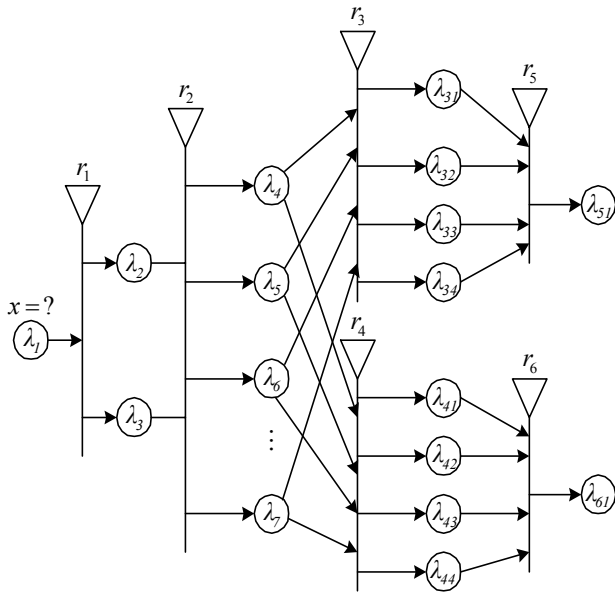
За връзката между геометричното положение на ЕТС и съпротивлението на РП могат да се напишат следните зависимости:

$$\left. \begin{array}{l} R_{S11} = \rho_S \cdot x_{11} \\ R_{S12} = \rho_S \cdot x_{12} \\ \dots\dots\dots \\ R_{S1n} = \rho_S \cdot x_{1n} \\ R_{S21} = \rho_S \cdot x_{21} \\ R_{S22} = \rho_S \cdot x_{22} \\ \dots\dots\dots \\ R_{S2n} = \rho_S \cdot x_{2n} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Съпротивления} \\ \text{формирани от ЕТС,} \\ \text{движещи се по първия} \\ \text{път} \\ \\ \text{Съпротивления} \\ \text{формирани от ЕТС,} \\ \text{движещи се по втория} \\ \text{път} \end{array}$$

Индексите, означени с цифри, са валидни в рамките на фидерната зона. Идеята е, че напускайки една ФЗ, ЕТС преминава в съседна такава, която е захранена от друг фидер. Влиянието, което ЕТС оказва върху нивото на напрежение в една ФЗ, отпада, след преминаването му в съседна такава. Това допускане внася определена грешка дотолкова, доколкото всички ФЗ от една подстанционна зона се захранват от шините на една и съща ТИС. Грешката може да бъде оценена след формиране на цялостния мрежов

модел и евентуално да бъде коригирана. При преминаване в съседна ФЗ, ЕТС приема индексите на новата ФЗ, като от n -то в предходната, то става 1-во в следващата и т.н.

На фиг.3. е показана в най – общ вид подмрежа от обобщения мрежов модел, с която ще се моделира отделната фидерна зона.



Фиг.3

Използвани са следните означения:

$r_1 \div r_6$ - Преходи на обобщената мрежа. В тях се проверяват условията, при които дадено ядро може да премине от една входна позиция към определена изходна позиция. Например преход r_1 проверява дали ЕТС се приближава или се отдалечава от мястото на присъединяване на ЗФ, т.е. дали се движи по първия или по втория път. В преход r_2 се прави проверка за стойностите на всички x и принадлежността им към съответния път, като в зависимост от точката на токоснемане, която ни интересува, ги подрежда в зависимост на местоположението им спрямо нея. Чрез условията в преход r_3 се формират четирите суми, влизащи в състава на израз (1), а чрез преход r_4 , се формират четирите суми, влизащи в състава на израз (2). След формиране на отделните компоненти на изразите, през преходите r_5 и r_6 , съответно се сглобяват цялостните изрази и се получават крайните резултати.

λ_1 - Входна позиция за преход r_1 . Информация за геометричното преместване и

стойността на товарния ток на всяко ЕТС, навлязло във ФЗ

λ_2, λ_3 - Изходни позиции за преход r_1 и входни за преход r_2 . Определяне принадлежността на ЕТС към съответния път.

$\lambda_4 \div \lambda_{m+n}$ - Изходни позиции за преход r_2 и входни за преход r_3 и r_4 . В зависимост от работата на прехода r_2 , ЕТС се подреждат по възходящ ред, според геометрично отстояние от мястото на присъединяване на ЗФ, като тези позиции (ядрата в тях), съдържат информация и към кой път принадлежи конкретното ЕТС.

$\lambda_{31} \div \lambda_{34}$ - Изходни позиции за преход r_3 и входни за преход r_5 . В тези позиции се формират четирите суми от израз (1).

$\lambda_{41} \div \lambda_{44}$ - Изходни позиции за преход r_4 и входни за преход r_6 . В тези позиции се формират четирите суми от израз (2).

λ_{51} - Изходна позиция за r_5 . Изчислява се пълния израз (1), Изчислява се пълния израз (1), за конкретния такт на мрежата..

λ_{61} - Изходна позиция за r_6 . Изчислява се пълния израз (2), за Изчислява се пълния израз (2), за конкретния такт на мрежата.

Всяка ФЗ в мрежовия модел се моделира с подобна, отделна подмрежа, което позволява използването на едноименни индекси в различните подмрежи от едно и също ниво. Отделните ФЗ, от своя страна, имат своя пореден номер от гледна точка на ТИС, която също се моделира с отделна подмрежа в цялостния мрежов модел.

Подмрежата, моделираща подстанционната зона като цяло има структура, подобна на подмрежата, моделираща отделната ФЗ, като на мястото на КМ се разглежда работната шина на ТИС, а на мястото на ЕТС се разглеждат местата на присъединяване на захранващите фидери (ЗФ) по продължение на шината. Всеки фидер участва в подмрежата с общия пад на напрежение за съответната ФЗ.

И така, при приетите по - горе означения, се записват следните зависимости за токовете, протичащи през различните клонове на заместващата, за разглеждания участък, схема, по първи закон на Кирхов за съществуващите в схемата възли:

$$I_A = I_{A11} + I_{A21}$$

$$I_{A11} = I_{11} + I_{12} + \dots + I_{1n}$$

$$I_{A12} = I_{12} + \dots + I_{1n}$$

.....

$$I_{A1n} = I_{1n}$$

$$I_{A21} = I_{21} + I_{22} + \dots + I_{2m}$$

$$I_{A22} = I_{22} + \dots + I_{2m}$$

.....

$$I_{A2m} = I_{2m}$$

$$I_A = I_{11} + I_{12} + \dots + I_{1n} + I_{21} + I_{22} + \dots + I_{2m}$$

$$I_S = I_{S11} + I_{S12} + \dots + I_{S1n} + I_{S21} + I_{S22} + \dots + I_{S2m}$$

$$I_{lk} = I_{S1k} \quad , \text{ за } k = 1, \dots, n$$

$$I_{2l} = I_{S2l} \quad , \text{ за } l = 1, \dots, m$$

$$I_S = I_{11} + I_{12} + \dots + I_{1n} + I_{21} + I_{22} + \dots + I_{2m} = I_A$$

При така приетите означения, може да се запишат следните зависимости за стойностите на напрежението в точките на токоснемане за разглеждания участък:

$$U_{11} = E_A - ((\rho + \rho_S)x_{11} + R_A)I_{11} - (\rho_S x_{11} + R_A)I_{21} - ((\rho + \rho_S)x_{11} + R_A)I_{12} - (\rho_S x_{11} + R_A)I_{22} - \dots - ((\rho + \rho_S)x_{11} + R_A)I_{1n} - (\rho_S x_{11} + R_A)I_{2n}$$

$$U_{21} = E_A - (\rho_S x_{11} + R_A)I_{11} - ((\rho + \rho_S)x_{21} + R_A)I_{21} - (\rho_S x_{21} + R_A)I_{12} - ((\rho + \rho_S)x_{21} + R_A)I_{22} - \dots - (\rho_S x_{21} + R_A)I_{1n} - ((\rho + \rho_S)x_{21} + R_A)I_{2n}$$

$$U_{12} = E_A - ((\rho + \rho_S)x_{11} + R_A)I_{11} - (\rho_S x_{21} + R_A)I_{21} - ((\rho + \rho_S)x_{12} + R_A)I_{12} - (\rho_S x_{12} + R_A)I_{22} - \dots - ((\rho + \rho_S)x_{12} + R_A)I_{1n} - (\rho_S x_{12} + R_A)I_{2n}$$

$$U_{22} = E_A - (\rho_S x_{11} + R_A)I_{11} - ((\rho + \rho_S)x_{21} + R_A)I_{21} - (\rho_S x_{12} + R_A)I_{12} - ((\rho + \rho_S)x_{22} + R_A)I_{22} - \dots - (\rho_S x_{22} + R_A)I_{1n} - ((\rho + \rho_S)x_{22} + R_A)I_{2n}$$

.....

$$U_{1n} = E_A - ((\rho + \rho_S)x_{11} + R_A)I_{11} - (\rho_S x_{21} + R_A)I_{21} - ((\rho + \rho_S)x_{12} + R_A)I_{12} - (\rho_S x_{22} + R_A)I_{22} - \dots - ((\rho + \rho_S)x_{1n} + R_A)I_{1n} - (\rho_S x_{1n} + R_A)I_{2n}$$

$$U_{2n} = E_A - (\rho_S x_{11} + R_A)I_{11} - ((\rho + \rho_S)x_{21} + R_A)I_{21} - (\rho_S x_{12} + R_A)I_{12} - ((\rho + \rho_S)x_{22} + R_A)I_{22} - \dots - (\rho_S x_{1n} + R_A)I_{1n} - ((\rho + \rho_S)x_{2n} + R_A)I_{2n}$$

където:

n - броя ЕТС по път p

k - кое да е ЕТС по път p , като

$$k = 1, \dots, n$$

m - броя ЕТС по път q

l - кое да е ЕТС по път p , като

$$l = 1, \dots, m$$

$n + m$ - броя на ЕТС по цялата фидерна зона, за която се правят разглежданията.

Ако p и q са съответно поредните номера на двата пътя в двупътния участък, зависимостите за стойността на напрежението във всяка една точка на токоснемане при двупътен участък с едностранно захранване могат да се запишат като обобщени формули във вида:

$$U_{pk} = E_A - \sum_{i=1}^k I_{pi} (\rho + \rho_S)x_{pi} + R_A - \sum_{i=1}^l I_{qi} (\rho_S x_{qi} + R_A) - \sum_{i=k+1}^n I_{pi} ((\rho + \rho_S)x_{pk} + R_A) - \sum_{i=l+1}^m I_{qi} (\rho_S x_{pk} + R_A) \quad (1)$$

за всяко x , за което са изпълнени неравенствата:

$$x_{pi} \leq x_{qi}, \text{ за } \forall i \in [1, k]$$

$$x_{pi} > x_{qi}, \text{ за } \forall i \in (k, n]$$

и

$$U_{ql} = E_A - \sum_{i=1}^l I_{qi} ((\rho + \rho_S)x_{qi} + R_A) - \sum_{i=1}^k I_{pi} (\rho_S x_{pi} + R_A) - \sum_{i=l+1}^m I_{qi} ((\rho + \rho_S)x_{qk} + R_A) - \sum_{i=k+1}^n I_{pi} (\rho_S x_{qk} + R_A) \quad (2)$$

за всяко x , за което са изпълнени неравенствата:

$$x_{qi} \leq x_{pk}, \text{ за } \forall i \in [1, l]$$

$$x_{qi} > x_{pk}, \text{ за } \forall i \in (l, m]$$

Тези формули дават възможност за намиране на отговор на следните няколко въпроса: - как се променя нивото на напрежението по продължение на цялата ФЗ при задаване на променящ се брой ЕТС?

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

- как се променя разхода на енергия за ФЗ при промяна на графици за движение на ЕТС?
- каква е възможността за използване на рекуперативен режим на спиране, без участие на ТИС?
- при какъв брой ЕТС, намиращи се едновременно във ФЗ и имащи възможност за рекуперация, ще е необходимо участието и на ТИС.?

Използвана литература:

[1] К. Атанасов; "Обобщени мрежи – теория и приложение"
/"Понтика - Принт", Бургас, 1992 г./

[2] J. Kasprzak, K. Krzysztozek ; "Алгоритм управления электровозом учитывающий падения напряжения в тяговой сети"
/Девета научна конференция с международно участие – "ТЕМРТ'96"/



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОПРЕДЕЛЯНЕ КОЕФИЦИЕНТА НА ПОЛЕЗНО ДЕЙСТВИЕ НА КОНТАКТНА МРЕЖА ЗА ПРОМЕНЛИВ ТОК В ЕДНА ФИДЕРНА ЗОНА

Иван Петров, Ненчо Ненов*

ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България
e-mail:rector@vtu.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В доклада са разгледани експериментално и теоретично определените загуби в контактната мрежа и е изчислен коефициента на полезно действие. Въз основа на получените опитни резултати са анализирани и систематизирани обективните фактори, които оказват влияние върху енергопотреблението, които дават възможности за търсене на мерки за намаляване загубите и разхода на електроенергия.

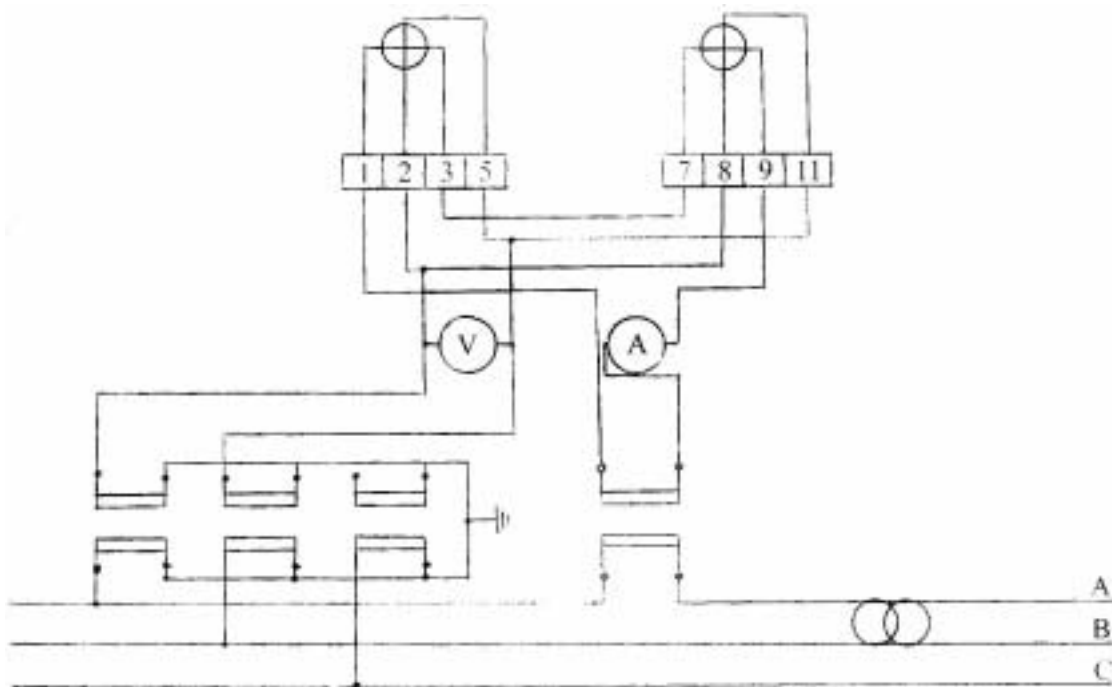
Ключови думи: транспорт, локомотиви, задвижване, подстанции

Намаляване на разходите за тягова електроенергия представлява една обща стратегическа задача, която е особено актуална. Експлоатационното определяне на КПД в контактната мрежа дава възможност да се търсят възможни мерки, които да намаляват загубите и разхода на електроенергия.

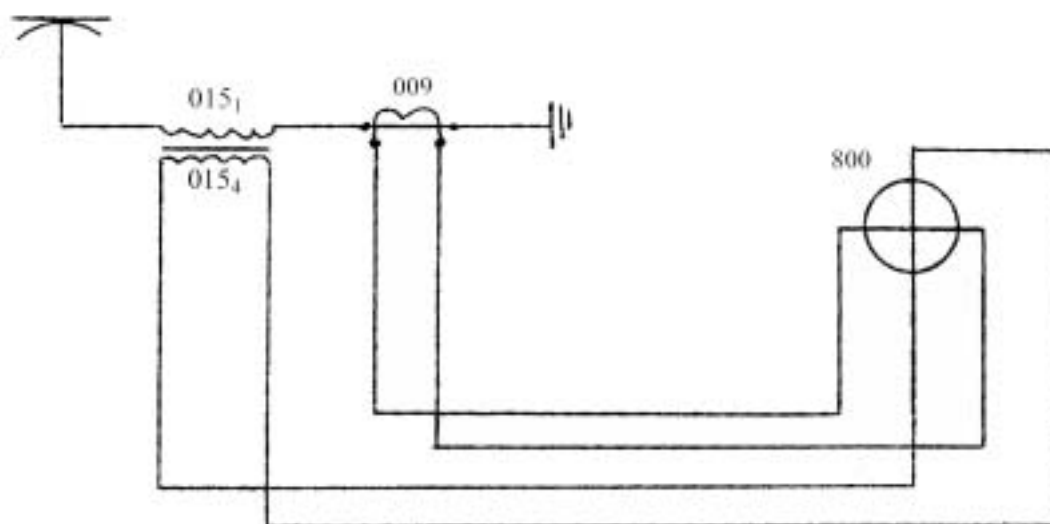
За целта на изследването бяха монтирани измервателни апарати в подстанция Вакарел и бе проведен експеримент във фидерна зона Казичене-Вакарел. При провеждане на експеримента за отчитане на активната енергия се използва електромер “Landis” тип 220tf 3-316. Реактивната енергия се отчита с използване на електромер “DANOBIA” тип: ZS1763/1. Този тип електромери са специално изработени по поръчка на НК “БДЖ”. На фиг.1 е показана схемата на свързване на активния и реактивния електромер, използвани за провеждане на експеримента в подстанция Вакарел. Отчитането на електроенергията консумирана от влака се осъществява чрез локомотивен елек-

тромер. За експеримента са използване чешки електромери KRIZIK и KRIZIK PRESOV. Те са предназначени за отчитане на потребяваната електроенергия в тягов и рекуперативен режим на електровози за променлив ток и работещи в условията на вибрации при температура на околната среда от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$ и относителна влажност не повече от 80% при температура 20°C . Схемата на свързване на електромера при работа в тягов режим в локомотива е показана на фиг. 2. Проведен е експеримент с локомотив № 46243-2 в участъка София-Бургас с влакове №№ 321, 322, 801 и 802. Преди пристъпване към измерване на разхода на енергия и определяне на КПД, електромерите бяха тариращи в “Енергосекция - София” и монтирани в подстанция Вакарел и локомотивите обслужващи горепосочените влакове. Грешката, с която работят апаратите, е под 2%. Данните за влаковия състав и получените резултати са посочени в табл. 1 и 2.

* Иван Петров, Ненчо Ненов, ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България



Фиг. 1



Фиг. 2

ТАБЛИЦА 1

данни / дата	23.02	25.02	28.02	18.03	19.03
маса на влака [t]	392	479	392	479	479
дължина на влака [m]	215	232	215	232	232
брой локомотиви	1	2	1	2	2
брой вагони	9	9	9	9	9
спирачен процент [%]	115	115	115	115	115
локомотивен електромер	krizik presov	krizik	krizik	krizik presov	krizik presov

ТАБЛИЦА 2

данни / дата	23.02.01	25.02.01	28.02.01	18.03.01	19.03.01
E1[kwh]	411	441	399	420	432.6
R1[kwh]	280.1	318.3	267.3	280.1	305.5
E2[kwh]	390	413.3	378	402	409.5
cosφ	0.83	0.82	0.83	0.84	0.82
U1[kv]	27.5	27.2	27.5	27.5	27.5
U2[kv]	27	26.46	27	27	27
ΔU[%]	1.8	2.8	1.8	1.8	1.8
I[A]	135	141	131	133	139
ΔE[%]	5.1	6.3	5.3	4.3	5.2
t[min]	22	20	22	21	20
η	0.949	0.937	0.947	0.957	0.947

От така получените резултати коефициентът на полезно действие е около 0.947, а теоретично изчислен след определяне на загуби в контактната мрежа за тягови нужди е $\eta =$

0.962. Измерените и получени стойности от подстанция Вакарел и Казичене-Вакарел са дадени в табл. 3 и 4.

ТАБЛИЦА 3

Време [min]	Активна енергия [kWh]	Реактивна енергия [kWh]	cosφ	Напрежение на извода [kV]	Ток на извода [A]
2	42	25.46	0.86	27.4	120
4	42	25.46	0.86	27.5	130
6	50.4	44.56	0.75	27.5	140
8	42	25.46	0.86	27.4	120
10	8.4	6.37	0.80	27.5	140
12	50.4	44.56	0.75	27.4	130
14	42	25.46	0.86	27.4	140
16	42	25.46	0.86	27.5	150
18	42	25.46	0.86	27.4	140
20	42	25.46	0.86	27.5	130
22	8.4	6.37	0.80	27.5	140

ТАБЛИЦА 4

Време [min]	Напр. на пантографа [kV]	Ток за отопление [A]	Тягов и възб. Спир. ток [kA]	Напр. на ТД [kV]	Тягов и спир. ток [kA]	Изразходвана енергия [kWh]	E _{1ТД} [kWh]	E _{ΣТД} [kWh]	U _{во} [V]	E _{во} [kWh]	E _{с.п.} [kWh]
2	26.7	180	0.70	0.69	0.70	42	15.94	31.88	1602	9.52	0.60
4	26.9	150	0.70	0.69	0.70	42	15.94	31.88	1614	7.99	2.13
6	27	200	0.60	0.81	0.60	48	16.18	32.66	1620	10.69	4.69
8	26.9	100	0.60	0.80	0.65	42	17.16	34.32	1614	5.33	2.35
10	27	100	0	0	0	6	0	0	1620	5.35	0.65
12	27	200	0.85	0.60	0.80	48	15.84	31.68	1620	10.69	5.63
14	27	200	0.75	0.61	0.61	36	12.28	24.56	1260	10.69	0.75
16	27	150	0.70	0.61	0.65	36	13.08	26.16	1620	8.02	1.82
18	27.1	220	0.85	0.59	0.65	42	12.66	25.32	1626	11.76	4.92
20	27.3	220	0.75	0.60	0.65	42	12.87	25.74	1638	11.81	4.45
22	27.5	100	0	0	0	6	0	0	1650	5.45	0.55

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Получения фактор на мощността от експеримента проведен с влак № 801 и 802 в участъка Бургас-София-Бургас с локомотив № 46243 от 3 април 2000 г. до 8 април 2000 г. е показан на табл. 5. От електронния електромер 3720 АСМ са отчетени консумираната активна и реактивна енергия на локомотива. Влак № 801 е с маса 518t, 9 броя четириосни пътнически вагона със спиращен процент 115% и дължина на участъка 704 km. Недобрият фактор на мощността на локомотив № 46243 на извод Елин Пелин 1 на подстанция Вакарел недвусмислено подсказва, че е необходимо да се вземат мерки за повишаването

му. При извършване на експеримента не са взети предвид специфичните експлоатационни условия като особености на участъка, температура на околната среда и квалификация на локомотивния персонал.

В заключение може да се каже, че експериментално определените коефициент на мощност и коефициент на полезно действие представляват необходимото условие за провеждане на един сериозен енергетичен сравнителен анализ, с отчитане на загубите на електрическа енергия в контактната мрежа.

ТАБЛИЦА 5

№	Консумирана активна енергия [kWh]	Консумирана реактивна енергия [kWh]	Фактор на мощността
1	11592	11298	0.72
2	10145	9674	0.72
3	11238	10586	0.73
4	10984	10215	0.73
5	10646	9997	0.73

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Марквардт К.Г., Електрическа тяга, Москва, Трансжелдориздат, 1995.

[2] Марквардт К.Г., Электроснабжение электрофицированных железнодорож., Москва, Транспорт, 1982.

[3] Yoos B., Bannenerdieversorgung, Elektrische Bahnen, № 112, 1995.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПРОЕКТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТЕН УЧАСТЪК.

Стоян Костадинов, Христин Христов

ВТУ “Тодор Каблешков”, София, ул. Гео Милев № 158, България

АНОТАЦИЯ

При строителство на нови и ремонта на съществуващите железопътни линии се разработва проект, съдържащ план и надлъжен профил. От известно време в НК БДЖ се използва нов метод за установяването на параметрите на оста на железопътната линия и представянето им в цифров вид. Това налага преразглеждането на сега съществуващите части на проекта и заменянето им с нови или добавянето на такива.

Ключови думи: “проект на ж.п. линията”, “геометрия на железния път”, “цифров модел”, “опорно-геодезическа мрежа”, “надлъжен профил”, “в цифров вид”.

Проектът на даден железопътен участък се разработва съгласно условията, поставени в заданието за проектиране и съдържа няколко основни части: земно платно, параметри на оста на железния път (геометрия), горно строене, съоръжения и др. В този доклад ще се разгледат изискванията към частта, засягаща геометрията на железния път в проекта, която е и неговата най-съществена част.

Основните изисквания към проекта се групират в няколко направления:

- проектът трябва да осигурява лесно приложим начин за трасирането на оста от плана на железния път и то с точност достатъчно висока и удовлетворяваща всички технически изисквания на безопасността на движението в това число и при високи скорости;

- да бъде предвиден надежден и лесно изпълним начин за контрол на качеството на извършените строителни и ремонтно-възстановителни работи;

- в проекта да се съдържат решения, които точно да регламентират дейностите по възстановяване на геометрията, извършващи се в процеса на експлоатацията и при ремонтно-

възстановителните работи;

- при извършване на ремонтите да се отчитат всички деформации по железния път независимо от причините, които са ги предизвикали и да се възстанови проектното положение заложено в първоначалния план на жп линията;

- технологично проектът трябва да осигурява съосие на железния път с основните съоръжения - мостове, тунели и други;

- решенията в проекта, с които се реализират горните изисквания, трябва да осигуряват освен висока точност и висока ефективност при използването на пътно-строителните машини.

Прието е геометричната ос на железния път да се третира като пространствена крива и да се определя посредством нейните проекции в две взаимно перпендикулярни равнини: в хоризонталната – проекция в план и вертикалната - проекция по ниво.

В сегашния си вид проектът на железопътен участък в частта "геометрия" се представя от надлъжния профил, който изцяло има вид на графичен документ.

Проекцията на пътя по ниво в надлъжния профил се представя от нивелетната линия, а проекцията му в план е дадена в графата "ситуация" на профила, в която се нанасят проектните стойности на величините, определящи хоризонталните криви и е означено графично вида на кривите и тяхното километрично разположение.

В този вид проектът на жп участъка има съществени недостатъци, които се обуславят от това, че той не отговаря в достатъчна степен или въобще не отговаря на поставените основни изисквания. В резултат на това в железопътната мрежа на страната в много случаи се появяват различия между проектните значения на хоризонталните криви и техните стойности, реализирани при строителството на железния път, явяват се нарушения в съсието между пътя и основните съоръжения – мостове, тунели и др.

Това е така защото методите за възстановяване геометрията и методите за трасиране на проекта от плана на железния път при този начин на проектиране имат съществени недостатъци и малка точност. Влияние оказват също така и някои прилагани принципи на проектиране, които вече са непригодни и в този смисъл са загубили своето практическо приложение.

Методът, който се прилага до сега за определяне радиусите на хоризонталните криви на съществуващ жп участък е този на флешовите разлики. Функционалната зависимост между измерения флеш f и радиуса на кривата R се дава с формулата

$$R = \frac{a^2}{2f} \quad (1)$$

където a е означена половината от дължината на хордата, с която се измерва флеша.

Ако се приеме, че грешката m_f при еднократното измерване на флеша е $\pm 1\text{mm}$, грешката в радиуса m_R ще се изчисли по формулата [1]

$$m_R = \frac{a^2}{2f^2} m_f \quad (2)$$

Ако се вземе крива с радиус 600 m и грешка в измерения флеш $\pm 1\text{mm}$, тогава средната квадратна грешка m_R на радиуса за едно измерване ще бъде $\pm 7.2\text{m}$. Ако се приеме, че за получаване на флешовите разлики флешът е измерен 36 пъти, тогава средната квадратическа грешка M_R на определения радиус ще бъде

$$M_R = \frac{\pm m_R}{\sqrt{n}} = \frac{\pm 7.2}{6} = \pm 1.2\text{m}$$

В най-добрия случай грешката в определения радиус не може да бъде по-малка от $\pm 1\text{m}$, защото с нарастването на радиуса грешката му също нараства.

За да се отговори на въпроса дали тази точност е достатъчна или не при възстановяване геометрията на железопътен участък, ще се използва зависимостта между тангентата T , радиуса R на кривата и нейния централен ъгъл α .

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

Чрез тангентата T се определят главните точки на кривата – начало и край и затова важно е да се определи нейната средна квадратическа грешка m_t , която се дава с формулата [1]

$$m_t^2 = \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} m_R^2 + \left(\frac{R}{2\rho \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2}} \right)^2 m_\alpha^2 \quad (4)$$

Точността на тангентата ще зависи от средните квадратически грешки m_R , m_α на аргументите и от стойностите на коефициентите пред тях, които се явяват производни на функцията (3) по отношение на аргументите R и α , изчислени с измерените или с определените им стойности. При една и съща стойност на радиуса 600m и при стойности на централния ъгъл 30 и 180 гради тези коефициенти ще получат следните значения:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial T}{\partial R} \right)_{30^\circ} &= 0.24 \quad ; \quad \left(\frac{\partial T}{\partial R} \right)_{180^\circ} &= 6.31 \quad ; \\ \left(\frac{\partial T}{\partial \alpha} \right)_{30^\circ} &= 0.05 \quad ; \quad \left(\frac{\partial T}{\partial \alpha} \right)_{180^\circ} &= 1.92 \quad . \end{aligned}$$

При безгрешен централен ъгъл и при средна квадратическа грешка в радиуса $\pm 1\text{m}$ грешката в тангентата при първия случай ще бъде $\pm 0.24\text{m}$, а при втория $\pm 6.31\text{m}$. Ако при малък централен ъгъл на кривата точността в определяне на тангентата е достатъчна, то при крива с голям централен ъгъл получената точност е крайно недостатъчна. За да бъде точността в тангентата при всички случаи съпоставима, то е необходимо радиуса на кривата да бъде определен с точност $\pm 0.02\text{m}$.

Такава точност класическите методи за възстановяване не могат да осигурят.

Друг съществен недостатък на тези методи е това, че те са приложими при запазване

дължините на преходните криви, т.е. при запазване местата на главните точки НПК и КПК. В този случай поставянето в съосие на железния път със съоръженията му или удовлетворяване на други технически изисквания не могат да се изпълнят. Ако приемем радиуса на кривата за безгрешен, а точността на централния ъгъл $\pm 1^{\circ}$, такава, каквато се приема при проектирането, тогава точността на определената тангента при радиус 600м и при централен ъгъл 180° ще бъде $\pm 1.92\text{м}$. Тази точност също е недостатъчна и затова е необходимо централния ъгъл на кривата да се определя при такива екстремни случаи с точност по-висока от $\pm 0,1^{\circ}$.

Трасирането на жп участък от проекта представен чрез надлъжния профил на местността се извършва на два етапа. Първо се трасират главните точки на хоризонталните криви, а след това - подробните, като се използва някой от класическите методи, а именно: трасиране чрез правоъгълни координати от тангентата, чрез периферни ъгли, с продължение на хордата или чрез вписан многоъгълник. При такава двуетапна схема грешките от трасирането на главните точки, които в много случаи са значителни и недопустими, на втория етап се предават на подробните точки като систематически [2].

При всички посочени методи за трасиране (с изключение на първия) става предаване на грешките от предишно определените подробни точки към следващата. Това води до натрупване на грешките и намаляване точността на разбивката в края на кривата.

При използване на теодолит той се центрира върху точка от оста на пътя (главна или подробна), а при действащи жп линии това са точки, лежащи в баластровата призма. При такива обстоятелства грешките от центрирането са значителни. От друга страна при интензивно движение, поради често преминаващите влакове, трасировъчните работи принудително се прекъсват и при възобновяването им теодолитът трябва отново да се центрира върху същата точка. Това още повече понижава точността и прави работата твърде неефективна и още по-неточна.

Известно е, че в надлъжния профил, като проект, липсват решения, осигуряващи надежден контрол при изпълнението на строителните работи от гледна точка на геометрията. Не се дават също така решения, позволяващи да се възстановява проектното положение на жп участъка при извършване на

ремонтно-възстановителните работи, отчитайки всички деформации в пътя независимо от причините, които са ги предизвикали.

През последните няколко години в практиката на НК "БДЖ" се внедри **"Метод за определяне и възстановяване параметрите на геометричната ос на железен път"**, който не притежава посочените недостатъци. За тази цел ще се разгледат решенията в технологичната схема на този метод и това как тези решения отговарят на поставените основни изисквания към проект. Подходът при възстановяване геометрията на жп участъци в този случай е по-различен. Хоризонталните криви (за разлика от метода на флешовите разлики) се разглеждат като съставни, състоящи се от кръгови и преходни криви, които са функционално свързани. Всяко изменение на всичките или на част от елементите на тези криви води до ново положение на геометричната ос в зоната им. Така чрез вариация на параметрите на кривите се намира онова положение на геометричната ос, което съвпада с оста на съоръженията или удовлетворява други предварително поставени условия при минимизирани отклонения между двете оси - геометричната и действителната. Това решение в технологичната схема на метода е наречено оптимизация на геометричната ос в план. Чрез нея се определят елементите на кривите (радиуси и дължини) с точност до 0.01м. и се създава цифров модел на жп участъка, определяйки проектните координати на главните и подробните точки от геометричната ос.

Същата дейност се извършва и при определяне проекцията на оста на пътя във вертикалната равнина и е наречена оптимизация на геометричната ос по ниво. Чрез нея се определят началната кота, дължината и наклон на участъците с еднакъв наклон, като сумата от отклоненията между новата и съществуващата нивелетни линии е нула. Така се представя надлъжния профил на жп участъка в цифров вид. Важно е да се отбележи това, че централните ъгли на хоризонталните криви се получават не от измервания на острите върхови ъгли, на така наречения опорен полигон, а чрез изчисления от опорната геодезическа мрежа (ОГМ) и то с точност 0.05° , която удовлетворява всички изисквания.

Посредством цифровия модел и надлъжния профил в цифров вид се създава "Списък с параметрите на геометричната ос", който се явява основен документ при проектирането на

нов и при ремонта и реконструкцията на съществуващ жп участък.

Параметрите са данни, които определят положението на геометричната ос като пространствена крива. Два от тях определят положението ѝ в план. За тази цел се използват трайно стабилизирани и сигнализиранни точки от ОГМ, върху които се поставя теодолита. Неговото центриране и хоризонтиране се извършва бързо и точно върху стълбчетата на ОГМ. Те позволяват да се премахне напълно влиянието на грешките от ексцентричното поставяне на теодолита и сигналите. По този начин инструмента е изнесен в страни от оста на пътя и не пречи на извършващите се строителни работи.

Всяка точка от цифровия модел на геометричната ос се определят най-близкото стълбче на ОГМ автономно (независимо) от другите и то с висока точност. Така се премахват отбелязаните недостатъци на класическите методи за трасиране - двуетапност и натрупване на грешките при разбивката на хоризонталните криви. Другите два параметра определят положението на геометричната ос по ниво. Това се извършва с помощта на вградените репери в стълбчетата на ОГМ.

ИЗВОДИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Създадената документация при проектиране на жп участък в разглеждания случай има аналитичен вид и само една малка част е в графичен вид. В нея са дадени решения (параметри на геометричната ос), които удовлетворяват всички основни изисквания, предявени към проекта.

2. Всяка корекция в тази документация, предизвикана от направен пропуск или изменение се извършва бързо с минимална загуба на труд и средства.

Трябва да се отбележи това, че за създаването на документацията в графичен вид под формата на надлъжен профил се изразходват много време и средства, а корекциите са трудно осъществими и скъпо струващи.

3. Трансформацията на аналитичната информация в графична при съществуващ железен път, която се прави поради изискванията на нормативната уредба, по наше мнение е не само скъпо струващо, но и напълно излишно. Това е така защото нивелетната линия на новия профил ще се различава само с няколко сантиметра от нивелетната линия на стария профил. По този начин ще се дублира една слабо използвана графична документация.

4. При ново строителство представянето на надлъжният профил и в графически вид може би не е загубило напълно своето значение, поради това, че се използва за определяне обемите на изкопно-насипните работи, решаването на транспортната задача и други. В този случай обаче, за да отговори проекта на основните изисквания трябва да бъде създадена посочената по-горе документация в аналитичен вид.

Разгледаните проблеми в този доклад и направените изводи от тях ни дават основа-ние да **предложим** на НК "БДЖ" да преразгледа и измени нормативната база третираща изготвянето проектната документация на железопътните участъци в частта му, засягаща геометрията, като въведе създаването на три нови документа:

- цифров модел на железния път;
- надлъжен профил в цифров вид;
- списък на параметрите на геометричната ос на железния път.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Костадинов, С. Точност и недостатъци на класическите методи за оценка състоянието на хоризонталните железопътни криви. Сп. "Железопътен транспорт", 4/1999, София.

[2]. Костадинов, С. Точност и недостатъци на класическите методи за трасиране на железни и автомобилни пътища. Сп. "Железопътен транспорт", 9/1999, София.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**КОНТРОЛ НА ГЕОМЕТРИЯТА НА ПОДНОВЕН УЧАСТЪК ОТ
ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ, ПРЕПРОЕКТИРАН ПРИ РЕПЕРИРАНЕ ЗА
СКОРОСТ 130 km/h**

БОРИС ИВАНОВ, РУМЕН ИВАНОВ

ВТУ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ”, ул. “Гео Милев “ № 158, 1574 СОФИЯ

Представена е в съкратен вид технологията за реперирание на железния път чрез планова и височинна геодезическа мрежа и използването и за контрол след изпълнение на основни ремонти. Посочени са някои основни моменти за полагане на звената при подновяване на железния път с помощта на изградената система от репери.

Ключови думи: “железен път”, “геодезическа мрежа”, “реперирание

Реперирането на железния път е важен момент от многообразието на видовете технико-икономически дейности, които се извършват в пътното стопанство на Българските държавни железници, за да се удовлетворят повишените изисквания за скорост, комфорт на пътуване, разход на труд и материали за поддържане и ремонт. Определението на геометрията на пътя пряко рефлектира и в сигурността на влаковото движение. Известно е отрицателното влияние на нарушената геометрия на пътя върху устойчивостта на движението, износването на горното строене и возилата, съкращаване на междурементните срокове и други. Единствено чрез репераж железния път може да бъде “закован”, тоест поддържан в точното му проектно положение по ос и ниво, особено когато за изработването му са използвани надеждни геодезически методи и е реализиран с високоточни съвременни инструменти.

I. Репериране на железния път чрез създаване на планова и височинна геодезическа мрежа. Това е един съвременен метод за реперирание на железния път, при който голяма част от изчислителната дейност подлежи на електронна обработка.

Той позволява многовариантно решение на

задачата, избор на най-оптималния резултат и подобряване параметрите на железния път (удължаване на преходни криви, увеличение на радиуси на кръгови криви), като непрекъснато се следи за отклоненията от съществуващото положение и спазване на габаритите. С други думи може да се извърши ограничено препроектиране на геометрията на железния път и реализиране на проекта по време на експлоатация. Всичко това е възможно да се осъществи само в случаите, когато репеража се изпълнява непосредствено преди извършване на основен или среден ремонт на пътя. При изработване на репеража се очертават седем основни етапа.

1. Изграждане, измерване и изчисления на планова и височинна опорна геодезическа мрежа.

Мрежата се развива по направление на реперирания участък. Точките, разположени в близост до железопътната линия се разполагат така, че да не пречат на движението и на пътнo-ремонтните работи. Поради особената им роля при поддържането на железния път същите са трайно стабилизирани на местността по определен начин.

Б.Иванов, гл.ас.инж.; Р.Иванов, ст.ас.инж.; ВТУ “Т. Каблешков”

Борис Иванов, гл. ас. инж.; Румен Иванов, ст. ас. инж.; ВТУ “Т. Каблешков”-София

Представяват бетонни стълбчета с височина около 1,40 м, фундаирани под нивото на замръзващия слой, който за условията на България е 80 см. Горният край завършва с устройство за принудително центриране. С това се постигат две неща: от една страна удобна и бърза работа при извършване на измерване и трасиране и от друга – премахване влиянието на грешките от ексцентричното стационариране на теодолита и сигналите. Мрежата е свободна, т.е. не се свързва с държавната триангулация, чиято точност особено в последните класове (5, 6 и 7) е малка. По този начин точността ѝ зависи само от тази на измерванията, която при съвременните електронни инструменти е достатъчно висока и напълно удовлетворява целите за които е създадена.

2. Заснемане на съществуващото положение на железния път и създаване на цифров модел. От трайно стабилизирани точки (станции) се извършва заснемане на съществуващия железен път в хоризонталната равнина с помощта на електронен тахиметър. Заснемат се всички необходими точки, по направление на оста на пътя. В правите участъци гъстотата на точките е до 40 м, а в кривите – 20 м, като при необходимост може да бъде 10 м. Заснемат се и всички съоръжения прилежащи на железния път: стълбове на контактната мрежа, съседния коловоз при двойна ж.п. линия, мостове, водостоци, тунели, сигнални устройства и други. Височините се определят посредством геометрична нивелация, която се извършва на два етапа. В първия етап се извършва прецизна нивелация, като се развива включен нивелачен ход между реперите, разположени в двете прилежащи гари. Подробните точки на този нивелачен ход са реперите на станциите и на стълбовете от контактната мрежа (при електрифицирани ж.п. линии) или на земни репери (при не електрифицирани ж.п. линии), разположени през определени разстояния. На втория етап се извършва нивелация с междинни точки за определяне височините на точките (глава релса) от коловоза, разположени срещу всеки стълб или съоръжение. От направените измервания се създава цифров модел на железния път, който представлява координиране на точките от геометричната му ос в системата на плановата и височинна опорна геодезическа мрежа. При неговото създаване са използвани математическите зависимости между правите участъци и различните комбинации между

хоризонтални кръгови и преходни криви, премахвайки всякакви приближения приемани до сега (напр. замяна на кубичната парабола с клотоида). Цифровият модел позволява да се изчислят всички основни параметри, характеризиращи оста на железния път в план и профил. Това дава възможност да се решават основните задачи, свързани с проектиране, реконструкция, ремонт и поддържане по нов начин, постигайки по-висока точност и ефективност.

3. Оптимизация на железопътния участък. Оптимизацията на железопътния участък е намиране на онова положение на геометричната ос, което е най-близко до действителната. Това означава, че отклоненията между двете оси трябва да бъдат минимални. Това изискване се нарушава в два случая: когато при разработване на проекта трябва да се спазват габаритните ограничения между коловозите (двупътни ж.п. линии) или между коловозите и електрическите стълбове (електрифицирани ж.п. линии) и случаите при които се закръгляват големините на радиусите на хоризонтални криви или променят дължините на преходните криви.

а/ оптимизация в план

Оптимизират се прави участъци, хоризонтални кръгови и преходни криви, използвайки измерванията извършени за тази цел по направление на оста. В процеса на оптимизацията се установяват всички разлики между проектното положение на железния път в план и всички изменения настъпили в него в резултат на експлоатацията му. Това особено ясно проличава в участъците, където в процеса на строителство не е изпълнен проекта.

б/ оптимизация по ниво

Оптимизацията по ниво на железния път представлява построяване на надлъжен профил в цифров вид, което дава възможност нивелетата да се построи с висока точност, минимизирайки отклоненията между нея и действителната ос. При предстоящ основен ремонт може да се допуснат малки отрицателни премествания (понижение), които могат да се реализират при почистването на баласта с баласто-пресевни машини или при подмяната на звената с пътеполагащи кранове”Платов”. Ако се приеме, че понижение на нивелетата не е възможно (например реперирание след ремонт), тогава отрицателните премествания

може да се редуцират с общо повдигане равно на минималната отрицателна поправка.

4. Изготвяне на списък с параметрите на геометричната ос и трасиране. При изпълнение на първите три етапа от технологическата схема на метода се получават правоъгълните координати и височините на стабилизираните точки от геодезическата мрежа, оптимизираните наклони и параметри на кривите, посредством които е създаден цифровия модел. Тези изходни данни позволяват да се определят като параметри на геометричната ос следните величини:

-посочен ъгъл и разстояние от точките на цифровия модел до най-близкото стълбче (станция) от геодезическата мрежа.

-проектна височина на всяка точка от модела.

-надвишение в кривите на външна релсова нишка над вътрешната.

Тези величини се приемат за параметри на геометричната ос и се изчисляват точно от данните, получени в първите три етапа, удовлетворявайки всички изисквания на нормите за ж.п. строителство. Два от тези параметри (посочен ъгъл и разстояние) определят положението на геометричната ос в план, а другите два (проектна кота и надвишение) - във височина. Трасирането на проектните точки от геометричната ос е просто и лесно изпълнимо с помощта на електронен теодолит. От така трасираната точка се намира хоризонталната компонента на отместването на геометричната ос от действителната. Третият параметър е проектната кота H_A на трасираната вече в план точка от оста, която се получава при извършването на оптимизацията по ниво. Тя обикновено по стойност е по-голяма от котата на съответната точка глава релса, лежаща на действителната (деформирана) ос на железния път. Котата на тази точка и вертикалната компонента на отклонението между геометричната и действителната оси в тази точка може да се определят, като се използва нивелир и най-близкия репер. Четвъртият параметър е проектното надвишение в кривата на външната релсова нишка над вътрешната. Списъкът с параметрите на геометричната ос се явява един от най-важните документи на железния път, защото обезпечава технологически от гледна точка на геометрията най-важните дейности извършвани по него – текущо

поддържане, подновяване, среден ремонт, реконструкция и др.

5. Репериране

Под репериране се разбира определяне мястото на един предмет спрямо друг, чието положение е неизменно или слабо се променя под въздействието на външните условия. Такива обекти в направление на трасето се явяват стълбовете, носещи контактната мрежа при електрифицираните ж.п. линии, станциите за наблюдение и земните репери, изградени през определени разстояния и в характерни точки на геометричната ос на железния път (начало и край на преходни криви; начало, среда и край на вертикални криви). С възстановяване н геометрията на ж.п. участък автоматически се реперират към станциите за наблюдение точките от геометричната ос, чиито параметри са дадени в списъка. При електрифицирана ж.п. линия(двойна или единична) е не само правилно но и необходимо да се репера железния път към стълбовете. Те дават възможност да се създаде гъста мрежа от репери, които в голяма степен улесняват полагането на железния път в проектното му положение. Данните с които се репера пътя към реперите са: превишение dH от репера до глава релса на близката релсова нишка, изчислено като разлика между проектна кота на глава релса и кота репер и разстояние S , което се получава от измереното разстояние стълб-глава релса. Горните данни се систематизират във втория по значение документ от проектирането, наречен “Реперажен списък”. Данните от реперажния списък се използват при подновяване и среден ремонт за полагане на железния път по геометричната ос, а при текущо поддържане – за установяване хоризонтални и вертикални деформации.

6. Реализация на проекта

В точка 4 се показва, че посредством двата параметъра (посочен ъгъл и разстояние) се намира положението на проектните точки от геометричната ос, чиито номера се надписват върху релсата и се определя точно хоризонталната компонента dS на отклонението между двете оси – проектната и действителната. Установените хоризонтални и вертикални компоненти на отклоненията (изместванията), дават възможност при подновяване на железния път още при полагане на новите звена същите да бъдат положени по геометричната ос в план, а при втора и трета нивелация и по ниво. Всички

промени в параметрите на кривите задължително трябва да се вземат под внимание при изработване на монтажния план. По ограничени са възможностите за корекции на оста на железния път при извършване на среден ремонт и текущо поддържане с тежки пътно-ремонтни машини. По описания начин се извърши реперирание с проектиране на железния път на I ж.п. линия в междугарието Подуяне – Искър от км 3+000 до км 10 + 000 за скорост 130 км/ч. Проектът изцяло се изпълни при механизирани подновяване на път № 2 и частичното поправяне по ос на път № 1 от км 5 + 506 до км 5 + 850 във връзка с ремонта на перона на сп. Смирненски.

7. Контрол на изпълнението на проекта.

След извършване на ремонтно-възстановителните работи може да се направи контрол за качеството на извършените работи от гледна точка на геометрията. Това става бързо с помощта на обикновен теодолит и нивелир по начина описан в точка 4. Във всяка от надписаните върху релсите точки хоризонталната и вертикална компоненти на отклонението (изместванията) трябва да са нули

.Две години след извършване на подновяването на железния път в междугарието Подуяне – Искър път № 2 и частичното поправяне по ос на път № 1 от км 5 + 506 до км 5 + 850 за скорост 130 км/ч, колективът проектант от катедра “Транспортно строителство” при ВТУ “Тодор Каблешков” извърши геодезически измервания с цел установяване на точността на реализация на проекта и от там ефективността на препоръчаната технология за изпълнение на ремонтните работи. Измервания по ос и ниво обхваща участък от път № 2 от проектна точка 107 (км 5 + 565) до точка 115 (км 6 +045) и измерванията по ос за път № 1 от проектната точка 40 107 (км 5 + 556) до проектна точка 40 131 (км 5 + 811)

Измервания по ниво на участъка от път № 1 не се извършиха, тъй като проекта беше само частично изпълнен. Констатираха се следните резултати:

Път № 1

Железният път от точка 40 107 (км 5 + 556) до точка 125 (км 5 + 753) е положен по проектната ос – отклоненията са нулеви. От точка 126 (км 5 + 772) до точка 129 (км 5 + 796) отклоненията са от 14 мм до 31 мм с екстремна стойност в точка 129. Средната квадратна грешка е $m=8.78\text{mm}$.

Железният път от точка 107 (км 5 + 565) до точка 109 (км 5 + 685) е положен с отклонение от проектната ос от 18 мм до 20 мм, като най-голямата стойност е установена в точка 107. От точка 110 (км 5 + 745) до точка 115 (км 6 + 045) отклоненията са нулеви, т.е. железният път е положен съгласно проекта. Средната квадратна грешка е $m=9.57\text{ mm}$. Отклоненията в нивото на железния път, измерени срещу реперите по стълбовете на контактната мрежа са в границите от 4 mm до 9 mm. Най-голяма е разликата срещу стълб 50. Средната квадратна грешка е $m=10.32\text{ mm}$.

От анализа на резултатите от измерванията и изчислените средни квадратни грешки за отделните отклонения в положението на железния път спрямо проекта, може да се приеме, че предложената технология по която е изпълнен ремонта е практически приложима и достатъчно точна.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1].Събев,М. Поддържане и ремонт на железния път. С.,Техника,1985.
- [2].Иванов, Г. Горно строене на железния път С.,Техника,1980.
- [3].Костадинов,Ст. Инженерна геодезия С.,ВВТУ”Т.Каблешков”,1992.
- [4].Иванов,Б. Реперирание на железния път и привеждането му в проектно положение при извършване на основни ремонти, С., Сборник доклади –седма научно-техническа конференция на ВВТУ”Т.Каблешков”,1994.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОСОБЕНОСТИ НА ТЕКУЩОТО ПОДДЪРЖАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ В ХОРИЗОНТАЛНИ КРИВИ

БОРИС ИВАНОВ, ДАРИНА НИТОВА

ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” № 158, 1574 София

АНОТАЦИЯ

В доклада се разглеждат особеностите на отделните видове работи, които се извършват за текущото поддържане на участъци от железния път в хоризонтални криви. Направени са съответни изводи и са дадени препоръки за подобряване на качеството на тези работи.

Ключови думи: “реборд”, “дерайлиране”, “непогасени ускорения”, “надвишение”

Влиянието на кривината на пътя върху разхода на труд при текущо поддържане отчетливо започва да се проявява при радиуси по-малки от 1000 м. Обикновено се налага да се ремонтира пътя в план / по ос /, като при дървени траверси се коригира широчината на междурелсието и да се подменят траверси, а при стоманобетонени траверси – смяна на скрепления. В по-голям обем са налагащите се корекции на пътя в профил и по ниво.

От експлоатацията е установено, че разходът на труд в криви с малки радиуси е по-голям с 17 – 35% в сравнение със същия в праволинейни участъци. Повишеният разход на работна сила за поддържане на криви е необходимо да се отчита при определяне състава на производствените групи, наличната механизация в участъците, организацията и планирането на работата. Установявайки последователност на неотложните и планово-предпазните работи, следва да се изхожда от това, че еднаквите по големина и характер деформации в криволинейните участъци на пътя представляват по-голяма опасност, отколкото в праволинейните. Такава закономерност съществува и в кривите, като при тези с по-малки радиуси опасността е по-голяма отколкото в тези с по-големи радиуси.

Затова е необходимо да се отстраняват приоритетно тези, които представляват по-голяма опасност.

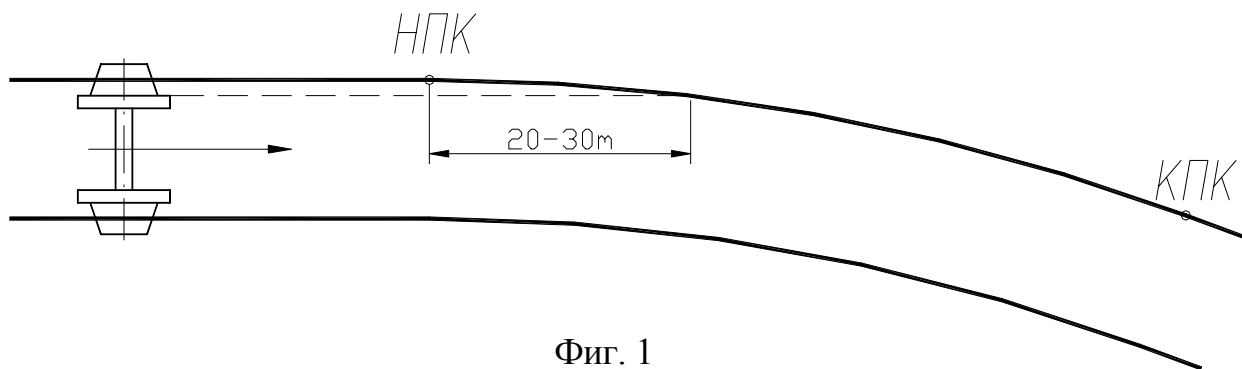
Еднаквите неизправности на пътя в преходна крива са по-опасни, отколкото в кръгова. В най-голяма степен това се отнася за пропадания и неизправности в план, а също и при съчетания от тези неизправности. Наличието им може да предизвика разтоварване на ресорния комплект на колооста с възкачване на реборда на колелото на външната релса в кривата и последващо дерайлиране на подвижния състав. Особено неблагоприятно влияние оказват тези неизправности при излизане от преходна крива, където колелото се движи по външната релсова нишка по наклона на прехода на надвишението.

При пълна поправка на кривата заедно с отстраняване на изместванията в план, профил и по ниво се предписва отстраняване на несъвпаденията на началото и края на преходните криви по кривина и надвишение, а така също и привеждане на надвишението в кръговата крива в съответствие с проектното.

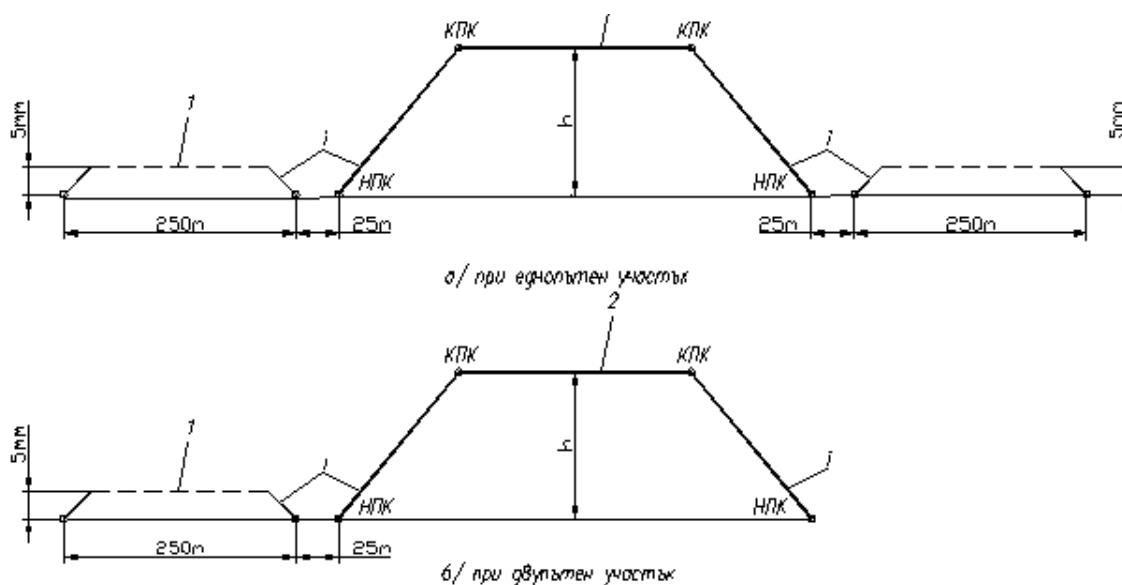
От измерените непогасени ускорения при навлизане на вагоните в крива се установява, че те започват да нарастват не в самото начало на кривата, а приблизително на 1/3 от дължината и. Това произтича от обстоятелството, че при навлизане на возилото в преходната крива ребордите на колелата се

допират към страничната повърхност на външната релсова нишка на разстояние 20-30 м. от началото на кривата (фиг. 1), т.е. по тази част от дължината на преходната крива кривината и почти не влияе на движението на подвижния състав. Едва след притискане на колелата към външната релсова нишка хоризонталните ускорения започват да нарастват. В началния участък от 20-30 м. на преходната крива външната релсова нишка вече има определено надвишение. При измерване се установява, че нарастването на ускорението е дори отрицателно, т.е. насочено навътре към кривата. В зоната на притискане на реборда, където ускоренията вече са насочени навън от кривата

пътя. Това особено важи за скорости на движение на влаковете над 50-60 км/ч. За намаляване въздействието на тези отрицателни фактори е желателно при поправка на кривата на подхода към нея в правия участък на пътя да се устройва неоголямо надвишение на релсовата нишка, продължение на която се явява вътрешната нишка на кривата (фиг. 2). Даване на надвишение в правия участък преди началото на преходната крива не може да бъде изпълнено, ако правия участък между разнопосочни криви е по-малък от 250 м.



Фиг. 1



Фиг.2

те внезапно нарастват по големина. Такъв характер на нарастване на ускоренията намалява плавността на движението, съкращава ефективната дължина на преходната крива и засилва деформациите на

Ако на входа на преходните криви по-интензивно нарастват деформациите на пътя в план, то на изходните такива благодарение на значителната напречна сила от косото вписване на возилата по-често се налага корекция на междурелсието.

За намаляване на разстоянието между реборда на бандажа на колелото и работната странична повърхност на външната релсова нишка на подхода към кривата следва междурелсието да се поддържа с минусови допуски, а на изхода от преходната крива за намаляване големината на напречните сили да не се допуска стеснение на междурелсието.

При корекция на кривата в профил отначало да се повдига вътрешната нишка, а външната да се поставя по ниво в зависимост от изчисленото надвишение.

Поправянето по ос на кривата се извършва по цялата и дължина, включвайки и прилежащите прави участъци на пътя. В случаи, когато се наблюдават деформации на отделни участъци от кривата, то те се поправят частично. При всички случаи на поправка на кривите в план е необходимо да се съобразява с изчислените премествания, получени по данни от измервания, извършени непосредствено преди работата. Поправянето по ос "на око" по правило не дава положителни резултати, тъй като не може да се постигне еднаква кривина в кръговите криви и плавното и изменение в преходните.

По време на поправката по ос се изменя дължината на релсовите нишки, увеличава се при изместване на кривата навън и се намалява при изместване навътре. Ако изместванията не са големи, а посоките им се редуват, изменение

на дължината на релсовата нишка практически не се получава. При големи измествания обаче то може да бъде значително и толкова по-голямо, колкото по-малък е радиуса на кривата. Поради това преди да се пристъпи към работа на наставов път следва да се проверява големината на топлинните дължини и да се определи няма ли да възпрепятстват поправката по ос. Непосредствено преди поправката по ос следва болтовете в наставите да се разхлабят.

На безнаставов път изменението на дължината на релсовата нишка при поправяне по ос може да се получи единствено за сметка на създаване на допълнителни напрежения в релсите. При неголеми и редуващи се измествания затруднения не възникват. Поправянето по ос най-добре се изпълнява при температури на релсовите нишки близки до температурата на полагане. При големи едностранни измествания на голяма дължина от кривата да се поправи напълно по ос пътя при такива температури е трудно. В такива случаи поправката трябва да

се извърши в утринните или даже нощните часове, ако изместванията на кривата са навътре, а при измествания навън – по време от денонощието когато температурата на релсата става по-висока от температурата на полагане. Необходимо е да се спазват изискванията на Технически норми за полагане и поддържане на безнаставов релсов път. Поправянето по ос в тези случаи трябва да се извършва изключително внимателно с едновременно изместване на не повече от един сантиметър и уплътняване на баласта пред челата на траверсите.

Всяка поправка на пътя в план трябва задължително да се съпровожда от измерване и евентуално регулиране ширината на междурелсието. Ако това не се прави по вътрешната нишка на кривата остават неравности, които водят до възникването на допълнителни хоризонтални сили, действащи от колелото на релсата, които довеждат до бързо образуване на неравности по външната релсова нишка на кривата и до повторно деформиране на пътя в план и по междурелсие. При регулиране широчината на междурелсието след поправка по ос трябва преди всичко да се обърне внимание на плавността на преходите между нейните крайни стойности. Наклоните на тези преходи не трябва да бъде повече от 0,001 при скорости на движение до 120 км/ч. и 0,0015 при скорости 121-160 км/ч.

Поправката на ширината на междурелсието в криви, особено при дървени траверси се извършва значително по-често отколкото в правите участъци на пътя. При това следва да се има предвид, че с всяко прековаване се намалява съпротивлението на релсовите нишки срещу изместване под въздействие на подвижния състав. Неизменността на междурелсието в голяма степен зависи от технологията на работа, което позволява да се избегне многократната му корекция.

При поправка широчината на междурелсието обикновено се прековава вътрешната релса на кривата, обаче ако разширението е възникнало в резултат на изместване на външната релса на къс участък от пътя се прековава външната релса

Регулирането на ширината на междурелсието при стоманобетонени траверси се прави за сметка на обиране на луфтовете съществуващи в елементите на скрепленото.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

ЛИТЕРАТУРА:

1. Събев, М. Поддържане и ремонт на железния път. С., Техника, 1985.
2. Иванов, Г. Горно строене на железния път. С., Техника 1980.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПОВИШАВАНЕ СКОРОСТТА НА ДВИЖЕНИЕ НА ВЛАКОВЕТЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИЯ НА Ж.П. ЛИНИИ

МАЙЯ ИВАНОВА, МАРИЙКА МАНЕВА

ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” № 158, 1574 София

В доклада се разглеждат възможности за подобряване параметрите на съществуваща ж.п. линия, чрез последователно проведени мероприятия, които позволяват поетапно повишаване скоростта на движение на влаковете. За да се избегне теоретичността на изследването, то е приложено за конкретна ж.п. линия. Направени са съответни изводи.

Ключови думи: “скорост”, “ж.п. линия”, “трасе” и “радиус

I. ВЪВЕДЕНИЕ:

Въпросът за повишаване на скоростите на движение на влаковете по главните ж.п. линии у нас е актуален.

Всяко преустройство, свързано с изменение на надлъжния профил на линията, обикновено се осъществява много трудно. То почти винаги е свързано с преместване на трасето на ново място, при което използването на съществуващата инфраструктура е рядко осъществимо.

За да се повиши участъковата скорост на движение на влаковете може да се използват различни технически подобрения, касаещи пътя и подвижния състав. Някои от тези подобрения са ефикасни, само когато се провеждат комплексно. Така например, подобряването на параметрите на железния път, с цел да се осигурят високи скорости, би трябвало да е свързано с осигуряване на подвижен състав, способен да развива такава скорост.

Високи скорости не биха могли да се осъществят при участъци с дълги и стръмни наклони, дори в план трасето да отговаря на изискванията, тъй като локомотивите, с които разполага нашата ж. п. администрация са с недостатъчна мощност.

Така, че едно подобрене на параметрите в план, трябва да е свързано с доставянето на нови, по-мощни локомотиви, или с намаляване на масата на влаковете, което не е желателно .

При повишаване на скоростта трябва да се увеличи надвишението и дължините на преходните криви.

Успоредно с подобряването на параметрите на трасето трябва да се обърне специално внимание на подобряването горното строене на железния път, с цел да се намали основното съпротивление при движението на влаковете и подобряване на условията на взаимодействие между пътя и подвижния състав и повишаване на комфорта на пътуването.

Основното съпротивление при движението на влаковете значително се намалява при полагането на безнаставов релсов път.

Удвояването и електрификацията на ж.п. линиите също е важна предпоставка за увеличаване скоростта на движение.

Тъй като нашата ж.п. мрежа е изградена за смесен тип движение – пътническо и товарно, въвеждането на високи скорости е свързано с комплексни технически решения, които изискват от своя страна значителни капиталовложения.

За да се избегне всичко това е възможно да се пристъпи към поэтапно повишаване на скоростта на движение, като се направи една систематизация на възможни подобрения на трасето на пътя чрез последователно проведени мероприятия. Такъв подход може да се приложи към подобряване на текущото поддържане на пътя и неговия капитален ремонт, подмяна на някои стрелки, разположени на главните коловози, усъвършенстване на системата за сигнализация, закриване на прелези и т.н.

Успоредно с това може да се премине към частично подобряване на параметрите на трасето с т.н. “поучастъкови варианти”. Тези варианти представляват преход към нов минимален радиус. Това се постига с претрасиране на кривите с минимален радиус, което е свързано с минимални разходи.

Максималната скорост за даден участък се изчислява по формулата.

$$V_{\max} = 4,6 \sqrt{R \min} \text{ (km/h)}$$

Тук $R \min$ е минималния радиус за кривата от даден участък от пътя.

Тази формула е изведена при допускане на непогасено странично ускорение $p = 0,65 \text{ m/сек}^2$ при максимално надвишение $H = 150 \text{ min}$.

Ако S е дължината на участъка от линията с постоянна максимална скорост, а R_0 е минималния радиус на съществуващата крива, то използването на нова стойност на минималния радиус на кривата R_h означава, че при повишаване на максималната скорост, икономията от време представлява:

$$\Delta t = \frac{S}{4,6\sqrt{R_0}} - \frac{S}{4,6\sqrt{R_h}}$$

$$\Delta t = \frac{S}{4,6} \left(\frac{1}{\sqrt{R_0}} - \frac{1}{\sqrt{R_h}} \right)$$

Ако при преминаването към нов минимален радиус R_h са необходими I капитални вложения, то изчислената единична оценка на икономията на време съставлява:

$$q = \frac{I}{\Delta t} = \frac{4,6 \cdot I}{S} \cdot \frac{\sqrt{R_0}}{1 - \sqrt{\frac{R_0}{R_h}}}$$

Това дефиниране на единична оценка на икономията време, получени теоретически за всяко преустройство, позволява да се

определи икономически обоснована класификация на различните “Поучастъкови варианти”.

Класификацията може да бъде по-строга, ако вместо q се използва следния параметър λ :

$$\lambda = \frac{q}{4,6} = \frac{I}{S} \cdot \frac{\sqrt{R_0}}{1 - \sqrt{\frac{R_0}{R_h}}}$$

Предимството на този израз е в отсъствието на константата 4,6.

За основа на изследването е взета ж.п. линията Мездра – Видин с дължина 181,220 km.

Тази линия е разделена на 9 участъка. Изчислението е направено по формулата:

$$\lambda_{n,h} = \frac{I_{n,h}}{S_n} \cdot \frac{\sqrt{R_0}}{1 - \sqrt{\frac{R_0}{R_h}}}$$

в която са използвани следните параметри:

n – пореден номер на участъка

$R_{n,0}$ – минимален радиус за дадения участък

$I_{n,h}$ – необходимите капитални вложения

S_n – дължина на участъка

h – новия минимален радиус, изразен в хектометри

За които и да са два варианта, разглеждани на един и същи участък P трябва да е в сила $\lambda_{p,h} < \lambda_{p,i}$ (ако $h < i$). В противен случай се налага да се отхвърли вариант $A_{p,h}$, доколкото при разходи, превишаващи печалбата от икономия на време, той е икономически необоснован.

Вариант $A_{p,i}$ в този случай дава по-голяма икономия на време, отколкото вариант $A_{p,h}$ при най-малка единична стойност.

По такъв начин, на всеки участък от линията е необходимо да се изключат тези варианти, които макар и да се характеризират с по-голяма величина на радиуса и по-малки стойности на коефициента λ , изискват големи капиталовложения.

По ж. п. Линията Мездра – Видин, която е взета за база на настоящето изследване в момента минималния радиус е $R_{\min} = 300 \text{ min}$. При максимално надвишение $= 150 \text{ mm}$ при този радиус максимално допустимата скорост е:

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

$$V_{\max}=4,6 \sqrt{300} = 75 \text{ km/h}$$

Разгледани са три възможности:

1.Повишаване на минималния радиус на 350 m. При това максимално допустимата скорост ще се увеличи с 10км/ч.

$$V_{\max}=4,6 \sqrt{350} = 85 \text{ km/h}$$

2.Повишаване на минималния радиус на 400 m, което осигурява $V_{\max}= 90 \text{ км/ч}$.

$$V_{\max}=4,6 \sqrt{400} = 90 \text{ km/h}$$

3.Повишаване на минималния радиус на 500m. Максимално допустимата скорост при този радиус ще бъде:

$$V_{\max}=4,6 \sqrt{500} = 100\text{km/h}$$

При изчисляване на класификационния параметър λ са приети капитални вложения по уедрени показатели, както следва:

- при преминаване към минимален радиус 350 m 1000000 лв/км

- при преминаване към минимален радиус 400 m и 500 m съответно 1200000 лв/км

За всеки 2 варианта на разглеждания участък е направена проверка на условието:

$$\lambda_{p,h} < \lambda_{p,i} \text{ (ако } h < i \text{)}$$

Ако това условие не е изпълнено, този вариант не е икономически целесъобразен, тъй като разходите по реконструкцията ще надвишат печалбата от икономия на време.

При разглеждания пример се налага участъци № 6 / Орещец – Мокреш/ и № 8 /Срацимир – Видбол/ да отпаднат, поради големия процент на криви с минимален радиус $R = 300 \text{ m}$

Участък № 7 /Мокреш – Срацимир/ също отпада, тъй като там минималния радиус е $R_{\min}= 500 \text{ m}$.

След изчисляването на класификационния параметър λ за разгледаните участъци с три различни минимални радиуси се получиха следните резултати:

В повечето участъци вариантът с увеличаване на R_{\min} на 350 т отпада, независимо че е най-ефективен, тъй като класификационният параметър λ е по голям, от този за $R_{\min}= 400 \text{ т}$.

В участъка Видбол – Видин най-удачно е повишаване на скоростта от 75 км/ч на 85/км/ч при повишаване на $R_{\min}=350 \text{ m}$.

В участъка Дреновец – Орещец най-удачен се оказва третият предложен вариант за скорост 100 км/ч при $R_{\min}=500 \text{ т}$, но той изисква големи капиталовложения.

За останалите участъци икономически най-целесъобразно е увеличаване на R_{\min} от 300 на 400 т, при което се осъществява минимална скорост 85км/ч.

ТАБЛИЦА

№	Участък	Дължина /км/	Класификационен параметър λ			Необходими капиталовложения
			$R_{\min}=350\text{m}$	$R_{\min}=400\text{m}$	$R_{\min}=500\text{m}$	
1.	Мездра-Бели Извор	28,636	1324	877	2712	162000 <u>194400</u> 1009200
2.	Бели Извор-Бойчиновци	28,282	14988	9932	13470	1811000 <u>2173200</u> 4948800
3.	Бойчиновци-Медковец	27,647	20994	13914	19990	2480000 <u>2976000</u> 7179597
4.	Медковец-Дреновец	19,781	21158	14020	14024	1788000 <u>2145600</u> 3603598
5.	Дреновец-Орещец	21,609	30978	20529	20075	2860000 <u>3432000</u> 5635200

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

6.	Орещец-Димово Димово-Мокреш	13,773 6,018	Не се разглежда поради голям брой на криви с R=300 Не се разглежда поради голям брой на криви с R=300			
7.	Мокреш-Срацимир	24,286	-	-	-	Rmin>500 m
8.	Срацимир-Видбол	17,810	Не се разглежда поради голям брой на криви с R=300			
9.	Видбол-Видин	11,188	3849	8262	4921	184000 <u>715200</u> 715200

От това изследване биха могли да се направят следните изводи:

1. При едно по-подробно проучване на дадена ж.п. линия биха могли да се получат множество варианти, от които с по-голяма прецизност да се подбере икономически най-целесъобразния.

2. При така поставените условия има възможност да се направи програма, с помощта на която биха могли да се предложат конкретни варианти по цялата ж.п. мрежа на страната.

3. При максимален брой предложени варианти може да се подберат два или няколко по-удачни, на които да се направи повторно изследване, вече с по-конкретни данни за строителните разходи, необходими за реконструкцията.

4. Методът за сравняване на “поучастъкови” варианти е напълно приложим и подходящ за нашите условия, тъй като дава възможност за увеличаване на скоростта при минимални капиталовложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гонсалес А.К., сп. “Железните дороги на света”, кн. 5/1981 г.
2. Недялков Г., Мирчев М., Лазаров К., Иванов Б., Нитов Н., Манева М., “Технически норми за устройства поддръжане на горното строене на нормалните ж. п. линии” 1994 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗБОР НА ОРАЗМЕРИТЕЛЕН МЕТОД ЗА ПЪТНИ НАСТИЛКИ ЗА ОСОВ ТОВАР ОТ 11.5 t

ВАЛЕНТИН НИКОЛОВ

ВТУ “Т. Каблешков”, София, ул. Гео Милев № 158, България

Разгледани са основни оразмерителни методи за пътни настилки, утвърдени в световната пътно-строителна практика. Извършен е анализ на възможността тези методи да се използват за оразмерителна ос от 11.5 t.

Ключови думи: “оразмерителни методи” и “пътна настилка”

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Със заповед РД-22-220 от 29.10.1995 г. на ГУП се нарежда оразмеряването на пътните конструкции на новопроектираните автомагистрални участъци да се извършва на базата на оразмерителен осов товар от 11.5 t/ос (115 kN). Същото се отнася за оразмеряване на настилката на пътните участъци с изявено тежко товарно движение включени в Рехабилитационните програми на ГУП, считано от 01.01.1996 г.

Заповедта е стъпка в посока към хармонизиране параметрите на пътната мрежа в страната с тези на страните от ЕС. При тях оразмерителния осов товар от 11.5 t е въведен през 1978 г.

С директива 96/53/СЕ на Съвета на ЕС от 25.07.1996 г. влязла в сила след публикуването и на 17.09.1996 г., се определя отново тах допустимото натоварване на ос на пътните превозни средства в t при вътрешен и международен трафик. При единична задвижваща ос то е 11.5 t, а при незадвижваща 10 t. [1]

В страната до този момент няма издаден нормативен документ в който да се укаже използването на конкретен оразмерителен метод при новото оразмерително осово тегло (до сега у нас се работи с 10 t/ос)

В “Указания за проектиране на автомобилни пътища” Част 3 “Оразмеряване на асфалтови пътни конструкции” 1993 г., се допуска оразмеряване с 11.5 t/ос, като избора на метод не е решен еднозначно/допускат се и други/.

В “Норми за проектиране на пътища 2000”, оразмерителният осов товар само е посочен без указания за неговото приложение. (11.5 t за автомагистрала I и II клас и 10 t за III клас и местни пътища)

II. ВИДОВЕ ОРАЗМЕРИТЕЛНИ МЕТОДИ ЗА ПЪТНИ НАСТИЛКИ

Съществува голямо разнообразие от методи, използвани за оразмеряване на пътни настилки. Най-общо те могат да се обособят в две групи – емпирични и аналитични. Границата между тях не е строго фиксирана, защото на базата на строго емпирични методи съществуват усъвършенствувани варианти с аналитични допълнения, а редица аналитични методи са подредени със солиден обем изследвания в реални и лабораторни условия.

II.1. ЕМПИРИЧНИ МЕТОДИ

Типични емпирични методи са CBR и AASHO /САЩ/

Методи CBR от 1929 г. датата на неговото въвеждане до наши дни е претърпял развитие, което го прави един от най-разпространените оразмерителни методи [2] Показателят CBR става особено важна земно механична характеристика защото позволява сравнително бързо коствено установяване на динамичния модул на еластичност (M_r)

$$M_r = 10CBR \quad (1)$$

Уредите за установяване на CBR са доста разпространени у нас, а методиката стандартизирана.

Динамичният модул на еластичност е вследствие отчитане повторяемостта на подвижните товари и показва, че напреженията и деформациите в земната основа са по-малки в сравнение със статичните товари.

При този метод се работи с оразмерителна ос от 8.2 t. Той е използван у нас за оразмерителна ос от 10t и би могъл да се използва и за 11.5 t, обаче поставя въпроси около точното изчисляване на преводните коефициенти f_{es} за различните МПС, използвани в страната.

Методът за оразмеряване на пътните конструкции на Английската пътнo-изследователска лаборатория - Road Note 29 е произведен на класическия метод CBR. [3] При него отново се работи с оразмерителна ос от 8.2 t и се получават добри резултати при горна граница на транспортното натоварване за целия експлоатационен период до 30000000 оси.

При Метода на AASHO се работи с оразмерителна ос от 8.2 t и отново се поставя въпроса за точното изчисляване преводните коефициенти при прехода от 8.2 t към 11.5 t за различните видове МПС.

II. 2. АНАЛИТИЧНИ МЕТОДИ

Към тях могат да се отнесат MS-1 "Design of flexible pavements" The Asphalt Institute '1981 (Метод на Асфалтовия институт на САЩ), Методиката за оразмеряване по допустима еластична деформация (Русия), Метод за оразмеряване на еластично пластични пътнi настилки за автомобили с различно осово тегло (България) и много други. [4] [5]

Методът на Асфалтовия институт на САЩ, 1981 г. се отнася за оразмеряване на нови асфалтови настилки. В него освен собствени изследвания, авторите са използвали и опита от приложението на Метода на AASHTO. За

определяне на натоварването от движението се работи с оразмерителна ос от 8.2 t.

При Методиката за оразмеряване по допустима еластична деформация адаптирана и прилагана дълги години в страната оразмерителната ос е от 10 t.

При Метода за оразмеряване на еластично-пластични пътнi настилки за автомобили с различно осово натоварване са съставени уравнения за изчисляване на еднородни пътнi настилки за оразмерителна интензивност на автомобили с осови тегла 8, 10, 11, 12 и 13 t и е съставено уравнение и методика за оразмеряване на еластично-пластична пътнa настилка.

При този метод се работи с осови тегла много близки до 11,5 t (11 и 12 t) и може да се състави уравнение за новото осово натоварване.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Въпроса за избор на оразмерителен метод за пътнi настилки за натоварване от 11,5 t/ос има много аспекти, които са дискуссионни и трудно могат да се решат еднозначно.

Утвърдените методи за оразмеряване на пътнi настилки, които се използват в страната, могат да се прилагат и за осов товар от 11,5 t при достоверно изчисляване на преводните коефициенти f_{es} .

По-малката разлика между осовия товар залегал в метода и теглото на новата ос е предпоставка за по-точното изчисляване на коефициентите f_{es} .

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

[1] Николов В.А. Възможност за по-точно определяне интензивността на движението по пътищата, сп. Пътища, кн.2/2001

[2] Бойдев В. Развитие на метода CBR за оразмеряване на пътнiте настилки, сп. Пътища 6/1994

[3] Road Research Laboratory, Road Note 29. A guide to Structural Design of Pavements for New Road. London. 1980.

[4] The Asphalt Institute, Thickness. Design of Asphalt Pavements for Highways and Streets(MS-1), 1981, US

[5] Я. Тодорова, К. Асенов. Метод за оразмеряване на еластично пластични пътнi настилки за автомобили с различно осово натоварване. сп. Пътища 9/1990



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЯСТО И РОЛЯ НА РЕЦИКЛИРАНИЯ БАЛАСТ ПРИ ПОДНОВЯВАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ

Милчо Лепоев, Стойо Тодоров

УАСГ, София 1421, бул. “Хр.Смирненски” №1, България

АНОТАЦИЯ

Рециклирането на баласт (трошен камък) с цел повторната му употреба за жп линии има своите безспорни предимства: екологични и икономически. Макар че вече има случаи на полагане на рециклиран баласт в отделни участъци от мрежата на БДЖ по програма ФАР, е необходимо да се изготвят нормативни документи, унифицирани по европейските стандарти, въз основа на резултати, получени от контролни измервания и механичните показатели.

Ключови думи: жп линии, трошен камък, баласт, горно строене.

1.ВЪВЕДЕНИЕ

След продължителна експлоатация в баласта се настрепват замърсители: прах от органичен и неорганичен произход, довяван от вятъра; частици от товарите, превозвани в откритите вагони; стружки от калодките; пясък от спирачната система; масла и гориво от подвижния състав; части от растения и т.н. С течение на времето зърната на трошения камък се трият. От тях се отделя прах, а те губят острите си ръбове. Баласта губи еластичните си свойства [1]. При достигане на замърсяване над 40% по маса се налага пресяване на баластовата призма. Обикновено пресетия баласт се полага отново в пътя, а отсеците остават край линията като отпадък. Понякога те се използват за заздравяване на работни пътеки за кантонерите. До голяма степен тази практика е спорна поради следните причини:

- Пресетият баласт не е с остри ръбове, а смесването му с нов за възстановяване на

формата на баластовата призма не е благоприятно особено ако става дума за скали с различни механични качества.

- Създаването на работни пътеки за кантонерите върху банкетите на земното платно може да наруши отводняването на основната площадка на земното платно и да доведе до задържане на вода под баластовата призма. Това води до увеличаване на слягането и нарушаване на геометрията на железния път.

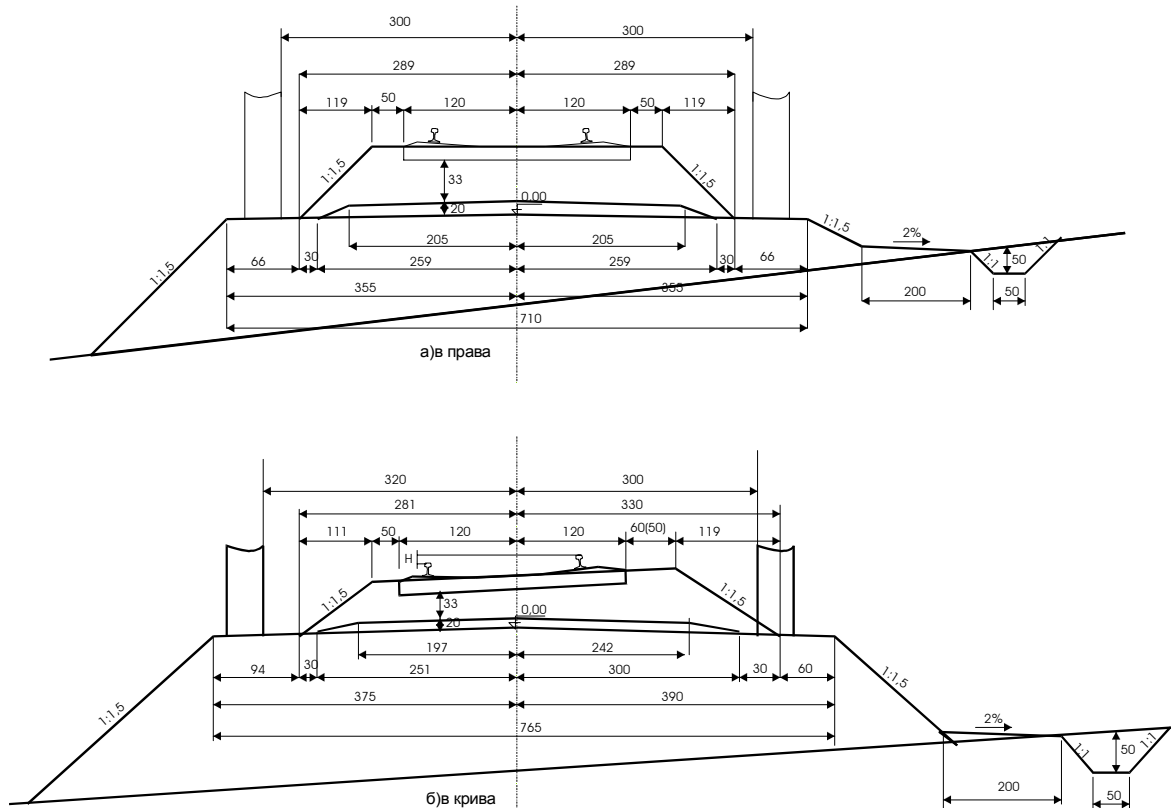
Добре е пресетият баласт да се натроши за да се възстанови ръбестата форма на зърната му. Ломените повърхности трябва да бъдат не по-малко от 50% от повърхността на зърната[1].

Рециклираният баласт в зависимост от зърнометричния състав и якостните характеристики на материала, може да се използва за подложен, защитен и дрениращ слой на земното легло, за пясъчна възглавница и за баласт.

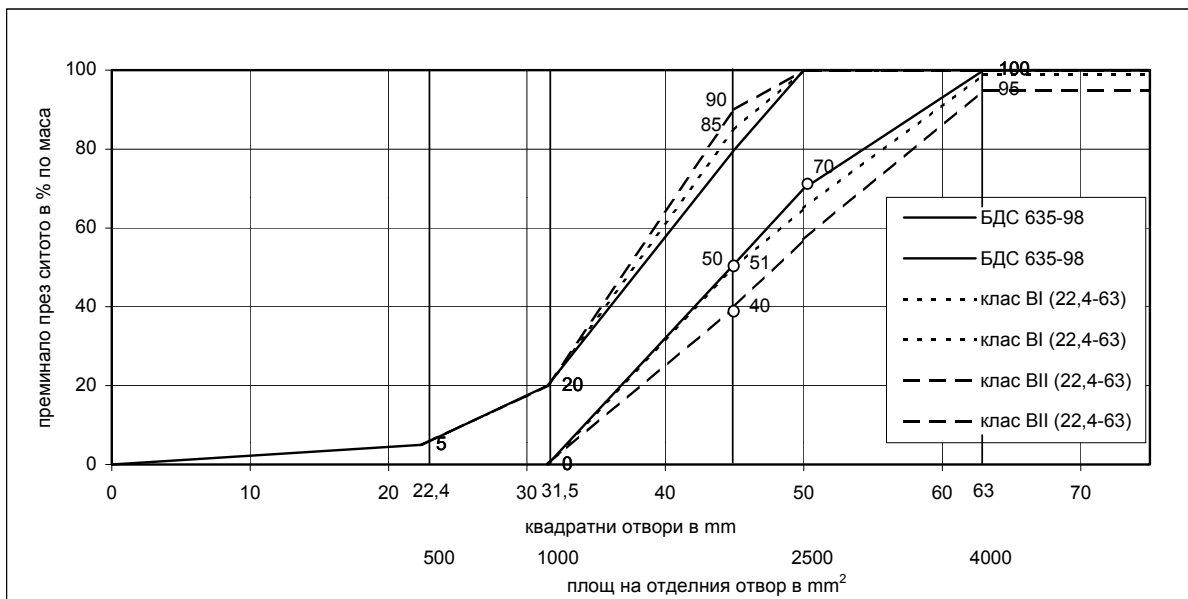
Милчо Лепоев, гл.асистент, УАСГ, кат. “Железници”

Стойо Тодоров, гл.асистент, доктор, УАСГ, кат. “Железници”

София 1421, бул. “Хр.Смирненски” №1



Фиг.1.Напречен профил на на еднопътна жп линия за скорост до 160 km/h в насип [2].



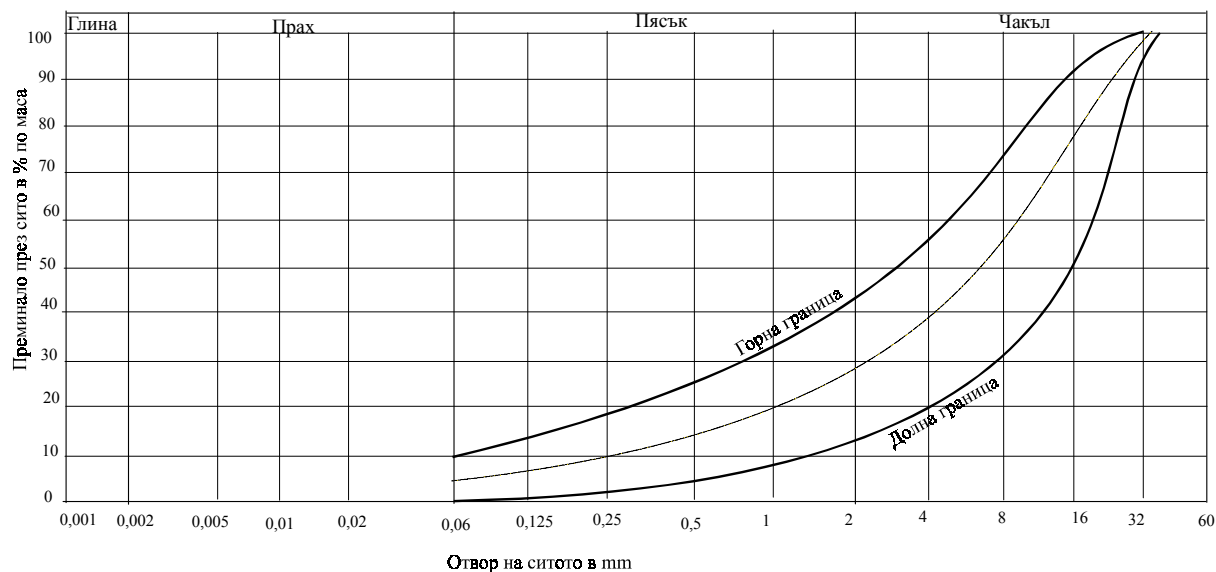
Фиг.2.Зърнометричен състав на трошения камък 22,4-63 mm [4, 5].

2.ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ТРОШЕНИЯ КАМЪК ПРЕДНАЗНАЧЕН ЗА БАЛАСТ

Трошеният камък предназначен за баласт се добива [3] от здрави скали. Те се натрошават и пресяват в кариери. Превозват

се до обекта в хопердозаторни вагони и с автомобили.

Трошеният камък предназначен за баласт трябва да отговаря на стандарта [4] по зърнометричен състав (фиг.2) и якостни характеристики – изпитване с помощта на барабан тип “Лос Анжелос”.



Фиг.3.Зърнометричен състав на инертен материал 0-32 mm.

Големината на зърната се определя в границите 22,4 mm до 63 mm по посочените на фиг.2 зърнометрични криви. 22,4 mm големина на отвора на ситата отговаря на 500mm² площ на отвора на ситото, а 63 mm отговаря на 4000 mm². Границите от 22,4 до 31,5 mm и от 50 до 63mm са задължителни, а в зоната от 31,5 до 50mm – са препоръчителни.

Количеството материал преминал през сито 22,4mm не трябва да бъде повече от 5% от общата маса, в това число и 1% прахообразни частици. Зърната с размери 100mm и повече независимо, че са преминали през сито с отвори 63 mm не трябва да са повече от 5% от общата маса [4].

3.УПОТРЕБА НА РЕЦИКЛИРАНИЯ БАЛАСТ

Въз основа на натрупания опит на обекта в Зимница [6] и на международния такъв са разработени правила за използване на рециклирания баласт [5, 7].

При планиране на работите се изпитват механичните качества на съществуващия баласт. Въз основа на получените резултати се прави преценка на възможността за повторно използване на материала и се прецизира начина на рециклиране.

При пресяването на стария баласт се отделят две фракции: 0-32mm и 22,4-64mm.

Фракцията 0-32mm (фиг.3) се използва за изграждането на защитен заздравяващ пласт с дебелина не по-малка от 200mm, изпълняващ ролята на дренаращ и противозамръзващ

слой. Той покрива короната на насипа (съответно на земното легло в изкоп) и оформя основната площадка.

Фракцията 22,4-63mm, добита от стар баласт чрез неговото натрошаване и пресяване в съоръжения за рециклиране, се използва за изграждане на пълен профил на баластовата призма при проектни скорости до 90km/h и като долен слой с дебелина 250mm при проектни скорости до 160km/h.

Рециклирания баласт, в зависимост от зърнометричната си крива (фиг.2) и якостните качества, се разделя на два класа: VI и VII. Клас VI се използва за линии 1 до 4 категория [2] с приведено товаронапрежение над 7,3 млн. т/год, а клас VII за жп линии 5 и 6 категория с приведено товаронапрежение до 7,3 млн.т/год. и за гарови коловози. Изискванията към рециклирания баласт са като към нов.

Количеството на частиците от чужд произход не трябва да бъде повече от 0,25% от общата маса на баласта за клас VI и 0,50% за клас VII. Изпитването на износоустойчивостта с барабан “Лос Анжелос” е като при нов баласт. Загубата по маса не трябва да превишат 24% за баласт VI и 30% за баласт VII.

Количеството на остроръбестите зърна или на тези с новоотломени повърхности не трябва да бъде по-малко от 75% за баласт VI и 70% за баласт VII.

На фиг.3 са нанесени стойностите на измерванията [6] от обект “Зимница” извършени на 15.03.2001г., чийто изпълнител е фирма RES Bulgaria AD.

При започване на работите се прави оглед на баласта. Определят се визуално участъците с най-замърсен баласт. Вземат се проби. Въз основа на изпитването се определя:

- качеството на материала на стария баласт;
- съдържанието на вредни за околната среда вещества;
- методът на рециклиране;
- необходимостта от нов баласт за оформяне на баластовата призма.

5.ИЗВОДИ

Използването на рециклирания баласт има екологичен и икономически ефект:

-Екологичният ефект се състои в това, че от една страна не се въздейства върху природната среда и не се нарушават природните богатства, а от друга се намалява замърсяването от изхвърлянето на отсеквите. При рециклирането на стария баласт до 10% е негоден за повторно използване.

-Икономическият ефект се състои от намаляване и минимизиране на транспортните разходи поради това, че линията за рециклиране е мобилна и се инсталира на самия обект. Цената на рециклирания баласт е

по-ниска от новия и се съпровожда със сертификат за качество.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Иванов Г., Горно строене и поддържане на железния път, Техника, 1980г., София
- [2] Технически норми за устройство и поддържане на горното строене на нормалните жп линии, БДЖ, 1994г., София
- [3] Лепоев М., Папазов Т., Концепция за понататъшно използване на баласта за жп линии на БДЖ, сп. "Железопътен транспорт", 3/2000, София
- [4] Камък трошен (баласт) за жп линии, БДС 635-98, София
- [5] Камък трошен (баласт), рециклиран за жп линии фракции от 22,4 mm до 63 mm, ТС - БДЖ 02.07.2001, София
- [6] Regained material recycling, rst Zimnica, base RES Bulgaria Ad, Brno, march 2001
- [7] Камък трошен рециклиран за конструктивни пластове на земното платно на жп линии фракции от 0 mm до 32 mm, ТС - БДЖ 02.07.2001, София.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАЗПОЛОЖЕНИЕТО НА РАЗМЕННИТЕ ГАРИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИЯ И ЕЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА ЖП ЛИНИИ

Стойо Тодоров

УАСГ, София 1111, бул. “Хр.Смирненски” №1, България

АНОТАЦИЯ

Разположението на разменните гари по протежение на жп линията осигурява: разминаване и задминаване на влаковете при минимално изчакване; оптимална пропускателна и превозна способност на линията; максимална скорост на движение, съобразена с дължината на междугарията и категорията на влаковете. При реконструкция и смяна на вида на тягата се променят разчетната и максимална скорост на локомотива; масата на товарния влак. Това може да доведе до промяна на времетраенето и нарушаване на идентичността на съседните междугария.

Ключови думи: жп линии, проектиране, реконструкция, електрификация.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Разположението на междинните гари се съобразява с възможностите на подвижния състав, вида на тягата и необходимата пропускателна способност на жп участъка. Реконструкцията на жп линии, съчетано с електрификация, води най-често до скъсяване на линията в отделните междугария, намаляване на максималните надлъжни наклони и повишаване на средната скорост на движение.

Въпросът е актуален във връзка с електрификацията на жп участъка Пловдив-Свиленград. Участъкът е строен през средата на XIX век за парна тяга. Правени са му реконструкции за преминаване към дизелова тяга, но разположението на гарите е останало от времето на барон Хирш. Предстои реконструкция и електрификация, и отново се

поставя въпросът за мястото и ролята на гарите в участъка.

2. РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА РАЗМЕННИТЕ ГАРИ

Още класиците в разработването на теорията на проектирането на железопътни линии [1, 2] определят основните влияния върху разположението на разменните гари по дължината на еднопътна линия:

-Проектиране на плана и профила на гаровите площадки и подходите към тях.

-Строителна стойност на линията – дължина на линията, обем на строителните работи и стойността на линията в зависимост от броя на гарите.

-Експлоатационна стойност – според техническата и участъковата скорост, и общото времетраене.

-Икономически – експлоатационни разходи от загуба на време при спиране и потегляне, увеличени разходи за гориво и т.н.

Основните изисквания [1, 3] към разположението на разменните гари са:

-Гарите да са близо до населени места и промишлени или селскостопански центрове, свързани с удобни пътища.

-Гарите да са в прав и хоризонтален участък с осигурени участъци за потегляне на влака от място край тях.

-Разположението на гарите по новостроящи се линии да е стандартно, така че да се осигури общомрежовата пропускателна способност за страната. За такава се е приемала 24 чифта влака за денонощие.

-Разчетната пропускателна способност трябва да отговаря на перспективното натоварване, за да се осигури резерв за бъдещо нарастване на превозите.

-За икономия предварително може да се предвидят само гарови площадки, а впоследствие да се развият в гари.

Разстоянията между гарите и влиянието му върху пропускателната и превозна способност най-общо може да се изследва [1, 4] чрез изменението на строителните и експлоатационните разходи.

При малки разстояния между разменните гари се създава резерв от пропускателна способност, но се увеличава стойността на линията: повече гари, по-голяма дължина на линията, по-малко използване на максималните надлъжни наклони. Експлоатационните разходи се увеличават при голяма интензивност на движението: повече спираня и потегляния, намаляване на участъковата скорост, увеличаване на разхода на гориво, голямо износване на подвижния състав и пътя.

При голямо разстояние между гарите се намалява стойността на линията, но се намалява и резерва на пропускателната способност на линията. Следователно по-бързо ще се запълни графика за движение и ще нараснат по-бързо експлоатационните разходи. Ще се наложи по-скоро реконструкция на линията.

Сумарната стойност на експлоатационните и строителните разходи има минимум [1]. Той е в интервала 8-12 km дължина на междугариято.

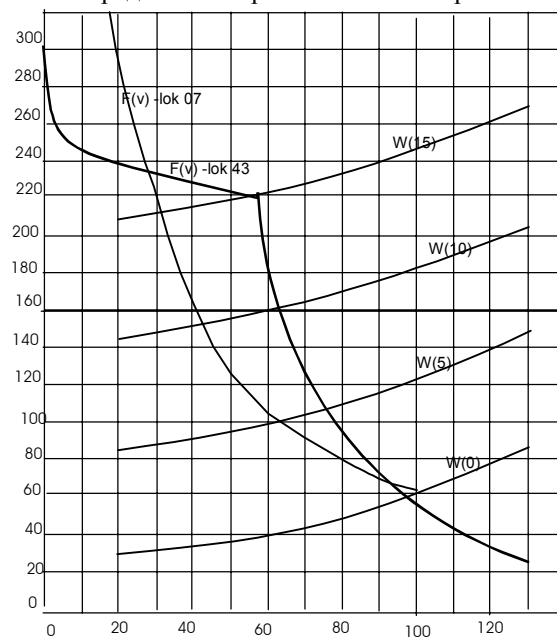
3.ОСНОВНИ ФАКТОРИ, ОПРЕДЕЛЯЩИ РАЗПОЛОЖЕНИЕТО НА РАЗМЕННИТЕ ГАРИ

Изпълнението на изискванията за разположението на разменните гари по дължината на линията се определя от:

- вида на тягата;
- разчетната и максимална скорост на локомотива и средната скорост на влака;
- масата на товарните влакове;
- идентичност на съседните междугария;
- реконструкция на съседните междугария.

Видът на тягата има комплексно влияние. Той влияе чрез различната разчетна разчетна и максимална скорост на влака, различната разчетна маса на товарния влак. На фиг.1 са дадени за пример теглителните характеристики на дизелов и електрически локомотив, пресечени с пълната съпротивителна сила на товарен влак, преодоляващ надлъжен наклон с големина 0‰, 5‰, 10‰ и 15‰.

Фиг.1.Определяне на равновесните скорости влак



теглен от дизелов и електрически локомотив по съответен надлъжен наклон

Установява се, че равновесната скорост при преминаване от дизелова към електрическа тяга се увеличава с 10 до 20 km/h в зависимост от големината на надлъжния наклон.

Идентичността I на съседните междугария се определя [2, 4] от отношението на средното T_{cp} към максималното време T_{max} за участъка. Проверката му не е задължителна,

но за благоприятно се счита $I=0,85-0,90$ [4]. При стойности под 0,75 се препоръчва [2] промяна на местоположението на гарите, ако е възможно. При надлъжни наклони по-големи от 12‰ решенията са индивидуални.

За двупътни линии междинните гари служат за :

- изпреварване на влакове (пътническите изпреварват товарните);
- преминаване от единия път в другия.

Разположението им се определя от съотношението между времепътуването на пътническите $t_{п}$ и товарни $t_{т}$ влакове и разчетния интервал (И) между товарните влакове. Разчетния интервал и

времепътуванията се избират така, че изчакването да е минимално. Оказва се, че най-благоприятното времепътуване [2] между междинните гари се получава, когато то е равно на интервала между товарните влакове (И) иликратно на него.

4. ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА УЧАСТЪКА ПЛОВДИВ-СВИЛЕНГРАД

На участъка Пловдив –Свиленград му предстои реконструкция и електрификация. Сегашното разположение на междугарията и времепътуването, съгласно книжка-разписание [5] е подредено в таблица 1.

Междугария – дължина и времепътуване

Таблица 1

Гара	Сви-Лц	Лц-Х	Х-Сим	Сим-Нд	Нд-Дг	Дг-Яб	Яб-Ск	Ск-Прм	Прм-Поп	Поп-Сад	Сад-Кр	Кр-По	Общо
Разстояние, km	11,2	16,4	15,2	10,9	12,1	13,0	7,3	12,4	15,4	10,4	11,2	8,3	143,9
Времеп.(пътн) Пд-Сви	11	19	15	13	16	14	9	13	15	12	14	10	161(90)
Тов. По-Сви	14	24	21	13	15	18	11	13	17	11	13	13	183
Пътн. Сви-По	11	18	16	13	16	13	9	13	16	11	14	10	160(42)
Тов. Сви-По	13	20	18	14	15	18	11	13	17	11	13	13	176

Най-дългото времепътуване в междугарията Харманли-Любимец (16,4 km) е 18-19 min за пътнически влак и 20-24 min за товарен влак. Различните стойности на времепътуването са съответно за четно и нечетно направление.

Идентичността на междугарията за товарен и съответно пътнически влак се получава:

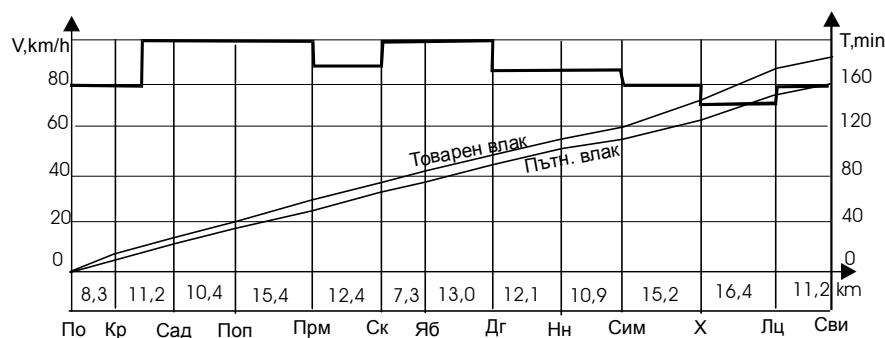
$$I_n = \frac{T_{cp}}{T_{max}} = \frac{13,4}{19} = 0,705 \quad (1)$$

$$I_m = \frac{T_{cp}}{T_{max}} = \frac{15}{24} = 0,625 \quad (2)$$

Меродавно е изчислението за товарен влак, защото товарното движение е преобладаващо. Следователно коефициента на идентичност на

междугарията не е в благоприятните стойности 0,85-0,90. За да се подобри е необходимо двете най-големи междугария Симеоновград-Харманли 15,2km и Харманли-Любимец 16,4km да се редуцират. Това може да стане с преместване на г.Харманли към града за да се намали междугарията Симеоновград-Харманли с 2-3km и развитие на нова разменна гара на мястото на съществуващата спирка Бисер между Харманли и Любимец.

На фиг.2 са дадени времепътуването за товарен и пътнически влак [5] без отчитане на гаровите интервали при съществуващата дизелова тяга.



Фиг.2.Времепътуване и максимална скорост в междугарията на участъка Пловдив-Свиленград.

На фиг.2 са нанесени и максималните скорости на движение, съгласно книжка-разписание. Равнинният терен определя, че надлъжните наклони над 10‰ са едва 3,39%. Следователно времепътуването се определя основно от максимално-допустимата скорост и дължина на междугариято. Чистото времепътуване на пътническите и товарни влакове е почти еднакво с разлика от едва 20min при 3 часа чисто времепътуване.

5.ИЗВОДИ

Направеният анализ на факторите, влияещи върху разположението на разменните гари по дължината на линията води до редица изводи имащи отношение към конкретния участък Пловдив-Свиленград:

-Настоящата реконструкция и електрификация на участъка ще имат повисок ефект, ако се подобри идентичността на междугарията. Добре е да се открие разменна гара Бисер в най-дългото междугарие Харманли-Любимец, включително и с преместване на г. Харманли в посока към г.Симеоновград.

-Ефектът от електрификацията на участъка Пловдив-Свиленград ще доведе до увеличаване на средната скорост на движение на товарните влакове до 20 km/h. Ефектът ще се усили само чрез увеличаване на максималната скорост в междугарията, зависеща от минималния радиус.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Горинов А.В., Проектирование железных дорог, I т., Трансжелдориздат, 1948г., Москва.
- [2] Турбин И.В., Гавриленков А.В., Кантор И.И. и др., Изыскания и проектирование железных дорог, Транспорт, 1989г., Москва.
- [3] Червенияков Б.И., Генчев М.Н., Киров Т.Н., Изучаване, проектиране и строеж на жп линии, Техника, 1964 г., София.
- [4] Димитров Т.К., Тотев Й.И., Събев М.П., Железопътно строителство, УАСГ, 1991г., София
- [5] Разписание за движение на влаковете по железопътните линии, БДЖ,2000 г.,София.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЕТОДИКА ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА КОЛИЧЕСТВОТО НА ЗЕМНИТЕ МАСИ ПРИ СРАВНЕНИЕ НА ПРОЕКТНИ ВАРИАНТИ НА ЖП ЛИНИИ

Стойо Тодоров

УАСГ, София 1421, бул. “Хр.Смирненски” №1, България

АНОТАЦИЯ

На базата на оптимизирането на количеството на земните маси се определя положението на нивелетната линия при сравнение на конкурентни варианти. Методиката е част от общо оптимизиране на нивелетната линия по строителни и експлоатационни разходи. Главните предимства на методиката са прецизното формулиране на задачата, изследване на основните фактори и възможността за съставяне на ефективноработещ алгоритъм и компютърна програма.

Ключови думи: жп линии, проектиране, оптимизация, земни работи.

1.ВЪВЕДЕНИЕ

Определянето на количеството на земните маси и тяхното оптимално разположение по трасето на железопътната линия е важна задача, която е вълнувала умовете на проектантите и строителите още в зората на железопътното строителство. Задачата е с много решения. Факторите от които зависи - също. Във връзка с компютърното проектиране на надлъжния профил и трасето на линията, въпросът за оптималното разпределение на земните маси придобива нова актуалност.

Целта е да се създаде методика за оптимално проектиране на нивелетната линия така, че земните работи да бъдат минимални. Опити в тази посока са правени много, подходите са различни.

Има много методи за определяне на обема на земните работи. Известни са формули, позволяващи да се определи обема на земните

маси чрез типови напречни профили с и без отчитане на наклона на терена. Работи се с графики, номограми и таблици [1]. При работен проект се строят конкретни напречни профили през определено разстояние за точно определяне на количеството на земните маси.

Изравняването на земните маси дава възможност да се определи:

- технологията за изпълнението на земните работи;
- избора на необходимия фронт на работа, съобразен с наличната механизация;
- оптимален график за изпълнение на строителството и т.н.

2.ИЗЯСНЯВАНЕ НА ЗАДАЧАТА

В зависимост от етапа на проектирането изискванията за точност и прецизност на решението са различни.

При сравнението на конкурентни варианти се определят строителните и експлоатационните разходи. На базата на срока за откупуване на допълнително вложените при строителството средства или сравнение по приведени разходи и с отчитане на етапността на строителството се избира най-добрият вариант.

Важна и съществена част от строителните разходи се пада на разходите за изпълнение на земните работи. Определянето на обема на земните маси става по приблизителни методи с използването на таблици, номограми и графики, а остойностяването им чрез уедрени цени по видове работи. Целта на методиката е при определяне на положението на нивелетната линия в отделните варианти да се потърси и известно оптимизиране на количеството на земните маси. Това означава да се определи обема на земните маси, участъците за изравняване, средните транспортни разстройства и т.н. Ако се работи ръчно, то работата е много трудоемка, Ако методиката се състави така, че да е пригодна за използване с компютър, то времето за работа се определя от времето за въвеждане на данните, а самото решение става за минути.

Особеностите на решението са:

- Да е пригодно за решение с компютър. Методите за определяне на площта на напречните профили, на обема на земните маси и т. н., трябва да бъдат аналитични.

- Описанието на терена, характеристиките на профилите трябва да бъдат изразени с математически формули с възможно по-малко независими променливи.

3. СЪСТАВЯНЕ НА ЦЕЛЕВА ФУНКЦИЯ И ИЗБОР НА УПРАВЛЯВАЩИ ПРОМЕНЛИВИ

За да се извърши оптимизация трябва да се изяснят елементите и променливите, от които зависи:

- Характер на терена и категория на почвата. В зависимост от целта се използват

При насип

$$\begin{aligned} F_n &= n_1 h^2 + Bh & h &\leq 4m \\ F_n &= 4(B + 4n_1) + (h - 4)(B + 4n_1 + n_2(h - 4)) & 4 < h &\leq 8m \\ F_n &= 4(B + 4n_1) + 4(B + 4n_1 + 4n_2) + (h - 8)(B + 4n_1 + 4n_2 + n_3(h - 8)) & 8 < h &\leq 12m \end{aligned} \quad (1)$$

където

n_1, n_2, n_3 – откос на насипа, съгласно вида на почвата;

h – височина на насипа

B – ширина на земното платно. За първа категория жп линия за скорост до 160 km/h $B=7,10m$ за права $B=7,65m$ за крива.

надлъжен и напречен наклон на терена спрямо оста на железния път. Може да се зададе като част от цифров модел на терена или като константа, показваща общия характер на терена.

- Ръководящият наклон на линията, максималната скорост, категорията на жп линията, ширината на основната площадка на земното платно, минималната дължина на елемент от нивелетата и други, зависещи от категорията на жп линията са константи.

Възможно е характеристиките на линията да се представят чрез променливи координати:

ℓ – разстояние, измервано от началото на участъка;

h – височина на насипа или дълбочина на изкопа.

Всички останали елементи са или константи или могат да се представят чрез ℓ и h .

Методиката включва:

1. Инженерно-геоложки данни за категорията на почвата. Целта е да се определи дали почвата от изкопите става за направа на насипи. Какви да бъдат откосите на насипите и изкопите? Къде са най-близките кариери за направа на насипите в заем и подходящите терени за депониране на изкопите за депо.

2. Избиране на границите на участъците за самостоятелно изравняване: големи гари, мостове, тунели и т.н. участъци, през които не е изгодно да се извършват транспортни работи поради прекомерното удължаване на пътя.

3. Определяне на площта на напречните сечения.

3.1. При равнинен терен и височина на насипи и изкопи до 12 m [2] чрез типови напречни профили (фиг. 1):

При различен наклон на откосите, може да се използват формули (1) и (2).

За изкоп

$$F_u = (B + 3,70)t + mt^2 + f \quad t \leq 6m$$

$$F_u = 6(B + 3,70) + m6^2 + (B + 9,70)(t - 6) + m(t - 6)^2 + f \quad 6 < t \leq 12m \quad (2)$$

където:

t – дълбочина на изкопите в m .

m – откос на изкопа. Константа, зависеща от вида на почвата. При несвързани почви $m=1,5$.

f – площ на отводнителната канавка $f=0,75m^2$.

3.2. При наклонен терен към формули (1) и (2) се добавя поправка, отчитаща наклона на терена или се строят конкретни напречни профили за всяка точка. Площта на напречното им сечение може да се намери по формула, приложима за всяко затворено сечение:

$$F = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i-1} + y_{i-1}) \quad (3)$$

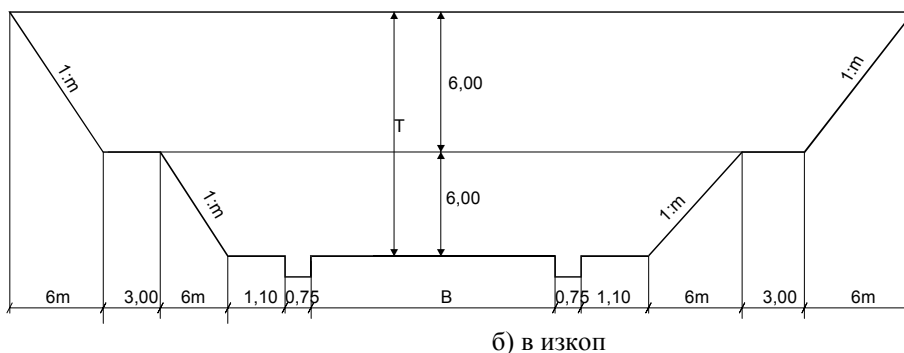
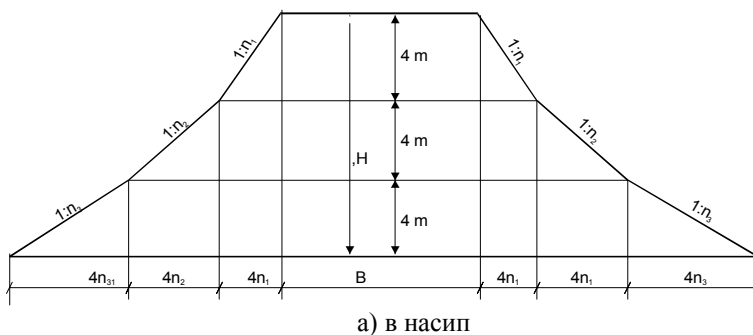
където:

F – площ на напречното сечение на насипа или изкопа в m^2 .

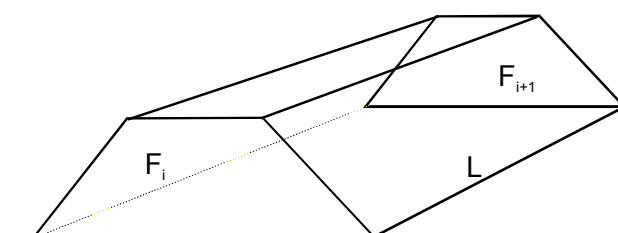
x_i, y_i – координати на характерна точка i от напречния профил така, че да се получи затворена фигура с n последователни точки.

4. Определяне на обема V в m^3 на участъците между профилите.

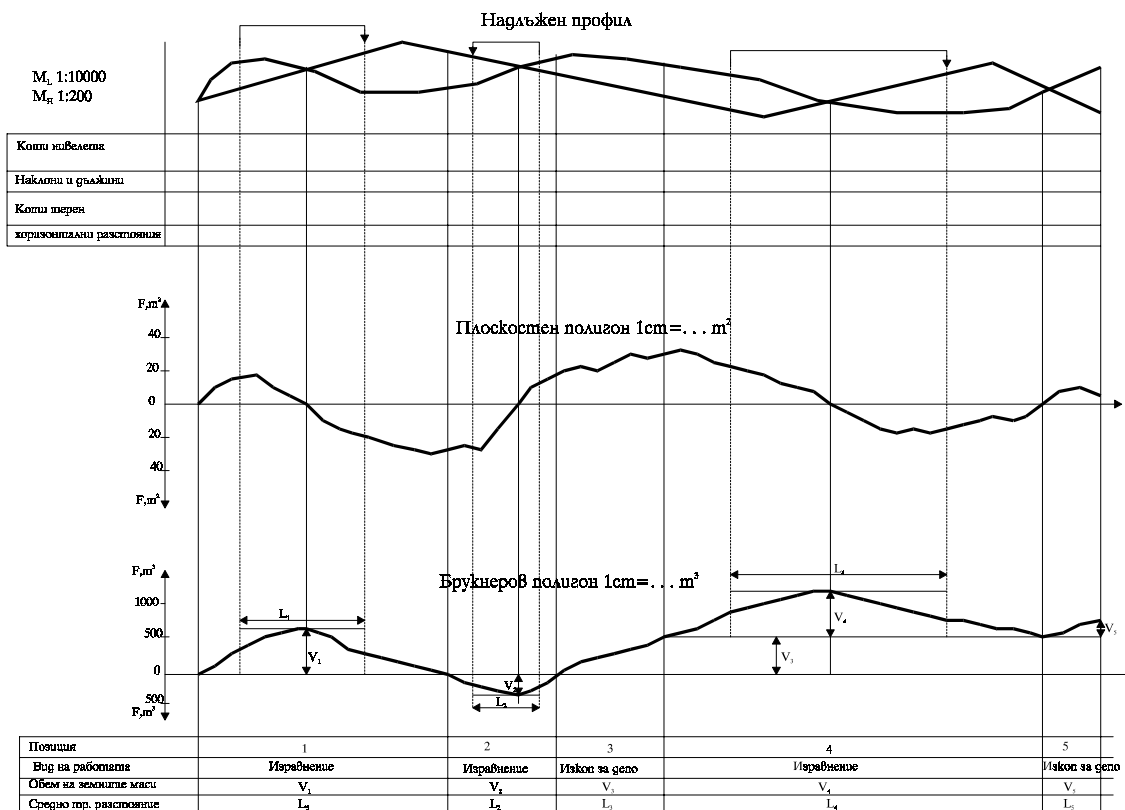
4.1. Ако теренът е равнинен, то участъците между профилите могат да се разглеждат, като пресечени призми (фиг.2).



фиг.1. Типови напречни профили БДС 177



Фиг.2. Определяне на обема на земните маси при равнинен терен.



Фиг.3 Брукнеров полигон.

$$V = \left(\frac{F_{i+1} + F_i}{2} \right) \ell_i \quad (4)$$

където:

ℓ_i – разстояние между профилите i и $i+1$ в m.

4.2. При неравен терен с твърде различни работни разлики в отделните точки на надлъжния профил трябва да се отчете влиянието на терена, чрез разделяне на разстоянието на равни интервали с няколко напречни профила. Може да се използва [1]:

-формулата на трапеците:

$$V \cong \frac{h}{2} (F_0 + 2F_1 + 2F_2 + 2F_3 + 2F_4 + 2F_5 + F_6) \quad (5)$$

-формулата на Симпсон:

$$V \cong \frac{h}{3} (F_0 + 4F_1 + 2F_2 + 4F_3 + 2F_4 + 4F_5 + F_6) \quad (6)$$

5. Построяване на Брукнеров полигон (фиг.3) за участъка в неявен вид.

6. Изравняване на Брукнеровия полигон за всеки отделен участък съгласно основните му свойства.

7. Определяне на “транспортния момент” – обем по средно транспортно разстояние.

8. Промяна на положението на нивелетната линия при спазване на основните правила за проектирането и като: минимална дължина на елемент от нивелетната линия, максимален надлъжен наклон в права и крива, максимална големина на чупката и т.н.

След натрупването на няколко стойности (минимум три) на “транспортния момент” се уточнява, къде се намира минимума. С последователни стъпки се уточнява минимума в рамките на зададената точност.

Така оптимизираните по количество на земните маси конкурентни варианти се сравняват по строително-експлоатационни разходи.

4. ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ

Предложената методика за оптимизиране на количеството на земните маси при сравнение на проектни варианти на железопътни линии е част от сравнение на проектни варианти по строително-експлоатационни разходи. Главните предимства на методиката са:

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

-Още на този ранен етап на проектиране на нивелетната линия на надлъжните профили на конкурентни варианти се прави оптимизация на положението ѝ по количество на земните маси.

-Методиката е изцяло аналитична, което дава възможност за компютърна обработка.

-Точността на методиката зависи от сложността на терена и е недостатъчна за изработване на проект за организация и изпълнение на строителството.

Предимствата на методиката определят и главния ѝ недостатък. Не може да се използва за ръчно проектиране, защото е твърде трудоемка. Формули (3), (5) и (6) са подходящи най-вече за компютърна обработка.

5.ИЗВОДИ

Методиката за оптимизиране на количеството на земните маси при избиране на положението на нивелетната линия при сравнение на проектни варианти има своето място при проектирането на жп линии:

-В нея се съдържат елементи, характерни за предварителните проучвания и за изработването на работен проект. Това позволява на един ранен етап да се държи сметка за работния проект, а от там и да се вземе по-целесъобразно и обосновано решение кой да бъде избрания вариант.

-Методиката е съставена така, че решенията да бъдат аналитични и лесно да се преработят в алгоритъм и модул от компютърна програма.

-Точността на методиката не отстъпва на съществуващите решения, а вариантноста при отчитането на влиянието на терена дава по-точно и обосновано решение.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Турбин И.В., Гавриленков А.В., Кантор И.И. и др., Изыскания и проектирование железных дорог, Транспорт, 1989г., Москва.
- [2] Костов Т., Тотев Й., Учебно-методично ръководство по железопъно дело, ВИСИ, 1971г., София

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Компютърна мрежа

ВТУ "Т.Каблешков" разполага със съвременна компютърна техника, която е разположена в шест зали, свързани в локална мрежа и с Интернет. Студентите се обучават да работят с документи, електронни таблици, бази данни, графичен интерфейс, компютърни системи и мрежи. В тези зали се провеждат занятия по програмиране и специални дисциплини. Техниката се използва и за разработва на курсови проекти, курсови задачи и дипломни работи. Ресурсите на локалната мрежа и Интернет са достъпни в студентските общежития и за личните компютри на студентите.

Computer network

The Higher School of Transport has six computer rooms with modern computer equipment connected in a local network and with Internet. Students are taught to work with word processing software, electronic tables, database, graphic interface, computer systems and networks. These rooms are used for classes in computer programming and in special subjects. The equipment is also available for students to develop their term projects and diploma papers. The local network resources and Internet are accessible to students' personal computers in the School campus hostels.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОСОБЕНИ МЕСТА В КОЛОВОЗНИТЕ РАЗВИТИЯ

ДАРИНА НИТОВА

ВТУ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ”, ул. “Гео Милев” № 158, 1574 СОФИЯ

АНОТАЦИЯ

В доклада са разгледани причините, които биха довели до скачване на буферите на возилата при преминаване през особени места в коловозните развития. Посочени са всички възможни случаи в конструкцията на железния път, създаващи условия за това. Дадени са данни за возилата и начина за проверяване спазването на условието за недопускане скачване на буферите на два съседни вагона в състава на влака. Направени са необходимите изводи за правилното построяване на коловозните развития и на возилата.

Ключови думи: “скачване на буфери”, “дерайлиране на возила”, “коловозни развития”

При конструирането на локомотивите и вагоните и при построяването на железния път са спазени строго определени норми и изисквания, които осигуряват безопасно движение на влаковете. Това важи и в границите на допустимите толеранси за износване през време на експлоатация, както за пътя, така и за возилата. Безопасността на движението зависи също от изправността на железния път и возилата, от взаимното разположение на железопътните стрелки, хоризонталните криви и контракриви и правите участъци между тях и други.

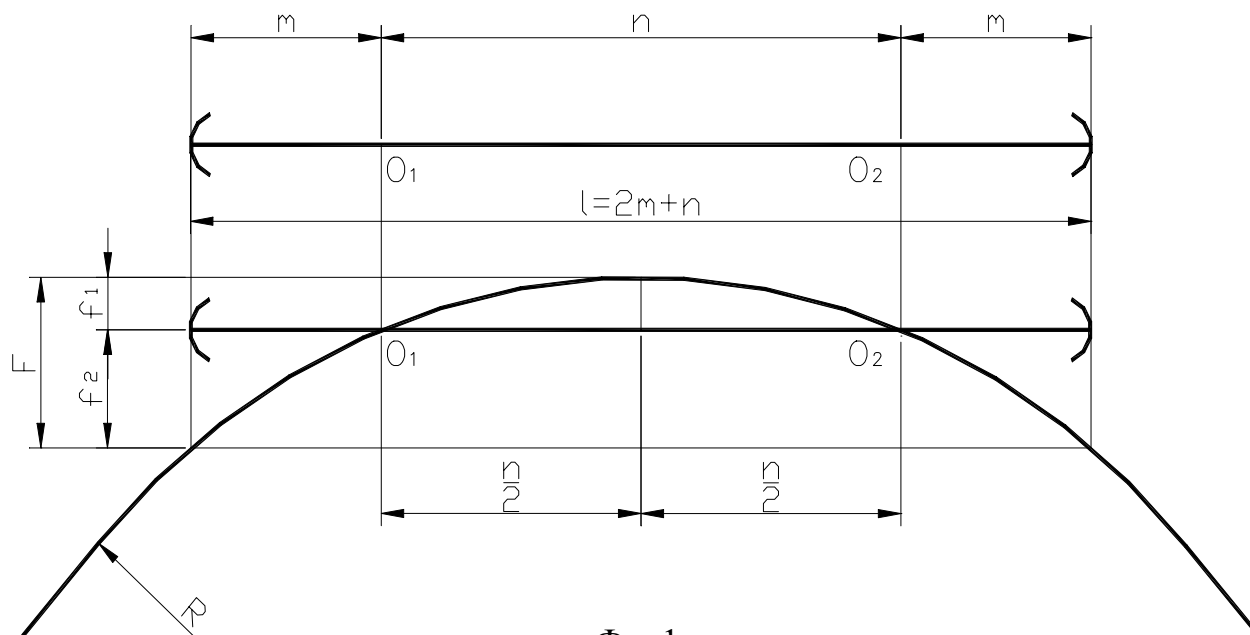
Въпреки казаното съществуват в експлоатация още особени места в коловозните развития, които биха довели до скачване на буферите на някои вагони при преминаване на влакове или маневрени състави през тях. Такива места са останали още от построяването на гарите и други коловозни развития и тяхното преустройство е отлагано поради трудности от местен характер и нуждата от големи капиталовложения. При всички тях не са спазени “Технически норми за горно строене на железния път” от 1957 г. и тези от 1991 г.

При удвояването на железопътните линии извършените в някои гари реконструкции са довели до преустройството на много от тези особени места, но въпреки това са останали в експлоатация много такива. За някои от тези места са наложени условия за преминаване на влаковете и маневрените състави през тях, за други са затворени гарови коловози и се използват само едностранно като челни (най-често за гаражни), а за трети се чака предстоящо преустройство.

В следващото изложение ще се разгледат случаите и условията за скачване на буферите на возилата при преминаване през контракриви, с цел да се установят такива особени места и направи необходимото за недопускане на бракове, аварии и катастрофи.

Ако един вагон с дължина l от буфер до буфер се движи в хоризонтална крива с радиус R , то неговата рама остава в права, която се завърта около точките O_1 и O_2 .

Последните са местата на осите на двуосен вагон, респективно на централните болтове на талигите на четириосен вагон (фиг. 1)



Фиг. 1

При вписване на вагона в кривата крайните му части (буферите) се изместват навън от оста на железния път, а средата на вагона се измества навътре към центъра на кривата. Точките O_1 и O_2 не се изместват и се движат по оста на железния път.

Големината на изместванията може да се определи по формулата даваща връзка между флеш и хорда при кръгова крива с радиус R :

$$f_1 = \frac{n^2}{8R}, \quad F = \frac{l^2}{8R} \quad (1)$$

От фиг. 1 се вижда, че:

$$f_2 = F - f_1 = \frac{l^2}{8R} - \frac{n^2}{8R} = \frac{l^2 - n^2}{8R} \quad (2)$$

Като се знаят данните за едно возило (n, l) и радиуса на кривата R , през която преминава същото, тогава по формула (2) може да се определи изместването на оста на возилото (респ. изместването на оста на буферите) от положението в права към външната страна на кривата. Тук са възможни два случая: при еднопосочни криви и при контракриви.

а/ При еднопосочни криви разстоянието между осите на буферите на две съседни возила ще бъде равно на разликата между техните измествания, а именно

$$f = f_2' - f_2''$$

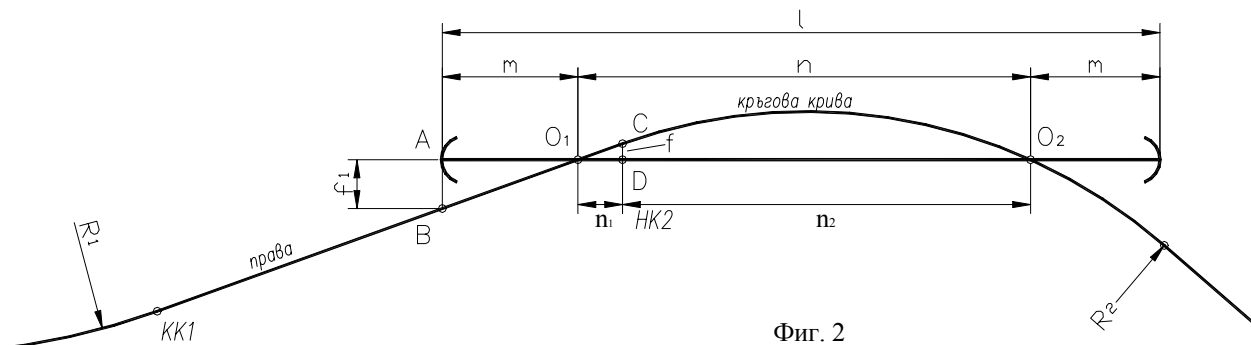
допирната точка на двете криви $KK_1 \equiv HK_2$. Ако возилата се вписват в една и съща крива и имат еднакви характеристики (n, l), то между осите на буферите им няма да има изместване, т.е. все едно, че те се движат в права.

б/ Ако возилата се движат в контракриви без междинна права, тогава изместването (разминаването) на осите на буферите на съседните возила, когато едно возило се вписва в едната крива, а другото - в другата, ще бъде равно на сбора от изместванията на всяко возило, т.е.

$$f = f_2' + f_2''$$

При този случай на вписване на возилата осите на буферите им максимално се разминават в точката $KK_1 \equiv HK_2$, от което произлиза и опасността от скачване на буферите. Последното причинява дерайлиране на возилата (по-често на полекото возило) при навлизането им в права. Този случай в коловозните развития е най-опасен и не трябва да се допуска.

в/ Когато между двете контракриви се постави права с дължина по-голяма от разстоянието $2m$, то изместването на осите на буферите на возилата значително се намалява и зависи от разположението на возилата в кривата с по-малкия радиус и правата (фиг.2). Най-голямата стойност на изместването се получава в точката начало крива и може да се изчисли от формулата за флеша при преминаване от права в крива без преходна крива (фиг.2), а именно:



Фиг. 2

$$f = \frac{n_1 \cdot n_2^2}{2R(n_1 + n_2)} = \frac{n_1 \cdot n_2^2}{2Rn} \quad (3)$$

където:

n – разстоянието между осите на двuosен вагон или разстоянието между централните болтове на четириосен вагон с талиги;

n_1 - частта от разстоянието n , която се намира в права;

n_2 - частта от разстоянието n , която се намира в кривата с по-малкия радиус;

R – радиус на същата крива.

От подобие на триъгълниците ABO_1 и CDO_1 на фиг.2 получаваме:

$$\frac{f_1}{m} = \frac{f}{n_1},$$

откъдето изместването на осите на буферите е:

$$f_1 = f \frac{m}{n_1} \quad (4).$$

Изчислените по формула (2) измествания на осите на буферите спрямо оста на пътя на някои возила движещи се по мрежата на БДЖ, за често използвани радиуси на криви, са дадени в таблица 1, а също и диаметрите на дисковете на техните буфери.

Когато контракривите имат и преходни криви се получават по-малки измествания на осите на буферите на возилата спрямо оста на железния път, което е по-благоприятно за безопасността на движението.

В таблица 2 са направени изчисления по формула (4) за изместване на осите на буферите

на пътнически вагон (позиция 8 от таблица 1) при навлизане от крива с даден радиус в права с дължина от 4,80 до 8,80 м.

Описаният начин за определяне изместването на осите на буферите спрямо оста на железния път при движението на возилата в крива и при преминаване от крива без преходни криви в права е чисто геометричен. Тук не са взети под внимание допустимите толеранси в железния път и возилата и техните сработвания, а практически са пренебрегнати без това да се отрази на точността на изчисленията.

За да не се допусне скачване на буферите на возилата трябва разстоянието, с което се разминават осите им, при движение в контракрива, да бъде по-малко или равно на половината от диаметъра на по-големия диск на буфера на едно от допиращите се возила.

Като се разглеждат изчислените измествания в таблица 1, могат да се направят следните изводи:

- колкото возилата са по-дълги, толкова изместванията са по-големи;
- за возила с дължина от буфер до буфер до 15 м. опасности от скачване на буферите няма, дори и при преминаването им през контракриви с радиус 180 м.;
- скачване на буферите на возилата може да се получи при преминаването им през контракриви с радиус, равен или по-малък от 300 м.;
- междинната права между две контракриви трябва да бъде по-голяма от $2 \cdot 1,65 = 3,30$ м. до $2 \cdot 3,80 = 7,60$ м. за различните возила, за да окаже благоприятно въздействие при преминаване през криви. Предвидените в "Норми за проектиране на железопътни линии и железопътни гари"(НПЖПЛЖПГ) от 1991 г. прави парчета между съседни стрелкови криви на един коловоз с дължина 12,50 м. удовлетворяват напълно

изискванията за всички возила, а посочените за притеснени условия 6,25 м. са долната граница и за най-дългите пътнически вагони, под която не трябва да се отива. Това се вижда от таблица 2, позиция 3, където максималното изместване на осите на буферите за две стрелки с $R=190$ м. е $2.114 \approx 228$ мм., което е приблизително равно на половината диаметър на диска 225 мм

Всички направени до тук изводи са напълно верни при условие, че центрите на буферите на возилата отстоят на една височина от глава релса и имат еднакви хоризонтални разстояния. Според правилниците за строеж и експлоатация на подвижния железопътен състав хоризонталното разстояние между центрите на буферите е $1750 + 10 - 20$ мм., а за вагони строени преди 1939 г е. $1750 + 20 - 40$ мм. Разстоянието от глава релса до центъра на буферите зависи от натоварването на возилата и варира от минимум 940 мм. до максимум 1065 мм. Трябва да се отбележи, че Правилникът за техническа експлоатация на железниците (ПТЕ) допуска разлика във височините на надлъжните оси на допиращите се дискове на два вагона, включени в състава на влака, до 100мм.

Изброените конструктивни толеранси във возилата и експлоатационни допуски и като се има предвид възможността за пружиниращо придвижване на буферите по оста им до 70 мм. довеждат до увеличаване, респ. намаляване на изместванията на осите на буферите получени по математически път, а оттук и до намаляване, респ. увеличаване застъпването на допиращите се дискове на буферите.

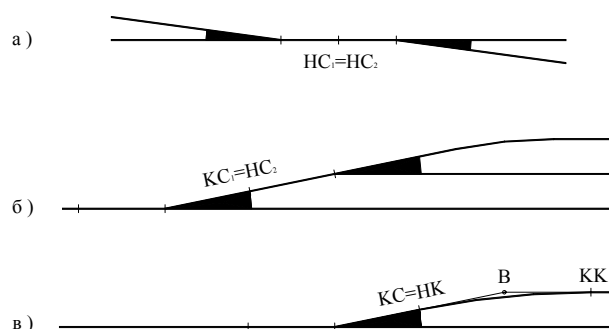
От изложеното може да се направи извода, че скачването на буферите на возилата зависи от наличието на особено място в конструкцията на железния път като необходимо условие и от режима на возене на състава (най-често задържане).

Такива особени места (инфлексни точки), представляващи опасност за скачване на буферите на возилата, се намират в коловозните развития около железопътните стрелки. По важни от тях са:

- когато две стрелки са поставени с началата си една до друга, така че отклонителните им коловози образуват контракрива (фиг. 3.а);

- когато две разнопосочни стрелки са поставени непосредствено една след друга (фиг. 3.б);

- при поставяне на контракриви непосредствено след или пред стрелковата крива (фиг. 3.в).



Фиг. 3

В случая на (фиг. 3.а) ако двете стрелки са тип 49-1:9-190 и през техните криви преминава състав от пътнически вагони с пореден №8 от таблица 1, осите на буферите ще се изместят на $187 + 187 = 374$ мм. Сборът от половинките на диаметрите на буферите на два допиращи се вагони е $225 + 225 = 450$ мм. Следователно буферите им се допират само на $450 - 374 = 76$ мм. при еднакви конструктивни характеристики на вагоните. Това допиране е недостатъчно в сравнение с 225 мм. и при преминаване на буферите на всеки два допиращи се вагона през инфлексната точка $HC_1 \equiv HC_2$ и рязко задържане на състава ще се получи скачване на буферите.

Ако в същия случай двете стрелки са тип 49-1:9-300, то изместването на осите на буферите ще бъде $124 + 124 = 248$ мм., а допирането им е $450 - 248 = 202$ мм. и приблизително е равно на половината диаметър на диска на буфера 225 мм. В този случай опасност от скачване на буферите не съществува, но въпреки това не е спазено горното условие и следва да се постави междинна права между двете стрелки.

На приемно-отправни и гаражни коловози без преходни криви и без междинна права могат да се проектират контракриви като за недопускане скачване на буферите на возилата съществува империчната формула:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 100 \text{ дадена в (НПЖПЛЖПГ).}$$

Ако направим изчисления по нея, ще установим, че при радиус по-голям или равен на 200м. скачване на буферите не може да се

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

получи, което не е вярно и се потвърждава от направените по-горе изчисления и показаните в таблица 1. ($178+178 = 356$ мм. и допирането на буферите $450 - 356 = 94$ мм., което е много по-малко от 225 мм.). Тази формула е съставена за по-старите возила, които са покъси и не държи сметка за начина на вписване на возилата в крива, поради което не дава верни резултати.

С построяването на по-дълги возила въпросът за недопускане скачване на буферите става по-актуален. Един от начините за решаването му трябва да се търси в построяването на железния път, а именно в полагането на по-дълги прави между контракривите. Но това ще доведе до излишно удължаване на гаровите гърловини, с което ще се увеличат разходите за строителството и поддържането на гарите. От друга страна ще следва и увеличаване на експлоатационните разходи за извършване на маневрената дейност и ще се намали пропускателната способност на гарите.

Тогава се налага решаването на въпроса да се търси в конструкцията на возилата. Като

конструктивни мероприятия могат да се посочат свързването на возилата с автосцепка и построяването на цели пътнически композиции, непрекъснато скачени, които могат да се вписват в криви с малки радиуси до 200 м.

Като се използва изложеното по-горе трябва в железопътните секции да се потърсят особени места в коловозните развития, съществуването на които крие опасност от скачване на буферите на возилата. Внимание следва да се обърне на коловозите, по които се движат влакови състави или се извършва усилена маневрена дейност и се преминава през контракриви без междинна права.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Технически наръчник за устройство и поддържане на железния път. С., 1969 г.
2. Норми за проектиране на железопътни линии и железопътни гари. С., 1991 г.
3. Норми и изисквания за железопътни стрелки тип 49 и по-тежки. С., Техника, 1983 г.

Таблица 1

№ по ред	Вид на возилото	Данни за Возилото в (м)			Изместване оста на буферите спрямо оста на железния път в (мм) за R в (м)									Диаметри на дисковете на буферите	
		m	n	l	180	190	200	250	300	350	400	500	D/2	D	
1	40-тонен J-вагон	1,65	5,70	9,00	35	33	32	24	20	17	15	12	185	370	
2	Условен двусен вагон	2,60	7,00	12,00	70	65	63	50	42	36	31	25	185	370	
3	Условен двусен вагон	2,80	9,00	14,60	92	87	82	66	55	47	41	33	185	370	
4	Условен четириосен вагон	3,00	11,0	17,00	116	110	104	80	70	60	53	42	215	430	
5	Условен четириосен вагон	3,10	13,0	19,20	138	131	124	100	81	71	62	50	215	430	
6	Условен четириосен вагон	3,20	15,0	21,40	160	152	144	116	96	83	73	58	215	430	
7	Пътнически вагон	3,61	15,85	23,07	195	185	176	141	117	100	88	71	225	450	
8	Пътнически вагон	3,80	15,90	23,50	196	187	178	150	124	107	93	75	225	450	
9	Руски пътнически вагон	3,77	17,00	24,54	217	206	196	157	131	112	98	78	235	470	
10	Дизелов локомотив серия 04	3,62	11,00	18,24	147	138	132	106	88	76	66	53	235	470	

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Таблица 2

№ по ред	Навлизане на пътнически вагон от крива с радиус R (м) в права (м)	Изместване оста на буфера спрямо оста на ж.път в (мм) за радиуси на криви в (м)							
		180	190	200	250	300	350	400	500
1	4,80	147	140	133	106	88	81	66	53
2	5,80	128	122	115	92	77	66	58	46
3	6,25	120	114	108	87	72	62	54	43
4	6,80	111	105	99	76	66	57	50	40
5	7,80	94	89	85	68	56	48	42	34
6	8,80	79	75	71	57	47	41	36	28



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

**TRANSPORT RELATIONS FROM THE SIGHT
OF BUILDING-TECHNOLOGICAL PROJECT MAKING
OF EARTH WORK**

Jaroslav Slepecký, Marián Marcin

Faculty of special engineering, University of Žilina, Slovak Republic,
slepecky@fsi.utc.sk, mmarcin@fsi.utc.sk

ABSTRACT

The article deals with the energetic most demanding activity of the process of building of line constructions, the so called earth works, together with simultaneous respecting of main principles of building-technological project making.

Key words: building, project, transport, earth.

INTRODUCTION

The building-technological project making is a main component of suppliers' preparation of structures, which ensures its high quality results upon optimum solution of mutual relations between the structures (Fig. 1) of the whole process of construction.

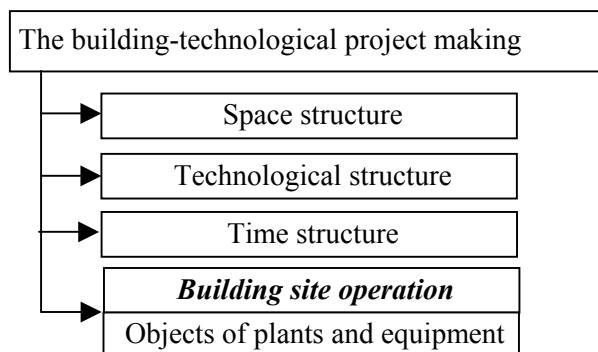


Fig.1 Structures of building-technological project making [1]

The construction of transport communications in the peace but also in the time of defence alert of the state is based on the two main aspects:

- provision of functional transport system,
- increasing of quality and efficiency of construction work.

The quality and efficiency of the construction of “new” transport communications (in the military conditions it will be building of short time patrol paths) is conditioned by high quality preparation, by use of progressive technologies, by suitable organisation and management on all levels.

1. BUILDING SITE OPERATION

The structure of building site operation integrates the needs of construction and sources of implementation, within which the links to spatial, technological, time structure and providing of maintenance services are being solved. The so called building site operation deals with a set of

activities and measures, which result in construction process within the building site. The building site is divided into a part specified for building up and a part necessary for building site operation inclusive objects of plants and equipment.

Upon an analysis of mutual links in relation to building site operation we investigate [1]:

- quality of access communications to the building site,
- quality of building site communications,
- transported volume,
- dimensions and shapes of construction parts,
- required handling speed,
- connection to the superordinate transport system (rail and railless transport),
- connection to the subsystem (technological procedures),
- storage, intermediate storage and stock piles,
- limiting conditions (external and internal).

The above mentioned relations serve to the designer as one of the supporting materials necessary for preparation of building-technological project. One part of building-technological project making of line structures is exclusion of non-economical, slow and as a rule also lower quality procedures of implementation according to momentary free construction means and the structures adjusted to them.

The methods of net analysis are used in practice for building-technological project making and for control of complicated processes and utilise mathematical possibility of modelling with use of computer technology.

Mathematical models described by set of functions (1) are sorted out mainly according to all quantity characteristics from the certainty and randomness point of view to the following groups:

- determinist models,
- stochastic models.

Determinist models, where all quantities in formulas (1) are determinist.

$$\begin{aligned}
 F_1(x_1, \dots, x_n; z_1, \dots, z_p; y_1, \dots, y_m) &= 0 \\
 F_2(x_1, \dots, x_n; z_1, \dots, z_p; y_1, \dots, y_m) &= 0 \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 F_r(x_1, \dots, x_n; z_1, \dots, z_p; y_1, \dots, y_m) &= 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

where: F_1, F_2, \dots, F_r are implicit functions usually defined and running according to all arguments

Stochastic models, where at last one quantity in formulas (1) is a random variable.

The model solution shall be based on individual parameter characteristics that affect construction technology, variability, and probability of construction work finishing [2].

2. TRANSPORTATION OF SOIL

An integrated part of line transport structures is the soil body. The implementation of its construction is energy and time consuming activity, within which it is the longitudinal haulage in most cases. The haulage distance, i.e. the locus of excavations and fillings will be computed upon the mass-haul diagram (fig.2).

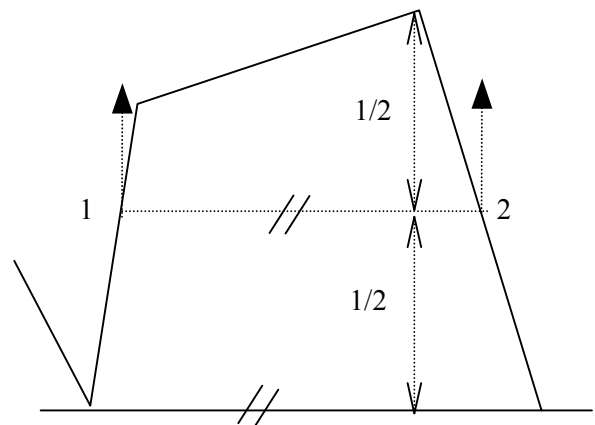
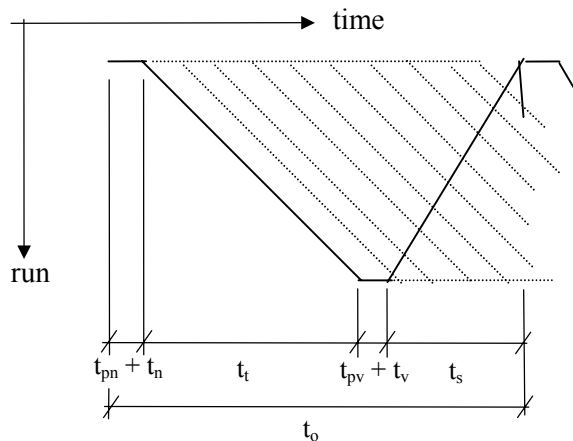


Fig.2 Construction of mass-haul diagram [3]

Transportation of soils upon cyclical circulation of means of transport will be implemented in four working operations (fig.3):

- preparation for loading,
- loading,
- transportation (distribution, hauling in and hauling out),
- preparation for unloading,
- unloading,
- back ride of the empty means of transport (e.g. truck).



$$t_o = t_{pn} + t_n + t_t + t_{pv} + t_v + t_s \quad [min] \quad (2)$$

$$n = t_o / t_n \quad [pcs] \quad (3)$$

where:

- t_{pn} - preparation time for loading [min]
- t_n - loading time [min]
- t_t - time of ride one way [min]
- t_{pv} - time of preparation for unloading [min]
- t_v - unloading time [min]
- t_s - time backwards [min]
- n - number of automobiles [pcs]

Fig.3 Time of turn (t_o) of one truck [1]

In practice the lengths of individual work operations do not have deterministic character. For estimation of time progress of complicated mechanised construction work therefore stochastic models are used, which are based upon operational analysis theory.

This fact results from stochastic character of external and internal influences (e.g. fighting activity, effect of weather, break-down of machines, non-trained forces, out-of date means etc). But this is already area for solution of other walk of problems.

CONCLUSION

Generally it can be said, that the higher is the quality of preparation of the structure, the shorter time it takes for its implementation, it is less expensive, with higher quality and with lesser problems.

REFERENCES:

- [1] Marcin, M.: Stavebno-technologická príprava stavieb. Vysokoškolská učebnica, FŠI ŽU, Žilina, 2000.
- [2] Reitšpís, J.: Rozhodovací proces ako neoddeliteľná súčasť manažmentu v stavebníctve. Zborník vedeckých prác FŠI ŽU, Žilina 1998.
- [3] Slepecký, J.: Obnova železničného spodku II. Skriptá, FŠI ŽU, Žilina, 1997.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Библиотечна информационна база

Библиотечна информационна база, разполага с пет фонда:

- читалня (основен фонд);
- учебна литература;
- редовно обучение;
- задочно обучение;
- фонд - дарение на Министерството на транспорта.

В тези фондове се събират, съхраняват и предоставят за ползване над 150 000 тома научна, учебна, справочна и художествена литература, която пълноценно осигурява учебната, научноизследователска и възпитателна дейност.

Библиотеката обслужва около 1300 читателя.

Library and Information Center

The Library and Information Center has five sections:

- Reading room (main book-stock);
- Textbooks;
- Books for full-time teaching;
- Books for extra-mural teaching;
- Books granted by the Ministry of Transport.

The book-stocks offer more than 150 000 volumes of scientific, educational, reference and fiction books collected, preserved and made available to be used. They completely provide the teaching, research and educational activities.

The library serves about 1 300 readers.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МОДЕЛА НА ВИНКЛЕР ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДЕФОРМАЦИОННОТО ПОВЕДЕНИЕ НА СТЪ ПЛОЧА ЛЕЖАЩА ВЪРХУ НАДЛЪЖНИ МЕТАЛНИ ГРЕДИ

Лена Михова

УАСГ, бул. “Хр. Смирненски”-1, София, България
e-mail: mihova_fte@uacg.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Определено е напрегнатото и деформирано състояние на система плоча-греди при отсъствие на монолитна връзка между тях с отчитане на деформируемостта на гредите. Плочата е решена по МКЕ с дискретно разположени еластични опори в осите на гредите. Направено е сравнение с решението при което не се отчита деформирането на гредите.

Ключови думи: еластична линия, огъващ момент, провисване, Винклерова константа, метод на крайни елементи.

ВЪВЕДЕНИЕ

Основание за настоящето изследване даде проектирането на два складови комплекса, състоящи се от цилиндрични силосни клетки [1], [2]. Покривните плочи на клетките са кръгли СтБ, запънати по контура в стените на клетките. Поради това, че диаметърът на клетките е от порядъка на 10m, тези плочи се укрепват във вертикална посока с греди, еднопосочно разположени, с оглед осигуряване на пространство за инсталационни отвори. При тези съоръжения по технологични причини не винаги се осъществява монолитна връзка между плочата и гредите. В този смисъл плочата “ляга” върху гредите, предавайки натоварването без да има взаимно съдействие на двата елемента.

Целта е да се анализира напрегнатото и

деформирано състояние на плочата и гредите при отчитане на поддаваемостта на гредите. С оглед на това са извършени решения на плочата в два варианта - като свободно подпряна в осите на гредите с вертикално неподдаеми и с еластично поддаваеми опори. Гредите са решени с натоварване от съответните реакции в опорите. Решенията се извършват при предпоставката за еластична работа на материалите, като пружинните константи на поддаваемите опори се получават по теорията на Винклер.

Разгледан е и случаят на свободно подпряна по контура плоча.

ТЕОРЕТИЧЕН МОДЕЛ

Уравнението на еластичната линия на двойно запъната греда под действието на равномерно разпределен товар q е

$$w(x) = \frac{q}{24EI}(x^4 - 2lx^3 + l^2x^2), \quad (1)$$

а на свободно подпряна

$$w(x) = \frac{q}{24EI}(x^4 - 2lx^3 + l^3x), \quad (2)$$

където l е дължина на гредата, x - ордината от началото на гредата, а EI - коравина.

Приемайки теорията на Винклер за пропорционалност между вертикалното преместване и натоварването $q = k(x)w(x)$, от изрази (1) и (2) се получават следните зависимости за Винклеровата константа $k(x)$:

- за двойно запъната греда

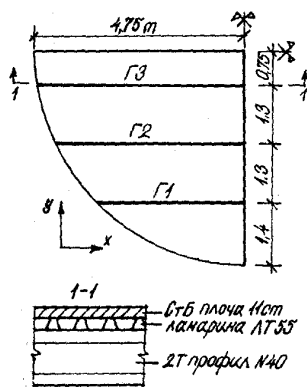
$$k(x) = \frac{24EI}{x^4 - 2lx^3 + l^2x^2} ; \quad (3)$$

- за свободно подпряна греда

$$k(x) = \frac{24EI}{x^4 - 2lx^3 + l^3x} . \quad (4)$$

ЧИСЛЕНО РЕШЕНИЕ ПО МКЕ

Тук е разгледан вариантът на геометрия и натоварване, осъществен в [2] - СтБ плоча с диаметър $d = 9.5$ m и дебелина $t = 11$ cm, лежаща върху 6 метални греди 2Т профили N40 (БДС 5951-75), натоварена с обобщен експлоатационен равномерно разпределен товар $q = 11$ kPa (фиг. 1).



Фиг.1

големи в сравнение с тези от II вариант

Решението на плочата е извършено по метода на крайните елементи като е направена разбивка на мрежата със стъпка $h = 18.75$ cm, която съвпада с дължината на вълната на профилираната ламарина (фиг. 1). Въведени са опори в контактните възли на плочата с гредите, като пружинните константи за подаваемите опори във всеки възел i са получени по израза $c_i = 0.1875k_i$.

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

а). Плоча, запъната по контура.

В Приложение 1 на фиг. 2 са показани диаграмите на огъващите моменти в плочата при I вариант - подпряна неподдаваемо върху гредите, а на фиг. 3 - при II вариант - подпряна върху еластично подаваеми греди. Деформираните схеми са показани на фиг. 4, а в табл. 1 са дадени стойностите на огъващите моменти и провисването на греда Г3.

Могат да се направят следните изводи от съпоставката на резултатите:

1. При I вариант се очертават полета между гредите, работещи на огъване в по-голяма степен еднопосочно. Огъващите моменти M_y (с вектор по x) в полетата имат 3-4 пъти по-големи стойности от моментите M_x . Положителните огъващи моменти (опъват долни нишки) растат към средата на полетата, докато в зоните над гредите се получават отрицателни стойности.

2. При II вариант се получава по-плавно огъване на плочата като цяло. Стойностите на огъващите моменти M_x и M_y са от един порядък. Положителните огъващи моменти растат в посока от периферията на плочата към центъра ѝ, а отрицателни моменти се получават при запъването на плочата по контура.

3. Стойностите на огъващите моменти в плоча върху подаваеми опори са значително по-големи от тези при плоча върху неподдаваеми опори. Например за M_y разликите в стойностите са до 5 пъти.

4. Реакциите, с които се товарят гредите, логично се получават по-големи при I вариант, от там усилията и преместванията в тях са 1.3 пъти по-плочата първоначално се приема

(табл. 1).

б). Плоча, свободно подпряна по контура
 В Приложение 2 на фиг. 5, фиг. 6, фиг. 7 и табл. 2 са приведени резултати. Обобщенията, които могат да се направят, са аналогични с тези при случай а). По-особеното тук е, че разликите в усилията в плочата по двете схеми - с неподдаваеми (I вариант) и с подаваеми (II вариант) опори - са по-големи. Моментите M_y са до 10 пъти по-големи при плоча, подпряна върху еластично подаваеми греди. Усилията и преместванията в гредата ГЗ са 1.5 пъти по-големи при I вариант (табл. 2).

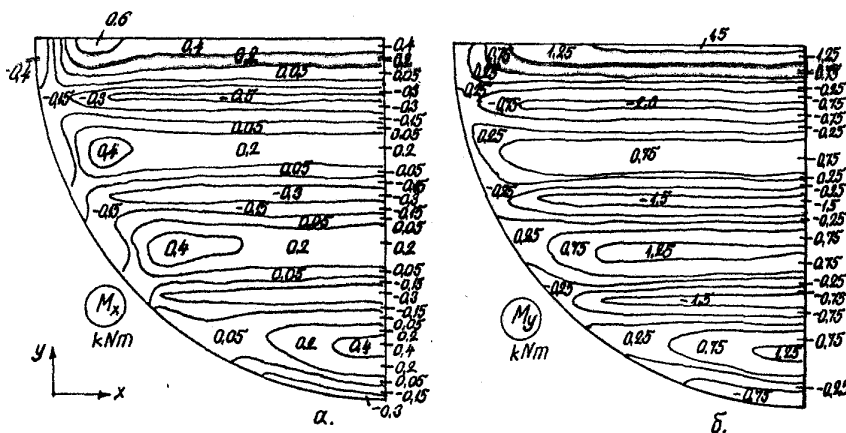
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решението на плочата, подпряна в осите на гредите с вертикално неподдаваеми опори, съдържа едно основно противоречие, а именно – в тези точки от

вертикално преместване $w = 0$. Така се получава вълнообразен вид на деформираната схема на плочата (фиг. 4а, фиг. 7а) с низки стойности на провисванията в полетата между гредите. При следващата стъпка - решаването на гредите - се получават провисвания от много по-голям порядък (I вариант от табл. 1 и табл. 2). А в действителност контактните точки на плочата и гредите имат еднакви вертикални премествания. Това се привежда в съответствие при решаването на плочата по II вариант - с подаваеми опори (фиг. 4б и табл. 1, респ. фиг. 7б и табл. 2).

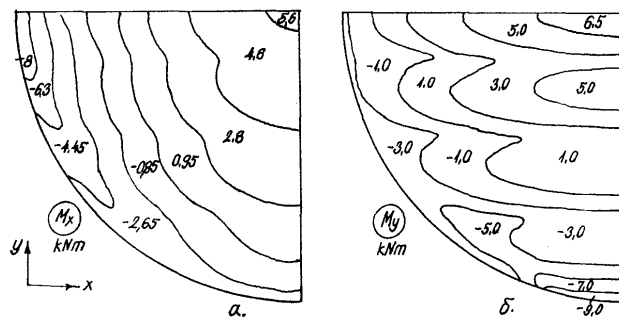
Решението с отчитане на деформируемостта на гредите дава икономично решение за гредите. В плочата се получават значително по-високи резултати за оразмерителните усилия, но това решение предполага по-опростена конфигурация на конструирането.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



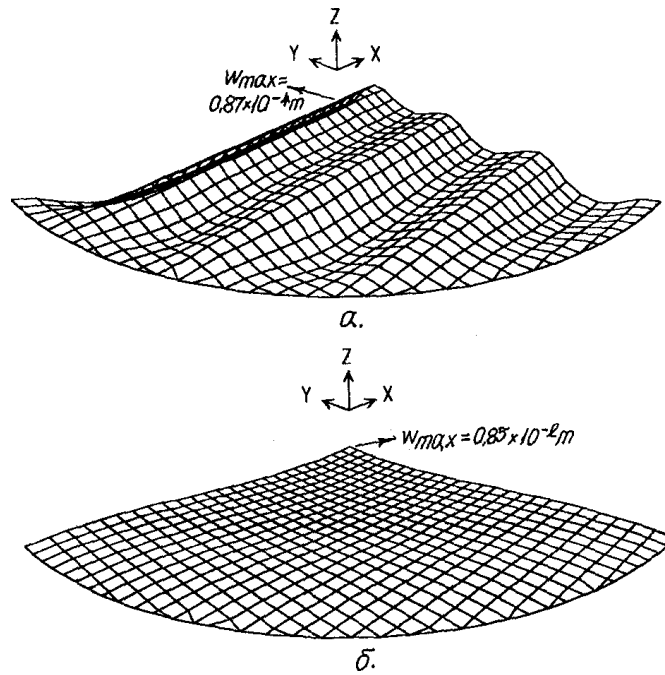
Фиг. 2

Диаграми на огъващи моменти в запъната по контура плоча, лежаща върху недеформируеми греди.



Фиг. 3

Диаграми на огъващи моменти в запъната по контура плоча, лежаща върху деформируеми греди.



Фиг. 4

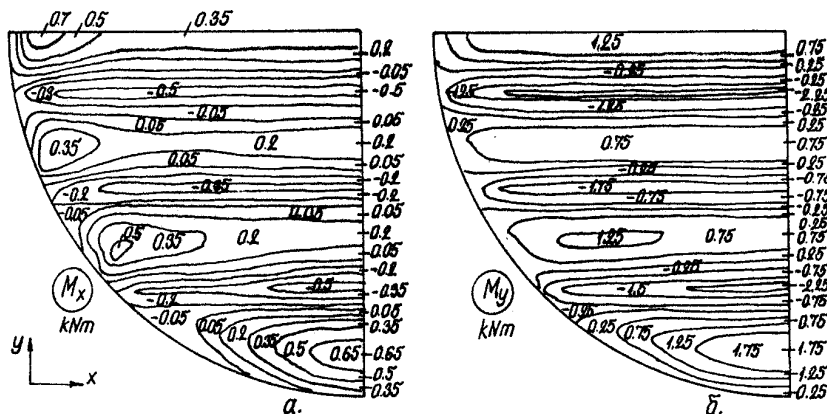
Деформирана схема на запъната по контура плоча, лежаща върху:
 а). недеформируеми греди; б). деформируеми греди.

Резултати в греди ГЗ (двойно запъната).

Таблица 1

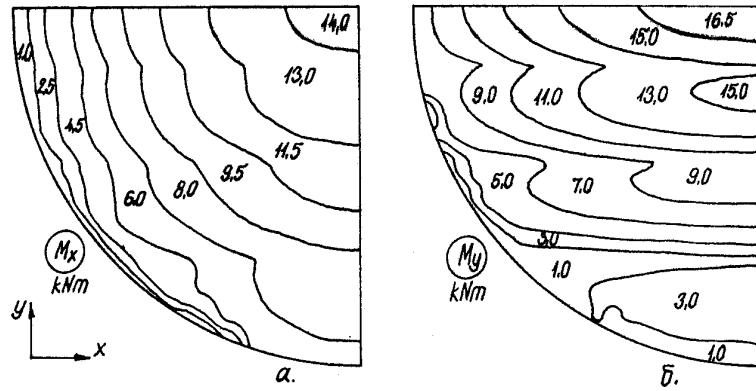
натоварване от плоча	М-запъване	М- поле	max провисване
	kNm	kNm	m
I вариант	150.3	75.9	0.0118
II вариант	116.0	58.1	0.0090

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

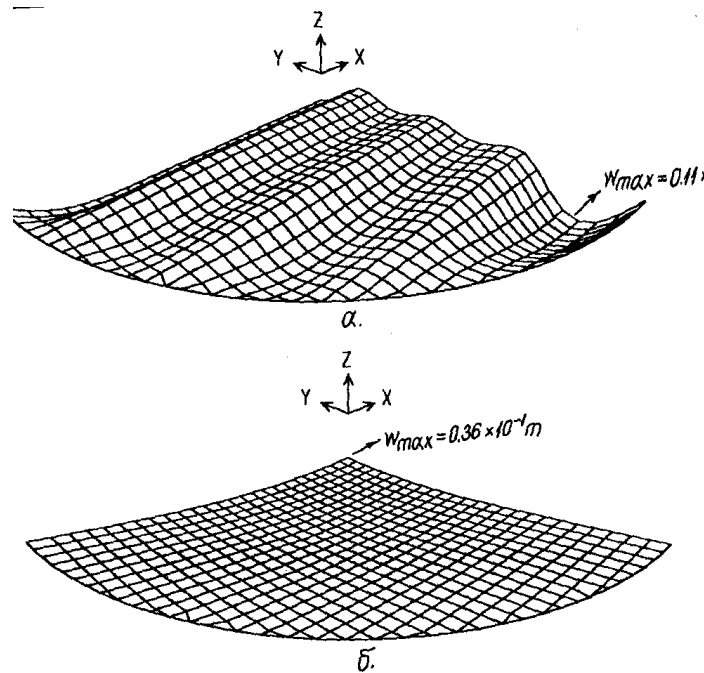


Фиг. 5

Диаграми на огъващи моменти в свободно подпряна по контура плоча, лежаща върху недеформируеми греди.



Фиг. 6
 Диаграми на огъващи моменти в свободно подпряна по контура плоча,
 лежаща върху деформируеми греди.



Фиг.7
 Деформирана схема на свободно подпряна по контура плоча,
 лежаща върху: а). недеформируеми греди; б). деформируеми греди.

Резултати в гредя ГЗ (свободно подпряна). Таблица 2

натоварване от плоча	max M	max провисване
	kNm	m
I вариант	228.3	0.0557
II вариант	151.6	0.0370

ЛИТЕРАТУРА

[1] **Кръстилов И., Михова Л., Проект на силози към технологична линия за вар “Пуклина” - гр. Сливница, “Плена-България” ЕООД, София, 1998г.**

[2] **Михова Л., Компютърно моделиране на статическото и сизмичното поведение на складов комплекс за пшеница “Г. Тончев и сие” - гр. Айтос, ЕТ “Михас”, София, 1999г.**



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МОДЕЛИРАНЕ НА СЪВМЕСТНАТА РАБОТА НА СЛОЖНА ФУНДАМЕНТНА КОНСТРУКЦИЯ И ЗЕМНА ОСНОВА

Лена Михова

УАСГ, бул. “Хр. Смирненски” – 1, София, България
e-mail: mihova_fte@uacg.acad.bg

АНОТАЦИЯ

С помощта на метода на крайните елементи са извършени решения за различни механични модели на геометрически сложна фундаментна конструкция под 12 етажна скелетна СтБ сграда. Земната основа е моделирана по теорията на Винклер и като линейно деформируема среда с изключване на опънната работа на почвата. Направен е сравнителен анализ на резултатите.

Ключови думи: фундаментна конструкция, земна основа, пространствена система, плоча, греда, крайни елементи, Винклерова константа, деформационен модул.

УВОД

При проектирането на скелетни СтБ жилищни сгради над 10 етажа обикновено се налага фундиране с обща фундаментна конструкция – скара, плоча. В проектантската практика традиционно тези конструкции се решават отделно от връхната конструкция с използване на едномерни и двумерни модели. Земната основа се приема по модела на Винклер с еластична константа, която често пъти се взема от литературни източници в зависимост от геоложките данни.

Съвременното състояние на компютърните програми за структурен анализ дават възможност за числени решения извън рамките на този традиционен подход поради отпадането на лимитите за обем на задачите, наличието на възможности за пространствено (3-D) моделиране на конструкцията, както и използването на апарати, моделиращи съвместната работа на връхна

конструкция – фундаментна конструкция – земна основа.

В настоящата публикация са анализирани решения на различни модели за конкретна фундаментна конструкция (фиг. 1), реализирана при 12 етажна жилищна сграда в гр. Самара, Русия [2]. Изследването е ограничено за модели за съвместна работа на фундаментна конструкция – земна основа, като товарното въздействие от връхната конструкция (в случая от вертикални постоянни и полезни товари и челен вятър) се свежда до печатовидно натоварване в стъпките на носещите елементи. Числената реализация на моделите е извършена с използване на системата по крайни елементи SAP2000.

ТЕОРЕТИЧНИ МОДЕЛИ И АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Фундаментната конструкция от фиг. 1 е с площ 300 m^2 и дебелина 1 m.

Сложността на геометрията, произтичаща от наличните отвори и получените технологични фуги при извършването на кофражни, бетонови и армировъчни работи на сектори в лявата част, поради контакт със съществуваща сграда, както и разнообразното натоварване, поставят под въпрос точността на решението при използване на опростени модели. Във връзка с това са извършени и анализирани следните решения:

1. SOLID - SPRING

Фундаментната конструкция е приета като пространствена система, дискретизирана с мрежа от обемни крайни елементи със стъпки 0.5 m в равнината $x - y$ (показана на фиг. 1) и 0.25 m по оста z . Земната основа е приета по модела на Винклер с $k = 20000$ kPa/m (за глинеста почва).

2. PLATE - SPRING

Фундаментната конструкция е дискретизирана с двумерни плочови крайни елементи, а земната основа е приета по модела на Винклер.

3. SOLID - SOLID

Фундаментната конструкция и земната основа са дискретизирани с обемни крайни елементи. Земната основа работи като линейно деформируемо пространство (ограничено до 15 m в дълбочина) с модул $E = 18000$ kPa. Направено е изключване на опънната работа на почвата чрез итерационни решения.

4. BEAM - SPRING

Ивица 1-1 от фиг. 1 е решена като греда върху еластична Винклерова основа.

5. BEAM

Ивица 1-1 е решена като обратна греда, подпряна в шайба Ш5 и колони К16, К15 и К14 и натоварена с равномерно разпределен товар равен на изчислителното почвено натоварване 250 kPa.

Тук е приведен анализ на решенията по отношение на огъването на фундаментната конструкция, като са разгледани само диаграмите на напреженията σ_y , предизвикващи огъване около оста x , тъй като за диаграмите σ_x изводите са аналогични.

На фиг. 2, фиг. 3, фиг. 4, фиг. 5 и фиг. 6 са дадени диаграмите на σ_y от различните решения, като индексите "Г" и "Д"

означават горна и долна повърхност на фундаментната конструкция. В табл. 1 е направена съпоставка на стойностите на σ_y в характерни зони от ивица 1-1.

От анализа на резултатите могат да се направят следните обобщения:

= 3 - D моделът на фундаментната конструкция е най-подходящ, тъй като между отворите се оформят полета с размери от порядък, близък до дебелината 1 m. При този модел се улавя концентрацията на напреженията по горната, непосредствено натоварена повърхност на конструкцията. Напреженията върху долната повърхност са до 20% по-малки от тези на горната повърхност при решение SOLID - SPRING и до 50% - 60% - при решение SOLID - SOLID, т.е. във този случай се констатира силен ефект на затихване на напреженията по дебелина на конструкцията.

= PLATE - SPRING е по-неточно решение на фундаментната конструкция, тъй като то е по теорията на тънките еластични плочи, при които дебелината е от много по-нисък порядък в сравнение с размерите в план. Това решение дава средно с 10% по-високи резултати в сравнение с решението SOLID - SPRING.

= При решенията на ивица 1-1 като греда (BEAM - SPRING, BEAM) се получава регулярност в смяната на знака на σ_y в поле и над опора. Това не съответства на резултатите от решенията на конструкцията като цяло, където работата на ивица 1-1 съвместно с общата конструкция води до различна картина на напрегнатото ѝ състояние (табл. 1).

= При решението SOLID - SOLID се получават по-високи стойности за σ_y .

Това съответства на литературни данни за сравнение на моделите на Винклер и на линейно-деформируемо пространство за земната основа [1]. Разликите между решения SOLID - SPRING и SOLID - SOLID са най-големи в средната зона на конструкцията (2 пъти по-високи стойности за SOLID - SOLID), докато по периферията ѝ резултатите се доближават.

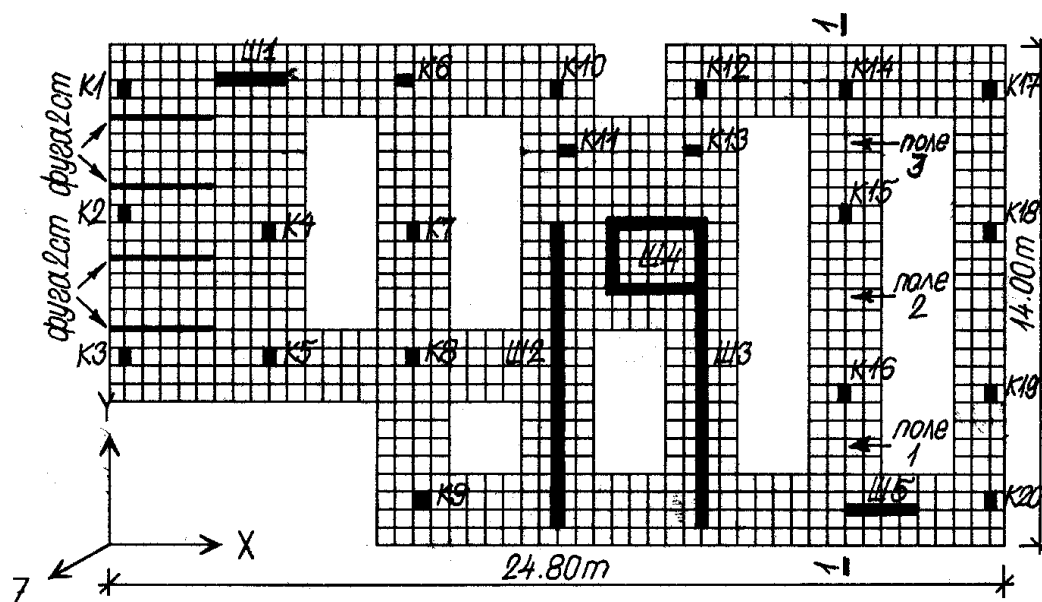
= При моделирането на земната основа по теорията на Винклер се получават малки стойности за слягането на фундаментната конструкция - 0.8 cm, а по теорията на линейно деформируема среда -

6 cm. Това се дължи на отчитането на слегваемостта на земната основа в дълбочина до 15 m с деформационен модул, интегрално включващ еластични и пластични деформации на почвата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Препоръчва се фундаментни конструкции със сложна конфигурация да се моделират като 3 – D системи. Това дава възможност за правилното определяне на разпределението на напреженията както в план така и по дебелина на конструкцията. Настоящото изследване потвърждава

тезата, че един от най-важните и същевременно най-трудни моменти при изледването на конструкциите е използването на механични модели за земната основа, даващи решения, адекватни с нейното реално поведение при натоварване от инженерни съоръжения. Дори използването на класическите хипотези за контактната задача в земната механика, както бе направено тук, поставя редица въпроси, отговорите на които трябва да се търсят в сравнителен анализ на теоретични и експериментални изследвания.



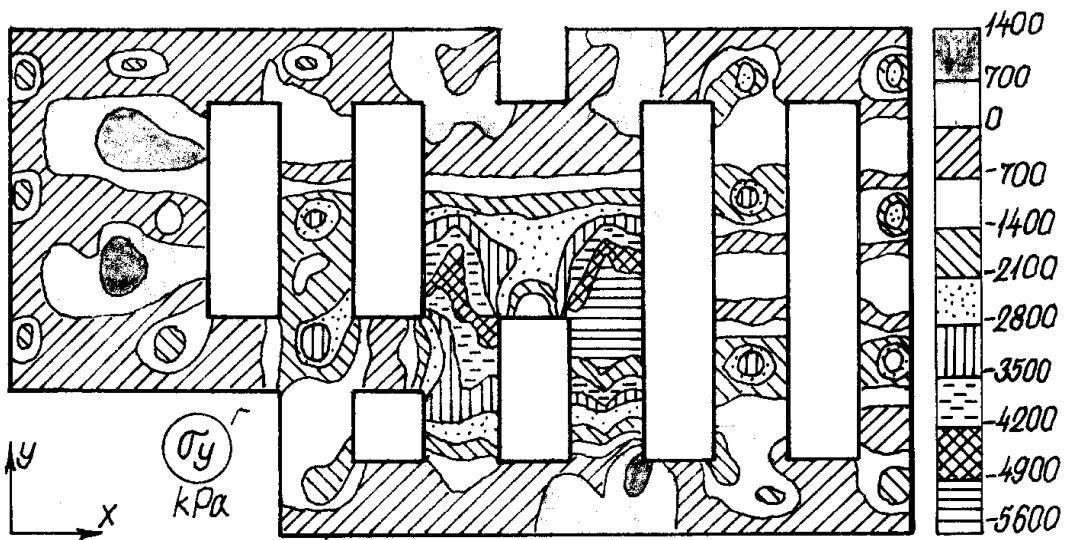
Фиг. 1

Схема на фундаментна конструкция с мрежата от крайни елементи и товарите печати.

Резултати за σ_y в ивица 1-1 от фиг. 1.

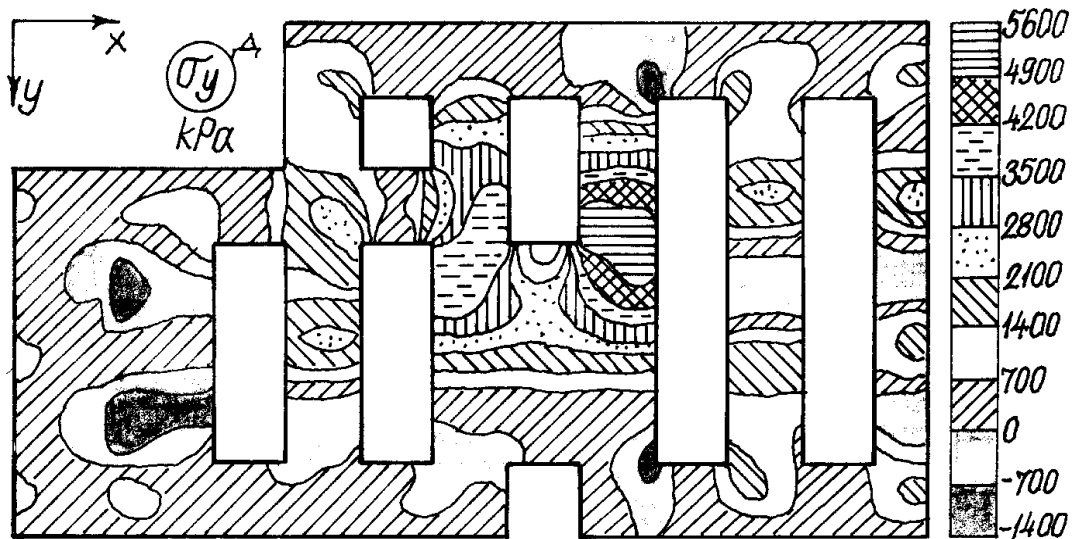
Таблица 1

решение	σ_y , kPa	Ш5	Поле 1	K16	Поле 2	K15	Поле 3	K14
SOLID – SPRING	горе	-1300	-1050	-2450	+500	-2100	-1050	-1900
	долу	+1050	+1050	+2250	-350	+1750	+1050	+1400
PLATE – SPRING	горе	-1300	-1050	-2900	+600	-2700	-1000	-1500
	долу	+1300	+1050	+2900	-600	+2700	+1000	+1500
SOLID – SOLID	горе	-2500	-4500	-6200	-4600	-6100	-4000	-2500
	долу	+1500	+2000	+3000	+2000	+3000	+2000	+1500
BEAM – SPRING	горе	-447	+800	-1008	+2190	+135	+1500	-975
	долу	+447	-800	+1008	-2190	-135	-1500	+975
BEAM	горе	-750	+1100	-2460	+1480	-2170	+650	-1170
	долу	+750	-1100	+2460	-1480	+2170	-650	+1170



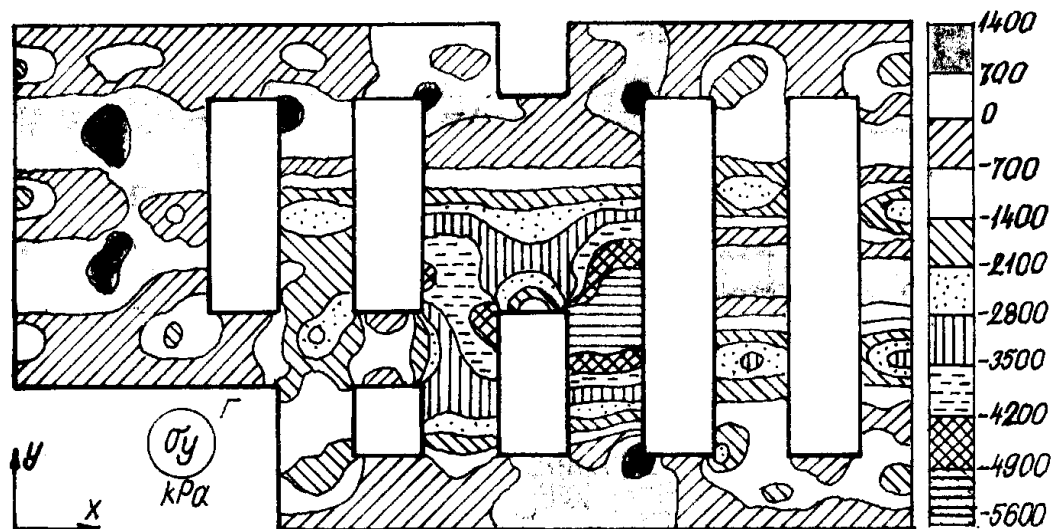
Фиг. 2

SOLID – SPRING: напрежения σ_y на горната повърхност на конструкцията.



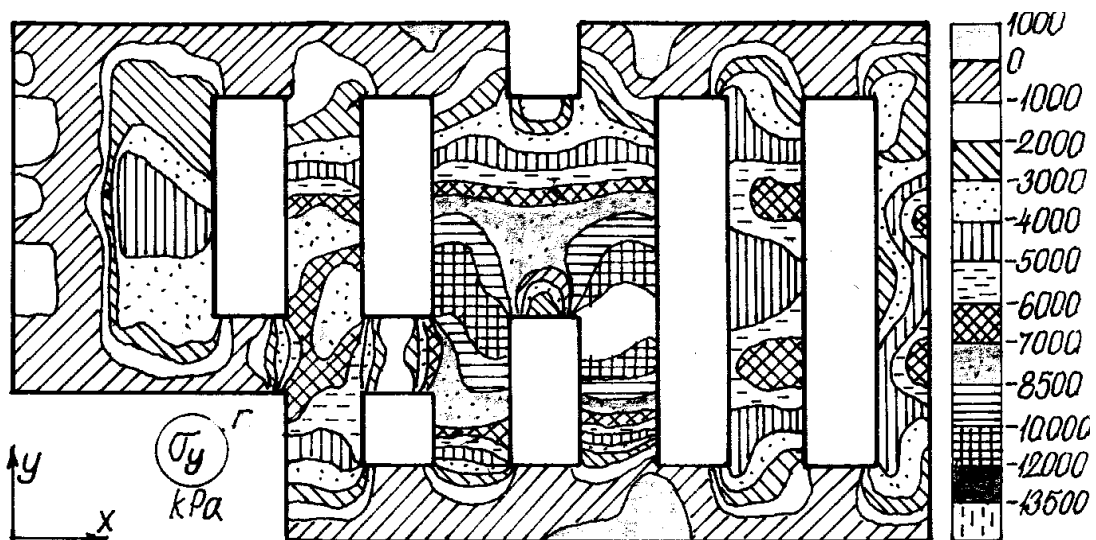
Фиг. 3

SOLID – SPRING: напрежения σ_y на долната повърхност на конструкцията.



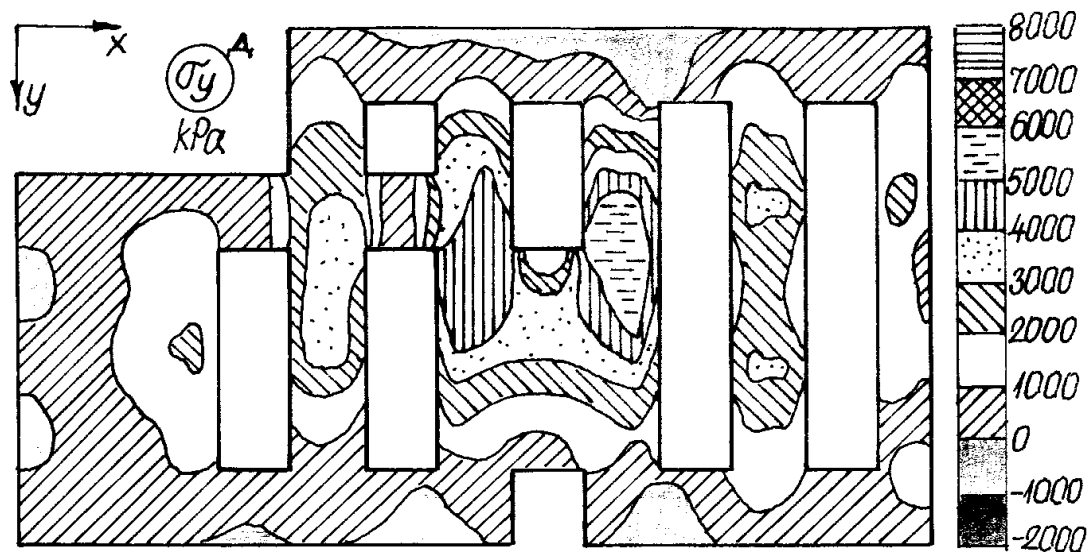
Фиг. 4

PLATE - SPRING: напрежения σ_y на горната повърхност на конструкцията.



Фиг. 5

SOLID - SOLID: напрежения σ_y на горната повърхност на конструкцията.



Фиг. 6

SOLID – SOLID: напрежения σ_y на долната повърхност на конструкцията.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Балусhev Б. и др., Земна механика, техника, София, 1975 г.
- [2] Цветанов Т., Михов Я., Михова Л.,

Проект на модул 2-А2 от жилищен комплекс “Садовая” –225-229, гр. Самара, Русия, “Топпроект – инженеринг”, София, 2000 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МОСТОВЕТЕ ПО РЕКА ДУНАВ ОТ ШВАРЦВАЛД ДО ЧЕРНО МОРЕ В КОНТЕКСТА НА ДУНАВ МОСТ 2

Дончо Партов*, Станислав Доспевски**

* ВСУ “Л. Каравелов”, ул. “Суходолска” №32, София 1373

** ВИПОНД-МВР, Младост IV, п.к. 555, София 1000

АНОТАЦИЯ

Във връзка с предстоящото изграждане на Дунав мост 2 между България и Румъния при Видин - Калафат в настоящия материал авторите описват конструктивните решения на няколко по-значими мостови конструкции, изпълнени по поречието на р. Дунав в държавите Германия, Австрия, Унгария, Словакия и Югославия. Проучени са предимно стоманени мостови конструкции, които могат да послужат за сравнение с бъдещите вариантни решения на Дунав мост 2.

Ключови думи: стоманени мостове, фермови и гредоскаркови конструкции, заварени и нитовани конструкции, ортотропна плоча, пилони, кабели

ВЪВЕДЕНИЕ

Идеята за изграждането на втори мост над река Дунав между България и Румъния при Видин - Калафат придобива в последно време все по-реални измерения. Затова свидетелствуват сключените вече междууправителствени спогодби между двете страни, включващи начина на финансирането му и неговото изграждане. Осигурени са вече и необходимите за тази цел 200 млн. Евро от външни инвеститори. От българска страна се изготвят вече идейни решения, които се докладват на вътрешни семинари в катедра “Стоманени и дървени конструкции” при УАСГ и на международна конференция за мостовете по река Дунав, състояла се през месец септември 2001 г.

Общата дължина на новия мост е приблизително 1200 метра. Планираните срокове за строителство на това сложно съоръжение с няколко междинни опори, които ще бъдат фундирани в река Дунав, са три години. По всяка вероятност чужди фирми ще поемат проектирането и строителството на това уникално

съоръжение между България и Румъния, така необходимо за връзката между Южните и Северните морета [1], от която зависи и просперитетът на нашата държава.

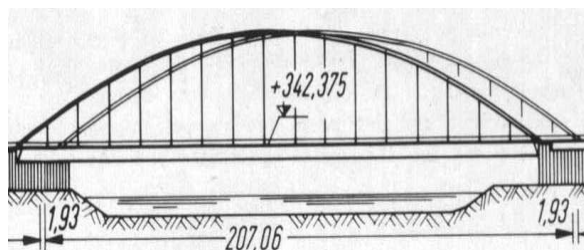
Дунав е втората по големина река в Европа с обща дължина 2850 км от извора в планината Шварцвалд - Германия до вливането ѝ в Черно море. По продължение на нейното поречие са изградени вече повече от 150 моста [2]. Като едно от парадоксалните явления в това отношение се счита фактът, че само в Братислава над река Дунав има вече 7 моста, като последният - система “Нилсен” започва да се изгражда тази година, а от Панчево (Югославия) до Черна вода (Румъния) в продължение на 835 км има само един мост при Русе - Гюргево [1].

Сега, когато съществуват вече реални предпоставки за изграждането на нов мост между България и Румъния, би било интересно да се илюстрират пред българския читател, какво може да се очаква като конструктивно решение на това място, в сравнение с многобройните мостове, които са изградени над река

Дунав. Това е и скромната цел на авторите на този материал да опишат някои от значимите мостови конструкции по Дунава, изпълнени в Германия, Австрия, Унгария, Словакия и Югославия в последните няколко десетилетия.

1. Мост в Регенсбург (Regensburg) - Германия

В тази част на Дунава мостът преодолява отвор с дължина 207,06 м (фиг. 1). За главна носеща конструкция на моста са предложени 40 проекта, от които е избрана комбинирана система - Лангерова греда.



Фиг. 1

Пътното платно представлява ортотропна плоча с надлъжни ребра от коритообразен профил. Мостът е с ширина на пътното платно 27,918 м. Височината на двете главни греди е 3601 мм. Стрелката на дъгата е 31,76 м. Дъговата конструкция представлява кутиеобразна конструкция с размери на напречното сечение 1120/3000 мм. Напречните греди на моста са с височина 1500 мм и са разположени през 4,0 м. Окачвачите са от ивична стомана и са разположени върху всяка трета напречна греда.

Мостът е построен в периода от 1979 до 1981 година (фиг. 2).

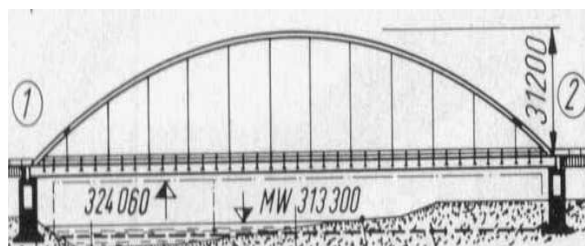


Фиг. 2

Разходът на стомана за цялата конструкция е 2700 тона. Заедно с долното строене стойността на моста възлиза на 75 млн. DM [3].

2. Мост в Щраубинг (Straubing) - Германия

Мостът преодолява в тази част на Дунава отвор от 200 м. Изпълнена е Лангерова греда с укрепваща дъгова конструкция. Стрелката на дъгата е 31,20 м. Главните греди на пътното платно са с височина 2515 мм. Осовото разстояние между тях е 15,50 м (фиг. 3).



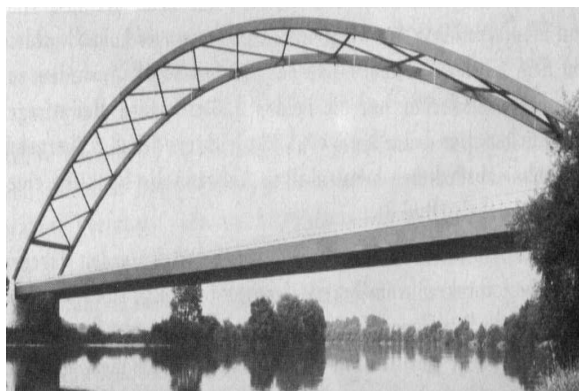
Фиг. 3

Пътната плоча е с ширина 11,0 м и представлява ортотропна плоча с коритообразни надлъжни ребра и дебелина на листовата стоманата за пътното платно 12 мм. Напречните греди са разположени през 5,13 метра.

Дъговите конструкции са изпълнени с кутиеобразно напречно сечение с размери 800/1244 мм. Окачвачите са от St 52 с диаметър 90÷125 мм и са разположени върху всяка трета напречна греда.

За осигуряване общата устойчивост на конструкцията дъгите са свързани помежду си с противовеетрова връзка [4].

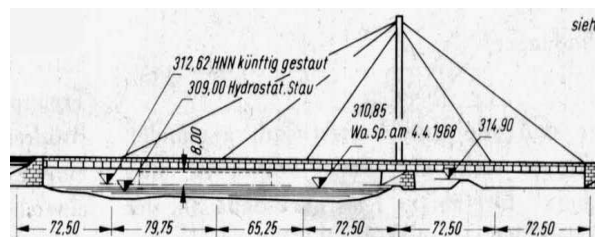
Мостът е пуснат в експлоатация на 1 юли 1977 година (фиг. 4).



Фиг. 4

3. Вантов мост при Дегенау (Deggenau) - Германия

Главната конструкция на моста, прехвърляща отвор през Дунава с дължина 435 метра, е изпълнена като несиметрична вантова система (фиг. 5) с една носеща равнина. Вантите са разположени полурadiaлно. Двата отвора на моста между устоите и пилона са съответно 290 и 145 метра. Разстоянията между захващането на вантите за връхната конструкция са както следва: $72,50 + 79,75 + 65,25 + 72,50 + 72,50 + 72,50 = 435$ метра.



Фиг. 5

Пътното платно е с ширина 17,00 метра. Двата тротоара на моста са с ширина 2,40 метра.

Мостът е изпълнен изцяло като заварена конструкция. Напречното сечение представлява двусвързана призматична черупка. Височината на кутиеобразното напречно сечение е 4360 мм. Ортоотропната плоча на пътното платно е с коритообразни надлъжни ребра с размери $6 \times 260 \times 300 \div 200$ мм и напречни греди с височина 650 мм, разположени през 2,42 метра.

Пилонът с височина 86,65 м е разкрячен в горния си край с размер 12 м. Изпълнен е от стомана. Напречното сечение на пилона е кутиеобразно и има размери 1000/4000 мм.

Вантите се състоят от въжета с $\Phi 80$ мм и $\Phi 68$ мм.

Общото тегло на моста е 7977 тона.

Строителството на моста е извършено през 1970 - 1975 г. (фиг. 6).

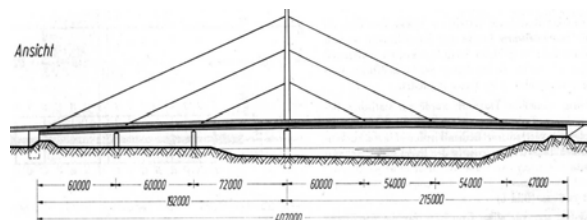


Фиг. 6

Вантовият мост е изследван като пространствена конструкция с програмата ICES-STRUDL-II. Върху проектирането и изпълнението на моста са работили колективи от фирмите MAN и Polensky & Zoellner [5].

4. Вантов мост при Линц (Linz) - Австрия

Мостът представлява вантова конструкция с един пилон и успоредно разположени ванти в една равнина. Общото премостено разстояние от вантовата система е 407 м, а най-големият отвор, прехвърлен от конструкцията, е с дължина 215 м (фиг. 7). Разстоянията между връзките на вантите с ортоотропната пътна плоча са както следва: $60,0 + 60,0 + 72,0 + 60,0 + 54,0 + 54,0 + 47,0 = 407$ метра.



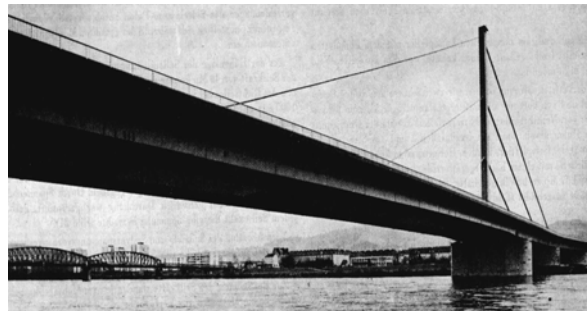
Фиг. 7

Пътното платно на моста, включително двата тротоара, е с ширина 34,86 м и е изпълнено като ортоотропна плоча.

Мостът е изпълнен като гредоскарова конструкция, състояща се от 4 главни греди с височина 3700 мм, които са свързани с напречни греди с височина 700 мм. Двете средни главни греди са обединени с ортоотропно дъно. Средната част на моста представлява по цялата си дължина призматична черупка с кутиеобразно напречно сечение.

Пилонът е с височина 64,80 м и е изпълнен изцяло като заварена конструкция с кутиеобразно напречно сечение с размери 2485/3385 мм.

Вантите се състоят от стоманени въжета с $\Phi 69$ мм.



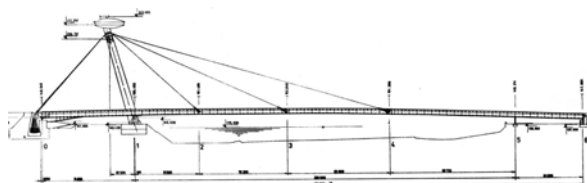
Фиг. 8

Общото тегло на моста е 6000 тона.

Мостът е построен през 1971 - 1973 г. (фиг. 8) с участието на фирмата VOEST-Alpine AG и проф. F. Resinger и проф. R. Krapfenbauer [6].

5. Вантов мост при Братислава - Словакия

До 1972 г. на р. Дунав при Братислава са построени 5 моста. Мостът наречен "SLOVASKO NARODNI POVSTANI" ("SNP") е разположен на най-важното и отговорно място в града. На левия бряг на Дунава се намират реставрирана историческа крепост и Мартиновия дом, поради което било недопустимо тази част на града да бъде закривана от мостови устои. По тази причина е избрано решението на моста да представлява несиметрична вантова конструкция с един наклонен пилон, разположен на десния край. Общата дължина на моста е 431,8 м и включва три отвора с дължини 74,8 м; 303,0 м и 54,0 м (фиг. 9). Средният отвор на моста е окачен на три места на ванти, прокарани в равнината на симетрия на моста.



Фиг. 9

Пилонът, обкрачващ средата на моста, има формата на буквата "А". Той е с височина 83,5 м и тегло 1250 тона. Всеки един от двата крака е натоварен с 8500 тона. В единия от тях се движи асансьор. На върха на пилона е монтирана атрактивна черупкова конструкция с диаметър 25 м, от която се вижда цяла Братислава (фиг. 10).



Фиг. 10

Връхната конструкция на моста представлява тристебленно кутиеобразно сечение с височина 4600 мм и горен и долен пояс, изпълнени като ортотропна плоча. Общата ширина на моста е 21,0 м заедно с двата тротоара, които са по 3,6 метра.

Въжетата на моста са с обща дължина 22 км и общо тегло 640 тона. Анкерването им е извършено в блок от 10000 м³ бетон, към който е приложена опънна сила от 17000 тона.

Общият разход на стомана за моста възлиза на 7250 тона.

Автор на проекта е чл. кор. проф. Arpad Tesar. Изпълнител е Vitkovicke Zelezarny – клон Братислава [7].

6. Двуетажен пътен-железопътен мост в Братислава - Словакия

Една от ключовите инвестиции в столицата на Словакия в края на осемдесетте и началото на деветдесетте години е пътно-железопътният мост през р. Дунав. Със своето техническо решение, конструкция и технология на строителство този мост принадлежи към забележителните мостове от европейски мащаб.

Общата дължина на мостовата конструкция представлява внушителните 2527 метра.

За подходите, изпълнени в градска среда, са използвани следните конструктивни системи:

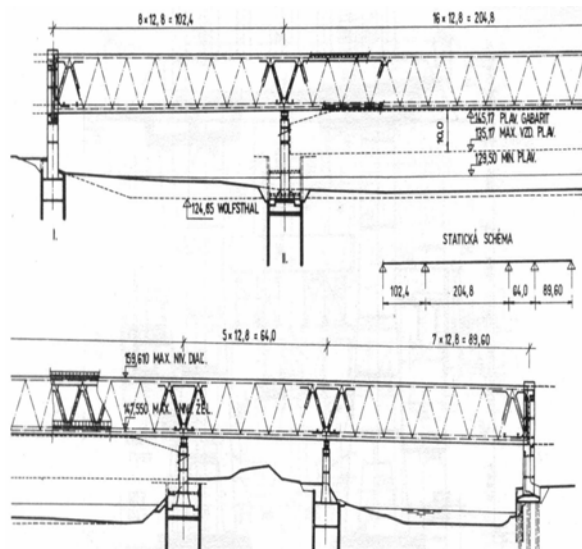
- за пътните естакади - непрекъснати, монолитно изпълнени от предварително напрегнат стоманобетон конструкции с отвори между опорите вариращи в границите между 30,0 и 41,0 м и кутиеобразни напречни сечения;

- за железопътните естакади - предварително изпълнени сглобяеми греди от напрегнат стоманобетон с дължини 27,0 и 30,0 м и тегло около 130 тона;

- комбинирани стомано-стоманобетонни конструкции с подпорни разстояния от 40,0 м.

Връхната част на моста, изграден през река Дунав, представлява пространствена, непрекъсната, стоманена, прътова конструкция, изпълнена от три главни ферми с триъгълна решетка (фиг. 11). Мостът има 4 отвора с дължини 102,4 + 204,8 + 64,0 + 89,6 = 460,8 метра. Грите главни ферми са изследвани като прътови конструкции с корави възли между

поясите и диагоналните пръти. Горният и долният пояс, както и диагоналите, са с кутиеобразно напречно сечение с размери 900/1600 мм на поясите и 900/1050 мм на диагоналите. Монтажните съединения са изпълнени от високоякостни болтове БМ24÷36 мм.



Фиг. 11

Пътното платно на моста е разположено върху горния пояс на фермите, а железопътният транспорт минава върху долния пояс на фермите. Фермите са на осово разстояние 6,5 метра една от друга. Височината на фермите осово е 12,06 метра. Полето на триъгълната решетка на фермите е с размери 12,80 метра (фиг. 12).



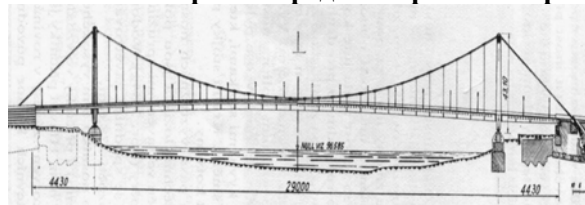
Фиг. 12

В изграждането на двуетажната мостова конструкция през р. Дунав са вложени 12000 тона стомана [8].

Мостът е започнат да се изгражда през 1977 и е завършен през 1985 година.

7. Мост в Будапеща - Унгария

Стоманената конструкция на оригиналния мост на Елизабет, датираща от 1903 година, в по-голямата си част е разрушена през Втората световна война. Мостовите устои остават обаче незасегнати. Новоизградената главна носеща конструкция на моста представлява пълностенна непрекъсната гредна на три отвора с височина 3000 мм, окачена само в централната си част (фиг. 13). Пътното платно на моста е изпълнено като ортотропна плоча с дебелина на листовата стомана 12÷24 мм. Второстепенните напречни греди са разположени през 1,66 м, а надлъжните ребра са разположени през 310÷369 мм. Главните напречни греди са през 10 метра.



Фиг. 13

Окачването на конструкцията е осигурено чрез конзоли, представляващи част от напречните греди.

Пилоните са с височина 41,0 метра и са центрично натоварени. В долния си край са ставно свързани с фундамента и са слабо разкрячени, за да премине пътното платно без стесняване. Напречното сечение на пилоната е кутиеобразно с размери 2502/2874 мм.

Носещите кабели се състоят от 61 броя стоманени въжета с $\Phi 54,5$ мм, изготвени от високоякостна тел с носимоспособност $1,65 \text{ kN/mm}^2$.

Главната носеща гредна и пилоните са изпълнени като нитовани конструкции, а ортотропната плоча и напречните греди - като заварени конструкции.

Противоветровата връзка, изпълнена между долните пояси на главните греди, оформя цялата конструкция в затворено, кораво на усукване напречно сечение [7].

Общият разход на стомана за моста е 6300 тона (фиг. 14).



Фиг. 14

8. Пътен-железопътен мост при Панчево (Рапсево) - Югославия

Върхната конструкция на моста представлява непрекъсната прътова система на 5 отвора, като всеки от тях е по 162 метра. Мостът е с две пътни платна, два тротоара и два железопътни коловоза (фиг. 15 и 16).



Фиг. 15



Фиг. 16

Общият разход на стомана за моста възлиза на 8000 тона [9].

Мостът е построен през 1960 - 1963 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В горе описаните конструктивни решения на мостови конструкции по река Дунав е обърнато специално внимание на сроковете за тяхното изграждане, а там, където сме имали данни, са цитирани и вложените финансови средства. Това е направено с оглед да се получи реална представа за сроковете и разходите за строителството на Дунав мост 2, за да не се смесва реалното с възможното, като се има предвид, че в ЧССР мостът "SNP" над река Дунав е два пъти по-къс от този при Видин - Калафат, а реалното време за изпълнението му е било от 1981 до 1985 година [8].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чонкова, А. Развитие на идеята за мост над река Дунав между двете световни войни. Сборник доклади, "Научна сесия ВСУ" 2001, том 2, стр. V-64-68.
- [2] Ivanyi, M. Bridges on the Danube. Catalogue. Second edition. Budapest 1993.
- [3] Carl, J. und kol. Die Donaubrücke Regensburg - Schwabelweis. Der Stahlbau 51(1982), H. 1, s. 1 - 7.
- [4] Kahmann, R., Beisel, Th. Eine aussergewöhnliche Montagemethode fuer die Bogensbrücke bei Straubing. Der Stahlbau 48(1979), H. 4, s. 110 - 115.
- [5] Brunner, J. und kol. Die Donaubrücke Deggenau. Der Stahlbau 47(1978), H. 10, s. 289 - 294.
- [6] Burgholzer, E. und kol. Die 2. Donaubrücke Linz. Der Stahlbau 42(1973), H. 11, s. 321 - 332.
- [7] Faltus, F. Ocelove mosty prihradove, obloukove a visute. Akademie CSAV, Praha, 1971.
- [8] Melcer, R. Dialnicno - zeleznicni most v Bratislave. Sbornik prednasok DNT, Doprastav, n.p. Bratislava, 1981, s. 9-17.
- [9] Zeleznicko drumski most preko reke Dunava. "Radne organizacije OMK i Montaza, GOSA, Catalog, 1979, Smederevska palanka.



TIME BEHAVIOUR OF WOODEN BRIDGES BEAMS WITH REINFORCEMENT, WITH RESPECT TO CREEP EFFECT

Doncho Partov^{*}, Vesselin Kantchev^{*}, Bohumil Straka^{**}

*Higher School for Construction Engineering "L. Karavelov", "Suhodolska"- Str. 32, Sofia 1373, Bulgaria; e-mail: partov@vvisu.applet-bg.com

**BRNO University of Technology, Faculty of Civil Engineering "Veverzi"- Str. 95, Brno 66237, Czech Republic; e-mail: straka@fce.vutbr.cz

ABSTRACT

The paper presents analysis of the stress changes due to creep in simply supported timber beams with symmetrical reinforcing bars. For determining the redistribution of stresses in beam section between wooden and reinforcement with respect to time "t", one Volterra integral equation of the second kind have been derived on the basis of the theory of the viscoelastic body. A numerical method for solving is proposed. The application of the method is explained with the aid of the one example.

Key words: wooden bridge beam, stress, rheological, redistributions, Volterra integral equation

INTRODUCTION AND BACKGROUND

The deformation of a material over time at constant load is commonly known as rheological properties of the material or creep. Wood is a viscoelastic material [18,19] and therefore, creep must be accounted for in the design of a wood structure when sustained loads are present. As early as a turn of the century, creep was acknowledged in the design of wood structures. At the 1903 Annual Convention of the American Society of Civil Engineers, Hatt et al. [6] stated in a presentation that it was generally known "that the deflections under ordinary quickly applied load in a test are only one-half of those, resulting from the continued application of the same load". The authors, however, recommended further study to better determine a quantitative

relation between short-term and long-term behaviour.

The National Forest Products Association Design Specification for Wood Construction [21] suggested a creep factor of 1.5 for glued laminated timber and seasoned sawn lumber, and 2.0 for unseasoned sawn lumber. It means that: deflection due to long-term or permanent loads is assumed to be 1.5 to 2.0 times immediate elastic deflection caused by the load. The factor of 1.5 for seasoned sawn lumber was found to be nonconservative for loads of duration greater than approximately 2 to 3 weeks. The factor of 2.0 for unseasoned lumber was found to be sufficient for durations of load of 2 months up to 50 years.

Most recently, Fridley et al. [5] investigated the creep behaviour of lumber, tested to failure for load-duration purposes.

* Doncho Partov, assoc. Prof. Phd; Vesselin Kantchev, Phd, Higher School for Construction Engineering "L. Karavelov", "Suchodolska"- Str. 32, Sofia 1373, Bulgaria; e-mail: partov@vvisu.applet-bg.com, vkantchev@yahoo.com,

** Bohumil Straka, assoc. Prof. Phd, BRNO University of Technology, Faculty of Civil Engineering "Veverzi"- Str. 95, Brno 66237, Czech Republic: straka@fce.vutbr.cz;

The tests ranged in duration from a few minutes to 1.5 years. The general creep model developed by Fridley et al. [5] for lumber is based on the four-element Burger mode

Wood is the oldest and one of the most widely used structural materials. Improved design methods and advanced forms of wood construction, involving the use of reinforcement to enhance the mechanical properties of wood members, can enable contemporary and advanced forms of large wood structures (e.g., long-span bridges [9]) to be at least as reliable and economically competitive as those constructed from other construction materials, such as concrete, steel, and plastic.

Several attempts to reinforce wood elements have been reported in the literature - Hoyle (1975) [7]. Sliker (1962) [20] reinforced laminated wood beams with aluminum strips placed between selected laminations. Steel plates have been placed between laminations both vertically and horizontally - Borgin et al. (1968) [16]. Lantos (1970) [11], Dziuba (1985) [4], Bulleit et al. (1989) [1,2], investigated reinforcement of wood with both square and round cross-section rods. High-strength steel wire embedded in an epoxy matrix has been used to replace tension laminations of wood beams - Krueger and Kobetz [8,10]. Another method of reinforcing wood is to use prestressed steel reinforcement. One unique attempt has been made to prestressed glu-lam using pretensioned steel plates bonded on the tension face with epoxy adhesive - Peterson (1965) [15].

Glass fiber-reinforce plastics have been used as faces of woodcore sandwich beams (e.g. Biblis (1965) [3]). In a recent work, Plevris and Triantafillou (1992) [16] provided a comprehensive study of the short-term flexural behaviour of wood beams and beam columns reinforced with unidirectional fiber-reinforced plastics sheets, bonded on the member's tension face only. Three years later they provided a basic understanding of the creep behaviour of wood members reinforced with fiber-reinforced plastic materials epoxybonded to the tension faces.

The works done to date on reinforced wood has focus only on short-term and long-term response on deflection [21]. But it is known that the influence of creeping on the behaviour of a composed structures, in the case of reinforced wood beam, appeared by the distribution of the internal forces between reinforce and the wood beam [12]. With another words while in the steel reinforcement beam, under the effect of sustained

service loads we see only elastic deformation, in the wood beam during the time significant plastic deformation takes place as a consequence of creep of wood. As a result of these deformations and because of the stiff connection between the two elements of the wood and the reinforcement in the beam in every cross section Fig. 1, subjected to the effect of constantly operating outside bending moment M_0 in the time t there arises a new additional group of moments $M_w(t)$ and $M_s(t)$. The influence of this group of moments of the general stress conditions of the statically determinate wood beam is expressed by decrease of the stresses in the wood beam and the increase of the stress in the symmetric reinforcement.

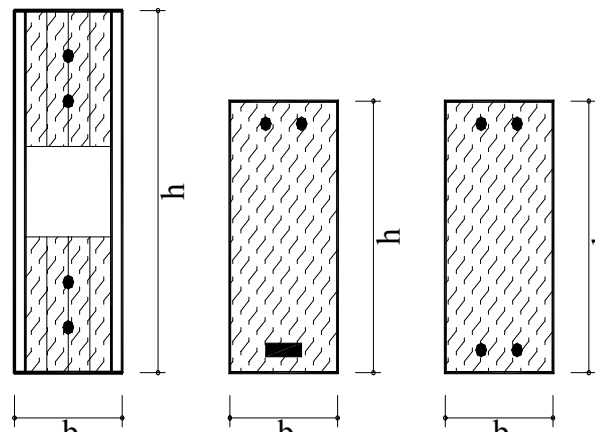


Fig.1 Cross-section of Wooden Beams with Reinforcement.

MAIN THEORETICAL PROPOSALS

The theory implies the following assumptions to be true:

- a) Bernoulli's hypothesis concerning plane strain of cross section.
- b) Wood is uncracked.
- c) Hook's law applies to steel reinforcement as well as to wood under short time loads.
- d) In the range of service ability loads, wood behaves in a way allowing to be treated as a linear viscolastic body of Boltzmann - Volterra [12,13]. The stress-strain behavior of wood can be described, with sufficient accuracy by the integral equation:

$$\varepsilon_w(t) = \frac{\sigma_w(t)}{E_w(t)} [I + \varphi(t-t_0)] + \int_{\tau=t_0}^{\tau=t} \frac{d\sigma_w(\tau)}{d\tau} \frac{I}{E_w(\tau)} [I + \varphi(t-\tau)] d\tau \quad (1)$$

where $\varphi(t-\tau) = \varphi_\infty \cdot f(t-\tau)$ is called a creep function and φ_∞ - ultimate value of creep coefficient. The function $f(t-\tau)$ - where t is the time interval during which the structure is under observation (τ - running coordinate of time), characterizes the process of creeping.

- e) The modulus of elasticity of wooden beam is invariant in time.
- f) $E_w(\tau) = E_w(t_0) = E_w$.
- g) The moment of inertia of the reinforcement is slighting small in comparison with moment of inertia of the wooden beam.

DERIVING THE BASIC INTEGRAL EQUATION

Let us denote the bending moments in the cross section of the beam after the loading in the time ($t=0$) with $M_w(t_0)$, $M_s(t_0)$ and $M_w(t)$, $M_s(t)$ - a new group of bending moments arising due to creep of the wood. For a composed wood beams we can write the equilibrium condition in time t as following:

$$\sum M = 0 \quad M_w(t) = M_s(t) \quad (2)$$

Due to the fact that the problem is a once internally statistically indeterminate system, the equilibrium equations (2) are not sufficient to solve it.

It is necessary to produce one additional equation in the sense of compatibility of both steel reinforcement and wooden beams in time t .

The condition means: strain compatibility of curvatures on the cross-section of the wooden beam and steel reinforcement in time t (3).

$$\frac{M_w(t_0)}{E_w I_w} [I + \varphi(t-t_0)] - \frac{1}{E_w I_w} \int_{t_0}^t \frac{dM_w(\tau)}{d\tau} [I + \varphi(t-\tau)] d\tau = \frac{M_s(t_0)}{E_s I_s} + \frac{1}{E_s I_s} \int_{t_0}^t \frac{dM_s(\tau)}{d\tau} d\tau \quad (3)$$

After integrating by parts the first integral from (3) and under the assumptions that by loading with serviceability M_0 , in the time $t = 0$, the

unknown value $M_w(t_0) = 0$, and the equality $\varphi(t-t) = 0$ it follows:

$$\frac{M_w(t_0)}{E_w I_w} [\varphi(t-t_0)] - \frac{M_w(t)}{E_w I_w} + \int_{t_0}^t \frac{M_w(\tau)}{E_w I_w} \frac{d}{d\tau} [I + \varphi(t-\tau)] d\tau = \frac{M_s(t)}{E_s I_s} \quad (4)$$

After transformations of the formula (4) and using the function of creep: $\varphi_\infty (1 - \alpha_1 e^{-\beta_1(t-\tau)} - \alpha_2 e^{-\beta_2(t-\tau)})$ according to [17], we derived a linear Volterra Integral equation (5) of second kind for determining of the unknown function $M_w(t)$:

$$M_w(t) = A_1 \int_{t_0}^t M_w(\tau) e^{-\beta_1(t-\tau)} d\tau + A_2 \int_{t_0}^t M_w(\tau) e^{-\beta_2(t-\tau)} d\tau + B(1 - \theta_1 e^{-\beta_1 t} - \theta_2 e^{-\beta_2 t}) \quad (5)$$

where

$$A_i = -\lambda \varphi_\infty \alpha_i \beta_i, \quad B = \lambda M_{w0} \varphi_\infty, \quad \theta_i = \alpha_i e^{\beta_i t_0}$$

$$i=1,2, \quad \lambda = \left[I + \frac{E_w I_w}{E_s I_s} \right]^{-1}$$

NUMERICAL METHODS OF ANALYSIS AND EXPERIMENTS

The integral equation is solved by a numerical method of quadratic formulas, in which the integral is approximated with quadratic formula of trapezia. This method represents a replacement of the integral equation by approximate linear equation with triangle matrix. Such an approximation for problems with similar character gives a very good convergence and the result are practically reliable.

The numerical method is implemented in algorithmic language C++.

We compute a practical example applying the described above method with the following values of the parameters calculated for reinforced glued laminated wooden beam:

$$E_w = 1.5 \times 10^4 \text{ MPa}; \quad E_s = 2 \times 10^5 \text{ MPa};$$

$$n = E_s/E_w = 13.33; \quad A_w = 2000 \text{ cm}^2; \quad A_s = 39.25 \text{ cm}^2;$$

$$I_w = 1666667 \text{ cm}^4; \quad I_s = 75968 \text{ cm}^4;$$

$$I_i = I_s + I_w/n = 200999 \text{ cm}^4; \quad M_0 = 993 \text{ kNm};$$

$$M_w(t_0) = ((I_w/n)/I_i) M_0 = 617.692 \text{ kNm};$$

$$M_s(t_0) = M_0 (I_s/I_i) = 375.308 \text{ kNm};$$

$\lambda=(1+E_w I_w / E_s I_s)^{-1}=0.3780125$; $\alpha_1=0.11$; $\alpha_2=0.89$;
 $\beta_1=0.08$; $\beta_2=5.5$; $\sigma_{w,adm}=21.6$ Мпа; $\sigma_{s,adm}=300$
 Мпа.

The creep coefficient $\varphi=0.5$ is experimentally determined and depends on the moisture of the wood as well as on the surrounding temperature. The changing of the moments $M_w(t) = M_s(t)$, till the end of 10th, 50th, 90th, and 100th day are shown in table 1 (for the exact analytical solution see [14]).

Table 1.

Changing of the Moments $M_w(t)=M_s(t)$ (kNm) as a result of the wood creeping			
Day	Analyt. result	Numerical result	
10	-	94.1107	Step 10 min
50	-	98.0307	Step 9 min
90	-	98.1838	Step 11 min
100	98.201	98.1872	Step 12 min

CONCLUSION

Based on the theory of Linear viskoelastic body of Boltzman and Volterra[12], it is created a practical method for investigation of the influence of wood creeping on load bearing of statically determinate glued multi layers reinforced bridge wood beam. The numerical experiments show that the stresses in the wood decreased but in the reinforcement increased. The creeping reaches its boundary value after the 100th day.

REFERENCES

[1] Bulleite, V. M. Reinforcement of wood materials: a review. *Wood and fiber Sci.*, **16**(1984), No **3**, 391-397.
 [2] Bulleite, V. M. Sandberg, L. B. and Woods, G. J.,. Steel-reinforced glued laminated timber. *J. Str. Engrg.*, ASCE, **115**(1989), No **2**, 433-444.
 [3] Biblis, E. J.,. Analysis of wood-fiberglass composite beams within and beyond the elastic region. *Forest Products J.*, **15**(1965), No **2**, 81-88
 [4] Dziuba, T.,. The ultimate strength of woodenbeams with tension reinforcement. *Holzforchung und Holzverwertung*, **37**(1985), No **6**, 115-119 (in German).
 [5] Fridley, K. J., Tang, R. C., Soltis, L. A. Creep behavior model for structural lumber., *J. Str. Engrg.*, ASCE, **118**(1992), No **8**, 2261-2277.
 [6] Hatt, W. K., H von Schrenk, Langa, G., Johnson, A., I. and Russell, S.: Timber tests. *Transactions of ASCE*, **LI** (1903), 67-100.

[7] Hoyle, R. J. Steel-reinforced wood beam design. *Forest product J.*, **25**(1975), No **4**, 17-23.
 [8] Kobetz, R. V., and Krueger, G. P. Ultimate strength design of reinforced timber: biaxial stress criteria. *Wood Sci.* **8**(1976), No **4**, 252-262.
 [9] Kostelianec, B. A.; Kartopolcev, V. M.: Wooden bridges on motor roads in Russia, *Izvestia Vuzov, Stroitelstvo*, (1997), 89÷93.
 [10] Krueger, G. P. Ultimate strength design of reinforced timber: state of art. *Wood Sci.* **6**(1973), No **2**, 175-186.
 [11] Lantos, G. The flexural behavior of steel reinforced laminated timber beams. *Wood Sci.* **2**(1970), No **3**, 136-143.
 [12] Nowacki, W.: Theorie des Kriechens. Wien, Fr. Deutige Verlag, 1965.
 [13] Partov, D., Dimitrov, T. T., Tschernogorov, G., V., Kaltshev, P. G. Spannungsanderungen infolge von Kriechen und Schwinden bei statisch bestimmt gelegerten Stahlverbundtraegern. *Der Stahlbau*, **54** (1985), No **7**, 205 - 209.
 [14] Partov, D. N., Straka, B, Kantchev, V. K.. Investigation of the Stresses in Cross-section of Wooden Beams with Tension Reinforcement, with Respect to the Rheological Properties of the Wood. *Proceedings of the Balkan Siminar on Rheology*, BAS (2001), 162-170.
 [15] Peterson, J. Wood beams prestressed with bonded tension elements. *J. Str. Engrg.*, ASCE, **91**(1965), No **1**, 103-119.
 [16] Plevris, N., Triantafillou, T. FRP – reinforced Wood as Structural Material. *J. Mater. In Civ. Engrg.*, ASCE, **4**(1992), No **3**.
 [17] Prokopovich, Y. E. Osnovy prikladnoj linejnoy teorii polzuchesti. (Fundamental studies on application of linear theory of creep), Visschaya schkola, Kiev, UdSSR, 1978.
 [18] Rautenschtrauch, K., Becker, P. Zur Beruecksichtigung des Kriechens bei Druckstaeben aus Holz. *Bautechnik* **75** (1998). No **11**,. 910 - 921.
 [19] Schniewind, A. P. Recent progress in the study of rheology of wood. *Wood Sci. Tech.* **23** (1968), No **2**,. 188 - 206.
 [20] Sliker, A. Reinforced Wood Laminated Beams. *Forest Products J.*, **23** (1962), No **5**, 91-96.
 [21] Subcommittee on wood research of the Committee on wood of the structural division: Important research needs in wood- as a structural material. *Journal of Structural Division*, **105**(1979), No10, 2069 ÷ 2089.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ТУНЕЛИ ЧРЕЗ ПРИБУТВАНЕ НА ГОТОВАТА ОБЛИЦОВКА

Юлиан ТОТЕВ

Университет по архитектура, строителство и геодезия
бул. “Христо Смирненски” №1, София 1421, България
E-mail: JTZ_FCE@uacg.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Разгледан е един сигурен начин за изграждането на тунели с различно предназначение, разположени под железопътни линии, автомобилни пътища, подземни комуникации, сгради и др., без да се нарушава тяхната експлоатация. Посочени са предимствата пред откритото разработване и е описана технологията на изпълнение в зависимост от инженерно-геоложките условия и дължината на тунела. Приведени са някои основни формули за определяне на усилията, преодолявани при прибутване на облицовката.

Ключови думи: тунели, тунелни облицовки, тунелни технологии

Този начин намира приложение при изграждането на тунели, независимо от тяхното предназначение, когато се налага преминаването им под железопътни линии, автомобилни пътища, подземни комуникации, сгради и др., без да се нарушава тяхната експлоатация.

Технологията за изпълнение на отделните видове основни работи зависи от дължината на тунела, формата и размерите на напречното му сечение, конструкцията на облицовката, дълбочината на заложение и физико-механичните свойства на почвите, през които преминава тунелът. Принципна схема, намерила понастоящем най-широко приложение, е показана на фиг. 1, където с позиции са отбелязани следните елементи:

1. Котлован с размери, достатъчни за поместване на тунелните секции за облицовката;

2. Стоманобетонна стена, поемаща

усиленията от хидравличните преси;

3. Хидравлични преси, поместени равномерно по периметъра на облицовката;

4. Притискаща рамка, предаваща равномерно усилията от хидравличните преси върху облицовката;

5. Секция от облицовката, спускаща се в котлована за прибутване;

6. Междинна станция с хидравлични преси;

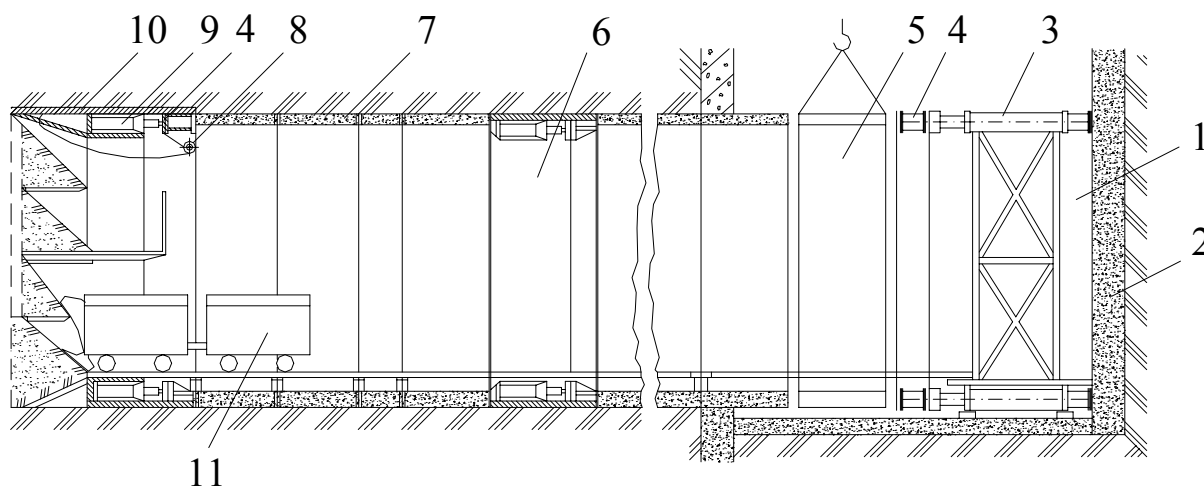
7. Секция от облицовката;

8. Руло със стоманена лента, която се изтегля между облицовката и почвата;

9. Специални хидравлични преси за коригиране посоката при прибутване на ножовата част;

10. Ножова част, под прикритието на която се разработва почвата /оборудва се подобно на ножовия пръстен при щитовете/;

11. Вагонетки /или транспортна лента/ за извозване на разработената почва.



Фиг. 1

Основните работи започват с изкопаването на котлован, в който се помества станцията с хидравличните преси. След това в котлована се спуска ножовата част и първата секция от облицовката, които се съединяват и образуват т. нар. ножова секция. С помощта на хидравличните преси ножовата секция се забива в почвата, след което цилиндрите на хидравличните преси се връщат в изходно положение и освобождават място за поставяне на следващата секция от облицовката. Разработената почва на забоя се товари ръчно или с товарачни машини върху транспортни ленти или във вагонетки и се извозва през котлована.

Най-добри резултати при прилагане на начина чрез прибутване на готовата облицовка се получават в случаите, когато тунелът се прокопава в устойчиви, свързани почви /глина, пясъклива глина и др./, а така също в насипи, изпълнени от уплътнени, несвързани почви с естествена влажност. В неустойчиви почви често пъти се налага предварителното им заздравяване, а във водонаситени пясъци и чакълести отложения е необходимо предварително да се изпълни понижаване нивото на почвените води.

Формата на напречното сечение на изгражданите по този начин тунели най-често е кръгла или правоъгълна, площта на сечението – до 90 m^2 , а дължината на участъка – 5 до 120 m. Отделните секции

на облицовката са метални или стоманобетонени с дължина $1\div 4 \text{ m}$. Когато облицовката се монтира на открито /при пресичане на насип/, може да се прибутват секции със значително по-голяма дължина.

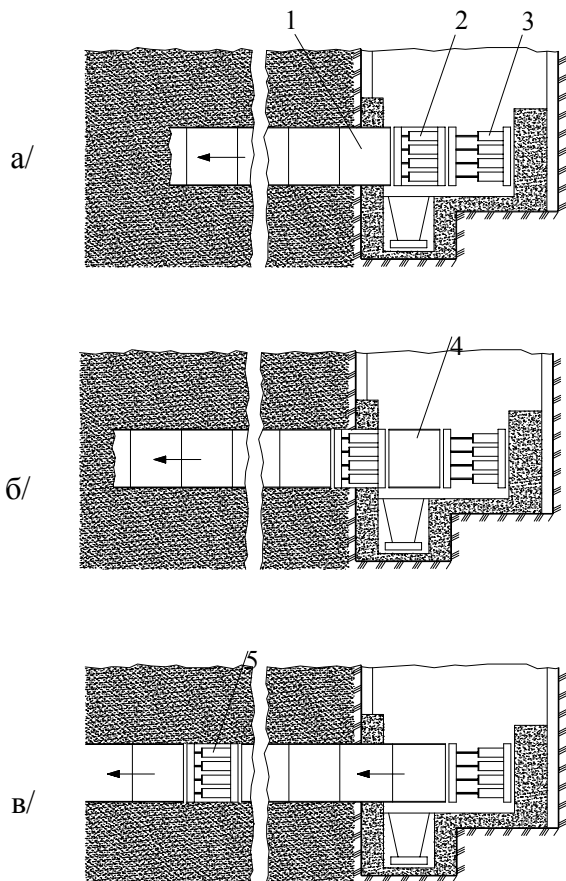
Съпротивлението от триене между облицовката и почвата ограничава много дължината на участъка, изпълняван чрез прибутване на облицовката, и може да се намали чрез: нагнетяване на бетонитов разтвор зад облицовката; нанасяне върху външната повърхност на секциите на епоксидна смола, технически масла и др. или поставяне между почвата и облицовката на стоманени ленти. Този въпрос може да се реши най-правилно с прилагането на междинни станции с хидравлични преси /фиг. 2/.

Междинни станции се налага да бъдат използвани и когато тунелът е в хоризонтална крива.

Когато се изпълняват тунели с големи сечения, за увеличаване дължината им в Германия се прилага т. нар. телескопична схема. При нея първоначално се прибутват секции с големи размери от проектите, след което през тях се прибутват секциите с по-малки размери.

В Япония е намерил широко приложение начинът с изтегляне на отделните секции от облицовката с помощта на стоманени въжета, преминаващи през предварително пробити по дължина на тунела хоризонтални

сондажи и през надлъжни канали в въжета се създава от станцията с хидравлични преси, която е монтирана в крайния котлован, докато началният котлован остава свободен за изпълнение на операциите по транспортиране на разработената почва и монтаж или изготвяне на секциите от облицовката.



Фиг. 2

1 - облицовка на тунела; 2 - междинна станция в котлована; 3 - основна станция с хидравлични преси; 4 - поредна секция от облицовката; 5 - междинна станция в тунела

Успешното използване на разглеждания начин зависи от правилното определяне на граничното усилие на прибутване при зададена дължина на тунела. То е от решаващо значение за определяне на рационалната схема на изграждане на тунела в зависимост от конкретните условия на строителство. В случаите, когато общото усилие на хидравличните преси е равно или по-голямо от необходимото гранично усилие, може да се използва т. нар. технологична схема, която предвижда една основна станция с

облицовката. Усилието в стоманените хидравлични преси, без да се прилагат допълнителни мероприятия за намаляване усилията за прибутване на облицовката. В другия случай трябва да се вземат специални мерки за намаляване на съпротивленията.

В най-общия случай граничното усилие на прибутване P в прав участък трябва да бъде:

$$P \geq W, \quad (1)$$

където:

W - общо съпротивление за прибутване на облицовката

$$W = W_{ep} + W_{mp}; \quad (2)$$

W_{ep} - съпротивление при врязване на ножовата част в почвата;

W_{mp} - странично съпротивление от триене между облицовката и обкръжаващата я среда.

$$P = k(W_{ep} + W_{mp}), \quad (3)$$

където: k - коефициент на условия на работа /приема се от 1,0 до 1,1 в зависимост от пълнотата на изходните данни/.

При непроменливи условия на прибутване съпротивлението на врязване на ножовата част е постоянно, докато страничното съпротивление от триенето е променливо, нарастващо в зависимост от разстоянието на прибутване. Основната част на общото усилие P се обуславя от W_{mp} .

Съпротивлението W_{ep} се установява най-точно чрез обобщаване на данните от измервания по време на строителството.

Съпротивлението W_{mp} се определя по формулата:

$$W_{mp} = [2(q + p)D + g_{обл}]f_0x + \pi Dc_0x, \quad (4)$$

където:

- D - външен диаметър на облицовката;
- q - вертикален планински натиск;
- p - хоризонтален планински натиск;
- $g_{обл}$ - тегло на 1 m^3 от облицовката;
- f_0 - коефициент на триене между облицовката и обкръжаващата я среда;
- x - разстояние, на което е прибутана облицовката от началната точка;
- c_0 - сцепление между облицовката и обкръжаващата я среда.

Вертикалният и хоризонталният планински натиск се изчисляват съгласно "Норми за проектиране на пътни и железопътни тунели".

Коефициентът f_0 се приема съгласно таблица 1.

Таблица 1

№	Наименование на контактуващите материали	f_0
1.	Стомана - сух дребнозърнест пясък	0,57
2.	Стомана - влажен дребнозърнест пясък	0,61
3.	Стомана - сух едрозърнест пясък	0,48
4.	Стомана - влажен едрозърнест пясък	0,50
5.	Бетон - сух дребнозърнест пясък	0,78
6.	Бетон - водонаситен дребнозърнест пясък	0,67
7.	Бетон - сух едрозърнест пясък	0,72
8.	Бетон - водонаситен едрозърнест пясък	0,60
9.	Стомана - стомана	0,14 - 0,18
10.	Стомана - бентонитов разтвор	0,10 - 0,15
11.	Бетон - глинест пясък, пясъклива глина или глина	0,19 - 0,84

Необходимото усилие за придобиване на облицовката варира в широки граници. Така например в практиката на метростроенето в Русия е усвоен агрегат за изпълнение на тунели в пясъци с естествена влажност, прослойки от глина и дребен чакъл, при външен диаметър на секциите за облицовка от чугун 6,0 m. Хидравличните преси са 30 броя, с общо усилие 30000 kN, оразмерени за преодоляване на участък с дължина 30 m. Постигната е скорост на придобиване 3 m/денонощие.

Основните предимства на описания начин на изпълнение на тунели в градски условия са следните:

- отстраняване на деформациите и слягането на почвата в резултат на пълно съвпадение на размерите на напречното сечение на подземната изработка и на тунелната облицовка;

- не се нарушава редовната експлоатация на транспортните пътища, съоръженията, сградите и др., под които минава тунелът;

- заменя прилагането на други методи /щитов, безвзривен/, които се явяват нерентабилни при малка дължина на тунела.

Като се имат предвид предимствата на разгледания начин, той би могъл да намери широко приложение у нас при изпълнението на колекторни тунели, при преминаването под железопътни линии и автомобилни пътища, в отделни къси отсечки от трасето на метрополитена и др.

Литература:

- [1] Храпов В.Г., Демешко А.Д., Наумов Н.С. и др. Тоннели и метрополитены. "Транспорт", Москва, 1989.
- [2] Васюков П., Молодцов Г., Хихлуха Б. Совершенствование метода продавливания тоннелей. "Метрострой", №7, 1981.
- [3] Васюков П. Расчет усилий продавливания тоннелей. "Метрострой", №4, 1981.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АВАРИЙНО УКРЕПВАНЕ НА ФУНДАМЕНТИТЕ ПРИ ВИСЯЩИТЕ ДВУВЪЖЕНИ ЛИНИИ

Юлиан ТОТЕВ

Университет по архитектура, строителство и геодезия
бул. “Христо Смирненски” №1, София 1421, България
E-mail: JTZ_FCE@uacg.acad.bg

АНОТАЦИЯ

Укрепването на фундаментите на двувъжените линии по време на експлоатация е разгледано от различни страни, като е отчетена спецификата в натоварването /динамично, несиметрично, променливо/. Посочени са решения за различните аварийни ситуации. Обърнато е внимание на въпроса за взаимодействието между елементите на съществуващата конструкция и вложените в нея нови подсилващи детайли. Изводите са приложени от автора в практиката.

Ключови думи: висящи въжени линии, фундаменти

ВЪВЕДЕНИЕ

Висящите въжени линии са специфичен вид транспорт, за чието ефективно функциониране от определящо значение са два основни фактора:

а/ ритмичното натоварване на линията, т.е. осигуряване на непрекъснат товаропоток (респ. пътничопоток);

б/ доброто техническо състояние на съоръжението.

Характерно за опорните конструкции на въжените линии (стълбове и станции) е, че те работят в условията на динамично, променливо натоварване. Преминаващите над тях вагонетки предизвикват резки скокове на напреженията в отделните елементи на конструкцията, които в много от случаите водят до бързата умора на материала. От друга страна натоварването върху съоръженията е подчертано несиметрично, тъй като обикновено върху стълба се намира вагонетка само от единия клон (изключение в това отношение

правят махалните въжени линии, при които проектирането се извършва така, че двата вагона да се разминават върху стълб, поставен по средата на трасето).

В резултат на изброените неблагоприятни фактори при висящите въжени линии се проявяват редица аварии, които в различна степен засягат отделните части на линията. Едни от най-значимите и най-трудни за отстраняване са разрушенията на фундаментите под опорните стълбове. Проблемите при тях произтичат главно поради две причини:

а/ невъзможността въжената линия да бъде спряна за по-дълъг период от време, за да бъде извършен ремонтът;

б/ необходимостта да се осигури добра съвместна работа между авариралата конструкция и вложените след усилването ѝ нови елементи.

За отбелязване е, че аварийните ситуации са много по-често срещани и са с по-голяма интензивност при товарните

въжени линии, вследствие на значително по-голямото тегло на техните вагонетки.

ВИДОВЕ АВАРИИ

Проведените наблюдения върху фундаментите на висящите въжени линии открояват три основни групи повреди:

А. Разбиване на фундаментните стълби

Изразява се в свободното откъртване на горния циментов слой и оголването отдолу на некачествен, беден по отношение на циментно съдържание бутобетон /фиг. 1/. В повечето случаи качеството на този бетон говори за едно лошо изпълнение на строителството, а не за пропуски при проектирането.



Фиг. 1

Б. Оголване на подложните стоманени плочи под краката на стълбовете

Пряко последствие от ниското качество на бетона е разбиването му под опорните плочи на краката на стълбовете. Обикновено размерите на тези плочи са твърде оскъдни, което позволява напреженията, предавани от тях върху бетоновата повърхност, да се проявяват под формата на силно смачкване в тази зона, водещо до постепенното раздробяване на едрия и дребния добавъчен материал в бетона. Процесът на разрушаване е силно улеснен от динамичния характер на работа на стълба /непрекъснато повдигане и след това падане на опорната плоча/.

В. Късане на анкерните болтове

Причините за тази сериозна повреда /фиг. 2/ могат да се търсят в три насоки:

а/ недостатъчно сечение на болтовете, което да поеме съответния опън;

б/ изчерпване носимоспособността на болтовете поради умора, настъпила вследствие на променящите се напрежения в мястото на връзката с крака на стълба;

в/ недобро закотвяне на анкерните

болтове във фундамента.

Недостатъчното сечение на анкерните болтове се регистрира чрез непосредственото измерване на техния диаметър и сравняването му с проектния. В подкрепа на тезата, че най-уязвими са максимално натоварените на опън болтове, е проведеното от автора статистическо наблюдение, резултатите от което недвусмислено сочат, че почти във всички случаи скъсването на болтовете се отбелязва под празния клон на въжената линия. Обяснението на тази закономерност следва да се търси в несиметричното натоварване на стълба: по-големите товари, идващи от пълния клон при товарните въжени линии, предизвикват силното претоварване на опън на анкерните болтове под празната страна.

По отношение на умората на анкерните болтове може да се отбележи, че тя е пряко следствие от разхлабването на връзката между болта и опорната плоча, дължащо се на подаването на металната плоча под крака на стълба. Това създава възможност за резки промени в напрегнатото състояние в мястото на връзката, които с течение на времето пораждаат умората на метала.



Фиг. 2

Доказателство за подобно заключение е фактът, че болтовете се късат непосредствено под притягащата гайка, която е изложена на циклично ударно натоварване от разхлабената вече опорна плоча. При това не трябва да се изпуска от внимание и обстоятелството, че работата на анкерните болтове съвсем не се свежда

само до поемането на чист опън. Големите хоризонтални сили и усукващи моменти, предавани от стълба на фундамента, пораждат у болтовете съответното срязване, което също допринася за утежняване на напрегнатото им състояние.

Случаите на недобре закотвени анкерни болтове са много редки, но за сметка на това най-неприятни, тъй като работата на тези болтове е изцяло компрометирана от самото начало на въвеждане на въжената линия в експлоатация.

МЕРОПРИЯТИЯ ЗА УКРЕПВАНЕ НА ФУНДАМЕНТИТЕ

Мерките по укрепване на фундаментите се уточняват за всеки конкретен случай в зависимост от вида на повредата.

Съществуват два основни начина за извършване на ремонта: чрез демонтиране и без демонтиране на съответния стълб. Първият начин намира приложение най-вече при ниските стълбове. Той дава възможност по-спокойно и прецизно да се извършат строителните работи, но за сметка на това изисква едно по-продължително прекъсване на работата на въжената линия (което не винаги е възможно да бъде осигурено). Често пъти вместо реконструкция на съществуващия фундамент се прибегва до направата на нов, в непосредствена близост до аварирания, след което стълбът само се премества. По този начин престоят на въжената линия е минимален, но се оскъпява реконструкцията (по същество се извършва ново строителство).

Вторият начин, без демонтиране, има голямото предимство, че позволява предварително да бъдат извършени по-голямата част от строителните работи и линията да бъде спряна само при полагането и втвърдяването на бетона. Този начин, обаче, има някои особености, които трябва да се имат предвид от инженера по транспортно строителство.

Увеличаването на размерите на фундаментните стъпки, без да се предприемат други мерки, е едно неудачно решение, тъй като не премахва основната причина за разрушението на бетона – опъна. Освен това при този вариант под опорните плочи на краката на стълба остава старият некачествен бетон, чието по-нататъшно разрушаване не може да бъде спряно по указания начин. Потвърждение на това са пукнатините,

появили се в новоизлятия бетон на някои въжени линии, чиито фундаменти са “усилени” по тази схема (фиг. 3).

Още по-сериозно стои въпросът в случаите на скъсани или недобре закотвени анкерни болтове (разнообразието по отношение на закотвянето им при въжените линии е голямо). И при двата вида аварии работата на болтовете е компрометирана, а възстановяването им – трудно и недостатъчно сигурно. Това налага да се потърсят техни заместители, които надежно да осигурят връзката между фундамента и стълба.



Фиг. 3

Работата по укрепването на фундаментите задължително започва с едно преизчисляване на напреженията във възловите сечения, като за целта внимателно се проверят всички възможни комбинации от натоварвания върху стълба. Много важно при тези проверки е да се работи с реалните подвижни товари (а не с проектните, които често се оказват променени).

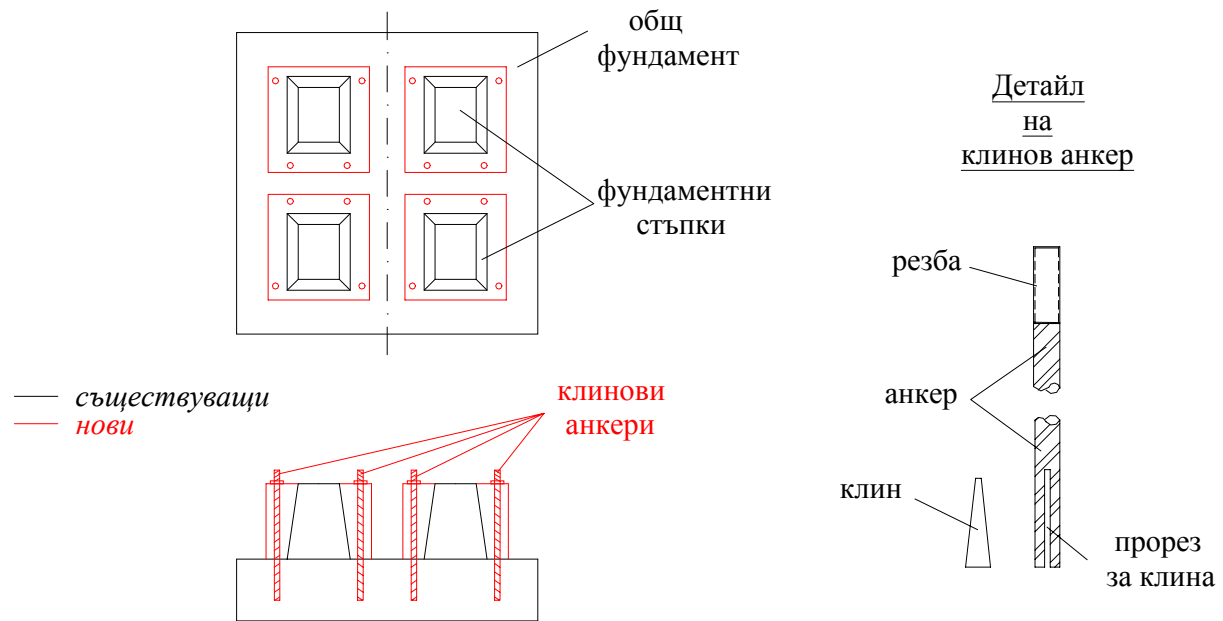
Основните моменти при реконструкцията са два:

а/ вложените нови подсилващи детайли да гарантират дълготрайната безаварийна работа на съоръжението;

б/ да се осигури добра връзка между тях и съществуващия фундамент.

Оразмеряването на анкерните болтове се извършва така, че те да поемат напълно самостоятелно намерените от изчисленията усилия. Същото се отнася и до подсилващите планки.

При определяне размерите на фундамента нещата се свеждат до това да



Фиг. 4

разрушение на стария бетон. Напреженията в основната фуга много рядко играят роля при това оразмеряване.

Технологията на изпълнение включва пробиването на дупки за новите анкери и тяхното монтиране; заваряване на армировката към тези анкери; направата на кофраж и изливването на бетона /фиг. 4/.

Анкерите е добре да бъдат двойно осигурени при закотвянето. Това се постига чрез използването на клинови анкери от профилна стомана, със запълнител от цименто-пясъчен разтвор /вж. фиг. 4/. Резбите в горната им част могат да се изпълнят след изглаждането на профила или след челно заваряване на гладка стомана. За препоръчване е да се приложи първият начин.

Полагането на бетонната смес е добре да се извърши след намазване на старите стъпки със специални смеси, подобряващи сцеплението между стария и новия бетон [1]. За бързото

втвърдяване на сместа (от което зависи и интервалът за прекъсване на работата на възената линия) е необходимо да бъдат добавени съответните ускорители.

След втвърдяване на новия бетон се извършва притягането на анкерните болтове с по два броя гайки.

В заключение следва да се изтъкне, че разнообразието от решения за укрепване на аварирани фундаменти при висящите възени линии е голямо, което налага при всеки конкретен случай да се подхожда внимателно и творчески. В това отношение направените препоръки могат да бъдат една добра основа за успешното решаване на възникналите проблеми.

Литература:

[1] Николов И. Възстановяване монолитността на бетона. Изд. "Техника", София, 1979.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЗАЗДРАВЯВАНЕ НА ЗЕМНОТО ПЛАТНО НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ В МЕЖДУГАРИЕТО ПОПОВО - КАРАДЖАТА

Софрон В. Софронов*

Министерство на транспорта и съобщенията, София 1000, ул. ”В. Левски” № 9

REINFORCEMENT OF THE RAILWAY BETWEEN THE STATIONS POPOVO AND KARADZHATA

Sofron V. Sofronov

Abstract: *The reinforcement of the railway in the last years is paramount importance for increasing the speed, safety and security of the trains.*

Key words: technology, reinforcement, deformation properties, experiment.

1. УВОД

Ускореното строителство на обектите от удвояването на железопътната линия София-Варна и особено изпълнените от Войските на Министерство на транспорта участъци в междугарието Червен бряг–Хумата, Хумата–Телиш и като цяло частта на жп линията от гара Стражица до Търговище и Шумен доведе до редица некачествени и лошо изпълнени земно-насипни работи. След въвеждането им в експлоатация в тези участъци са констатирани значителни деформации на земното платно, пропадания на насипите и свличания на скатове в траншеите. Освен в плана и профила на железния път деформациите оказваха влияние на контактната мрежа поради накланянето на носещите стълбове и често довеждаха до предаварийни ситуации. Ремонтните работи се извършваха частично при една сравнително сложна експлоатационна обстановка за движението на влаковете, съпроводена с постоянен недостиг на финансови и материални средства, което не позволяваше

развърщането на цялостна програма за ремонт и заздравяване на засегнатите участъци.

Първият обект по ремонта и заздравяването на земното платно от КМ 360+⁷⁰⁰ до КМ 361+³⁰⁰ в междугарието Попово-Караджата се яви експериментален за прилагането на нова, по евтина, сравнително ефективна и надеждна технология. Междугарието е построено по изцяло ново трасе през 1985 г. от Войските на Министерство на транспорта. С Решение на Експертен технико-икономически съвет от 20,09,1988 година на СО “БДЖ” се приема заздравяването на насипите в посочения участък да стане чрез изземване на част от короната на насипите от 1,0 до 3,0 м насипване с нов годен за насипи материал, неговото технологично уплътняване и изпълнение на допълнителни залесителни и отводнителни мероприятия с последователно спиране на движението на влаковете и работата по път № 1 и път № 2.

През 1990г. под. 58210 Г.Оряховица започва изпълнението на проект за ремонт на земното платно разработен от ИПП

* Софрон В. Софронов, Министерство на транспорта и съобщенията, София 1000, ул. ”В. Левски” № 9

“Транспроект”, съгласно препоръките на ЕТИС на СО ”БДЖ”. Спряно е движението по път № 2, демонтиран е железният път и е отнета част от насипа на дълбочина 1,8÷2,0 м от короната надолу.

След разкриването на насипа са констатирани предувлажнени зони по откоса на път № 1 и разкритата част под път № 2. Наблюдавани са значителни деформации в разкрития насип от преминаването на автомобили и строителна техника. Това наложи техническия контрол на обекта чрез ДФ “БДЖ” да възложи изготвянето на техническа експертиза за състоянието на насипа и да направи оценка на изпълнявания проект на ИПП “Транспроект”, като се даде и инженерно техническо решение за понататъшното продължаване на заздравителните мероприятия.

При обследването на насипа и проучване на техническата документация бе констатирано, че насипът е разнороден и са получени противоречиви стойности за обемната плътност по време на строителството и сега. Това наложи преди да се даде исканото инженерно-техническо решение да се изследват деформационните свойства на насипа на ниво 2 м под короната и се експериментират различни методи за заздравяването му.

2. ИНЖЕНЕРНО - ГЕОЛОЖКАТА И ХИДРОГЕОЛОЖКАТА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЗЕМНАТА ОСНОВА

Насипът от КМ 360+⁷⁰⁰ до КМ 361+³⁰⁰ е изграден върху терен със следния литоложки състав:

- почвен слой чернозем с преобладаващи прахови глини с растителни корени покрива повсеместно терена без замочурените участъци и насипите. Мощността на почвения слой е от 0,4 до 1,4 м. Активният слой с интензивни биологически процеси е 0,6 м. Част от този слой при залагането на насипа е отстранен съгласно изискванията на проекта;

- лъсови глини, немакропорести, непропадъчни, тъмнокафяви до кафяви с карбонатни конкреции и налепи, преотложени в речната тераса на р.Черни Лом;

- глина прахова, алувиална с примес от дребен чакъл, жълта до сиво-зелена;

- глинест пясък, разнозърнест, жълтокафяв до сив, водонаситен;

- мергел, глинест, изветрял излизащ и на повърхността;

- мергел, глинест, свеж, сивосин;

Почвените води залягат на 2-3 метра от съществуващата теренна повърхност и се дренират в р.Черни Лом върху здрава земна основа.

3. СЪСТОЯНИЕ НА НАСИПА

Насипът на КМ 360+⁷⁰⁰ до КМ 361+³⁰⁰ е с височина от 6 до 7,5 м. От дясната страна по посока на километража има видими слягания на земното платно, поради което баластовата призма е донасипвана, липсва банкет, правени са частични уширения с кариерни отсекки. На отделни места баластрата се стича по откосите. Поради липса на отводнителни канавки петата на насипа е преувлажнена. Капилярна влага се наблюдава на височина до 1,5÷2 м от петата на насипа. По откосите са образувани надлъжни пукнатини. Извършените геоложки изследвания показват уплътняване на насипа с 9% при нормална уплътняваща работа и с 13% при увеличена, което е значително над допустимия минимум.

4. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДЕФОРМАЦИОННИТЕ СВОЙСТВА И ПОВЕДЕНИЕ НА НАСИПА

Деформационните свойства на насипа са изследвани чрез пробно статично натоварване, съгласно БДС 8004-75. Диаметърът на щампата е d=600 мм. Деформационните модули са определени по формулата:

$$E_0 = W(1 - Y^2) \sqrt{F} \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad (1)$$

където: W = 0,89 – за кръгла щампа

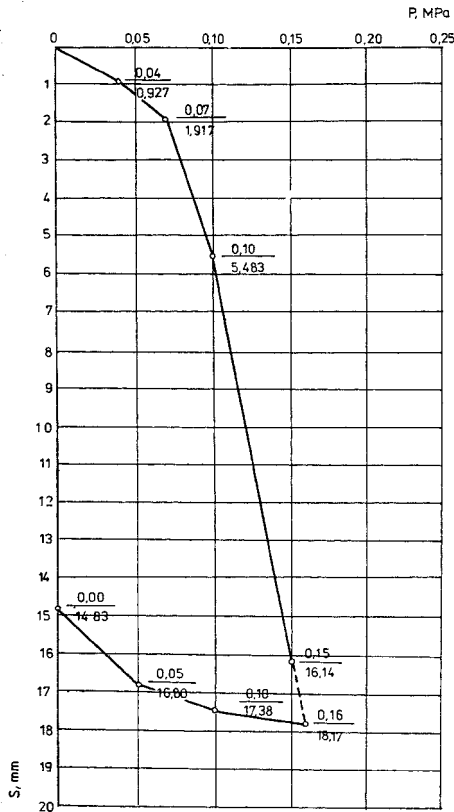
Y = 0,35 – коефициент на Поасон за пясъчлива глина

F = 2826 см² размер на натоварването

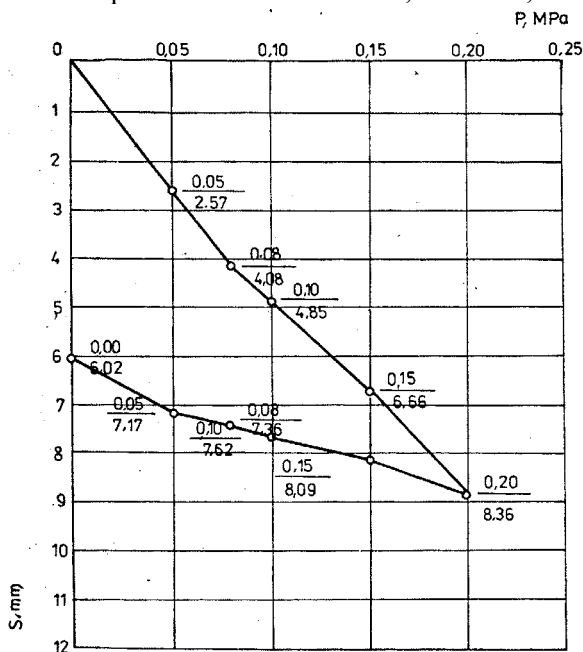
ΔP – размер на натоварването

ΔS – размер на слягането

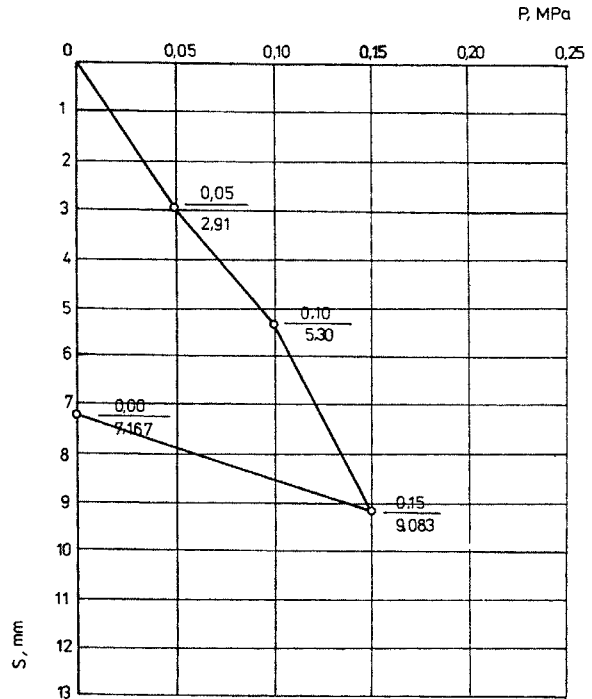
Проведени са изследвания на КМ 361+¹⁶³ (пробно статично натоварване № 1), КМ 361+²⁰⁰ (пробно статично натоварване № 2), КМ 361+⁰⁷⁰ (пробно статично натоварване №3).



Фиг. 1 Крива на слягане при пробно статично натоварване № 1 на км 361⁺¹⁶³, кота 196,40.



Фиг.2 Крива на слягане при пробно статично натоварване № 2 на км 361⁺²⁰⁰, кота 192, 30 (пета насип).



Фиг.3 Крива на слягане при пробно статично натоварване № 3 на км 361⁺⁰⁷⁰, кота 195,22.

Обобщените резултати са показани на фигури 1, 2 и 3 с изобразени криви на слягане при пробно статично натоварване.

Анализът на получените резултати за деформационните модули показва, че насипа е нееднороден и неуплътнен. За натоварване в интервала $P=0,10\div 0,15$ MPa деформационният модул има стойности $E_0=2\div 5,5$ MPa. Направени бяха няколко сондажа, при което също се установи, че насипа е нееднороден и за конкретните места (км 361⁺⁰⁵⁶, 361⁺⁰⁴² и 361⁺⁰³⁹) не са спазени стандартните изисквания, като ядрото на насипа е изградено от дренаращи материали, получени от производството на тухли и други отпадъци и защитено с пласт делувиална глина с дебелина 1 м.

Резултатите от изследването потвърдиха, че действително е необходимо заздравяване чрез уплътняване на насипа в дълбочина и провеждане на допълнителни укрепителни мероприятия – отводняване на основната площадка, направа на дренажни ребра, залесяване и други.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ДЕФОРМАЦИОННИТЕ СВОЙСТВА (НОСЕЩА СПОСОБНОСТ) НА НАСИПА

При конкретните почвени условия и състоянието на насипа се прецени, че неговото заздравяване е възможно чрез:

- а) дълбочинно термично заздравяване (осушаване и спичане);
- б) направа на варови пилоти;
- в) забивни пилоти от стоманобетон или от използвани стоманобетонни траверси;
- г) пясъчни пилоти;
- д) уплътняване насипа с тежка трамбовка (круша).

С оглед възможностите на строителя – ВМТ и с цел минимизиране на разходите ЕТИС на ДФ “БДЖ” прие за изпълнение последните три метода както следва:

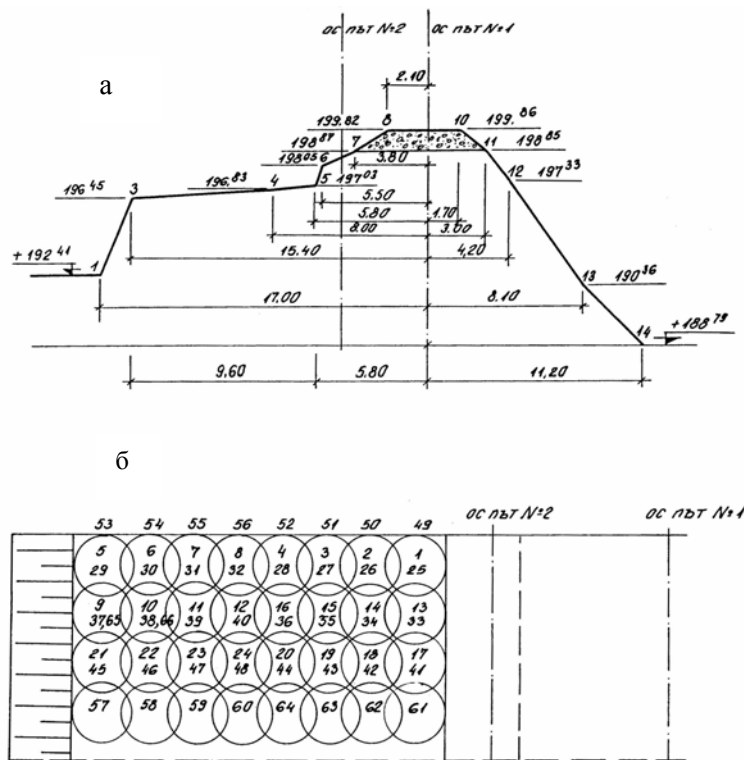
-от КМ 360+⁸⁰⁰ до КМ 360+¹⁰⁰ – уплътняване на разкритата част с тежка трамбовка;

-от КМ 360+¹⁰⁰ до КМ 361+³⁰⁰ – направа на пясъчни пилоти и забивни пилоти от стари струно-бетонни траверси;

-от КМ 360+⁷⁰⁰ до КМ 360+⁸⁰⁰ – чрез изземване на горната част на насипа на дълбочина до 2,0 м и възстановяването му при

стриктно спазване на ВТУ от 1983 г. като разкритата част на насипа се уплътни и се положат дренажни ребра от трошен чакъл преди започване на изграждането на новата част от подходящ дренаж материал. Строго се контролираше уплътняването на новата част да става на пластове с дебелина 0,25 до 0,30 м. Постигането на необходимата стандартна плътност се определи на опитен участък. Контролирането на степента на уплътняване на насипа се извърши съгласно БДС 3214-75.

В участъка от КМ 360+⁸⁰⁰ до КМ 361+¹⁰⁰ се използваше тежка трамбовка с $d=1,50$ м, тегло 5 т от височина 4 м и маса създаваща статично натоварване 20 кРа. Окончателният брой на ударите върху един печат се уточни на място с пробен участък до “отказ” – постоянна величина на понижението на повърхността на насипа от един удар (при застъпване на печатите 1/3 от диаметъра на трамбовката по приета принципна схема (фиг.4)



Фиг.4 Схема за уплътняване на насипа с тежка трамбовка и последователността на ударите
а- напречен профил М 1:50;
б – технологична схема М 1:25;

При диаметър на трамбовката $d = 1,5$ м, дълбочината на уплътняване е $0,8 d$ или $1,20$

м. Необходимата плътност на скелета ρ_n/d се определя по израза:

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

3А и 8 линии и други обекти от пътното стопанство на НК "БДЖ". Тези решения, съчетани с най-новите технологии за укрепване на земното платно с използване на геомрежи, дават още по добри, дълготрайни и надеждни резултати.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Желев Ж., Г. Стефанов. Проектиране и изграждане на земното платно; "Железопътен транспорт" 1997, кн 3, 4 и 5;

[2] Норми за проектиране на железопътни линии и железопътни гари(шифър 2-06-01), Комитет за териториално и селищно устройство, Министерство на транспорта, София, 1991;

[3] Заповед № 92/15,09,1988 г. на Генералния директор на СО "БДЖ"

[4] Решение на ЕТИС на "БДЖ" от 20,09,1988г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МЕЖДУНАРОДНИ СРАВНЕНИЯ В ТРАНСПОРТА

доц. д-р инж. Иван Брешков, СМС

Катедра “Икономика на транспорта” на УНСС
Студентски град “Христо Ботев”, 1700, София, България
E-mail: ivanbr@unwe.acad.bg

АНОТАЦИЯ

В доклада се прави сравнителен анализ на развитието на транспортната система на България със страните от Балканския полуостров, Централна и Източни Европа и страните от ЕС. Изчислена е плътността на транспортната мрежа, предлагането на транспортни услуги и основните показатели за количеството на транспортните услуги на един жител и на един кв. км от територията на страните. Дават се препоръки за развитието на транспортната система на България на базата на сравнителните изследвания.

Ключови думи: транспортна система, железопътен, автомобилен, вътрешно воден, тръбопроводен транспорт, дължина, плътност, показатели.

1. ОСНОВАНИЕ ЗА СРАВНЕНИЕТО

Конкурентоспособността на една страна се изразява в правенето на нещо по-добре от други страни. Това се отнася както за стоките, така и за услугите, които жителите на страната могат да предложат на населението на други страни.

Транспортната система на всяка страна има няколко характеристики, които я правят уникална. Тук влизат независимостта на държавата от преходите към други държави, степента на развитие на мрежата, комбинацията и взаимодействието между отделните видове транспорт, граничните преходи, степента на техническа съоръженост на транспорта, равнище на технологично развитие със световните тенденции и др.

Едновременно с това транспортът е основа за развитие на производството, търговия и качеството на живот на населението.

Присъединяването на България към страните от Европейския съюз /ЕС/ е изключително

важно и преди всичко е свързано с развитието на транспортната система на страната. През територията на страната и по край нея преминават общо 5 трансевропейски коридора от 10 коридора, които се устройват в Европа.

Не на последно място следва да се отбележат чисто икономически характеристики на транспортната система: използване на националния транспорт за превоз на товари и пътници, заетост на населението, БВП, произведен в транспорта, положително салдо от транспортни услуги в платежния баланс и др.

Всичко това дава основание да се направят някои сравнения за развитието на транспортната система на България, които да позволят да се направи сравнение с развитието на транспорта в страните от Балканския полуостров, страните от Централна и Източна Европа /ЦИЕ/ и страните от ЕС.

2. ПЛЪТНОСТ НА ТРАНСПОРТНАТА МРЕЖА

Развитието на транспортната мрежа на една страна е основна характеристика на транспортната система. В транспортната мрежа не се включват два вида транспорт: морски и въздушен, които имат характер на световни видове транспорт. Тези два вида транспорт гарантират транспортната независимост, която е част от националната

независимост на всяка страна. За тези два вида транспорт няма данни за развитие на мрежата, тъй като националните транспортни средства се използват практически неограничено в световния воден и въздушен океан.

За изясняване на степента на развитие на транспортната мрежа е целесъобразно да се даде информация за площта и населението на страните от Балканския полуостров, табл. 1.

Таблица 1. Площ и население на страните от Балканския полуостров

Държава	Площ, хил. кв. км	Население, хил.	Плътност, бр./кв. км
Албания	28.7	3249	113
България	111.0	8283	75
Гърция	132.0	10499	80
Македония	25.7	1997	78
Румъния	238.4	22546	95
Турция	774.8	63745	82
Югославия	102.2	10597	104
Всичко	1412.8	120916	85.6
Средна	201.8	17273.7	

Територията на отделните страни на Балканския полуостров се колебае в широки граници от 25.7 хил. кв. км. за Македония до 774.8 хил. км за Турция. Средната площ е 201.8 хил. кв. км. Населението също се колебае в широки граници като граничните стойности се наблюдават в Македония и Турция.

Плътността на населението обаче е много близка. Средната за всички страни е 85.6 души/кв. км. Най-висока плътност се наблюдава в Албания – 113 души, а най-ниска

в България – 75. Това дава основание да се твърди, че населението е сравнително равномерно разселено в отделните страни на Балканския полуостров.

Ако от изследването се изключи Албания то средната територия ще се увеличи незначително, а средната плътност ще се намали.

Дължината на транспортната мрежа на континенталните видове транспорт на Балканските страни е дадена в табл. 2.

Таблица 2. Дължина на транспортната мрежа, км

Държава	ЖП пътица	Пътица	Вътрешно воден	Тръбопроводен	Общо
Албания	520	8000	-	-	8520
България	4293	37293	470	578	42634
Гърция	2503	38312	-	-	40815
Македония	699	9623	-	-	10322
Румъния	11380	73161	1613	4629	90783
Турция	11508	61630	-	Н.д.	73138
Югославия	4031	50359	Н.д.	Н.д.	54390
Всичко	34934	278378	2083	5207	320602
Средна	4991	39768	298	744	45800

Н.д. – няма данни.

Следва да се отбележи, че транспортната мрежа от континенталните видове транспорт в България е много близка до средната за Балканските страни. Отличията са незначителни. Абсолютните стойности на мрежата показват лидерството на Румъния, следвана от Турция и Югославия. На

последно място е Албания, а на предпоследно Македония.

За определяне на степента на развитие на континенталната транспортна мрежа е необходимо да се изчисли плътността на мрежата на 1000 кв. км площ, на 1000 жители и на интегралния показател за плътност, който е изчислен като отношение на дължината на

мрежата към корен квадратен от всяка една държава. Изчисленията са дадени в произведението на площта и населението на табл. 3.

Таблица 3. Показатели за плътност на мрежата

Държава	Дължина/1000 кв. км	Дължина/1000 души	Интегрална плътност
Албания	297	2.6	28
България	384	5.2	44
Гърция	309	3.9	35
Македония	402	5.2	46
Румъния	381	4.0	39
Турция	94	1.1	10
Югославия	532	5.1	52
Всичко	227	2.6	24

Средните стойности на показателите за всички страни от Балканския полуостров са дадени в последния ред на табл. 3.

С най-високи стойности за плътност на 1000 кв. км площ са следните страни: Югославия – 532 км/1000 кв. км, следвана от Македония – 402, България – 384 и Румъния – 381.

При плътност на 1000 жители на първо място са България и Македония с 5.2 км, следвани от Югославия.

По интегралния показател на първо място е Югославия с 52 км, следвана от Македония – 46 и България – 44 км.

Най-ниски показатели има Турция – съответно 94, 1.1 и 10 км, следвана от Албания.

Явно е влиянието на голямата територия и големия брой население върху показателите, които бързо намаляват с увеличаването на този размер.

За сравнение следва да се има предвид, че средната плътност на автомобилните пътища в страните на ЦИЕ е 392 км/1000 км, средната плътност на железопътните линии – 61 км/1000 км и обща плътност на двата вида транспорт – 453 км. Тази величина е: $453 : 227$

= 2 пъти по-висока от данните за страните от Балканския полуостров.

За страните от ЕС същите показатели са: плътност на автомобилните пътища – 1186 км/1000 кв. км и железопътни линии - 48 км/1000 кв. км или общо 1234 км/1000 кв. км. По този показател Балканските страни изостават от страните от ЕС: $1234 : 227 = 5.4$ пъти.

Следва да се отбележи изключително високото развитие на пътната мрежа на страните от ЕС, където лидер е Холандия с плътност на мрежата 3130 км/1000 кв. км, вкл. 2800 км железопътни линии и 127100 км автомобилни пътища.

3. ПРЕДЛАГАНЕ НА ТРАНСПОРТНИ УСЛУГИ

За проследяване на конкурентоспособността на транспорта на България е извършено изследване на сравними показатели за отделните видове транспорт на страните от ЕС, страните от ЦИЕ, Балканския полуостров /БС/ и България.

Първият показател дава информация за относителния дял на пътищата на континенталните видове транспорт в трите региона и в България. Данните са дадени в табл. 4.

Таблица 4. Относителен дял в дължината на мрежата, %

Вид транспорт	ЕС	ЦИЕ	БС	България	% от ЕС
Железопътен	4.9	13.0	10.9	14.4	294.0
Автомобилен	93.7	83.4	86.9	83.3	88.9
Вътрешно воден	0.9	1.8	0.6	1.0	111.1
Тръбопроводен	0.5	1.8	1.6	1.3	260.0
Континентален	100	100	100	100	

Относителният дял на железопътните линии в транспортната мрежа на България е най-висок - 14.4 % от континенталната транспортна мрежа. Това се определя от ниската степен на развитие на автомобилните пътища и в по-малка степен от развитието на останалите видове транспорт. Такова разпределение на пътната мрежа дава

основание да се твърди, че железопътните линии в България имат твърде голяма дължина. Може да се прецени, че те свързват основните пунктове на зараждане и погасяване на товарите. Относителният дял на железопътните линии в България е около 3 пъти по-голям от тази на страните в ЕС.

Характерно е, че показателят относителен дял на автомобилните пътища в България е най-нисък. Отчасти това се определя от малката дължина на автомобилните пътища и голямата дължина на железопътните линии.

При останалите видове транспорт в България развитието е достатъчно добро, но като

относителен дял е по-високо от това в страните на ЕС, но по-ниско от страните в ЦИЕ и около значенията за БС.

Относителният дял в превозените товари в тонове по видове транспорт е даден в табл. 5.

Таблица 5.Относителен дял в превозените товари в тонове, %

Вид транспорт	ЕС	ЦИЕ	България	% от ЕС
Железопътен	7.9	9.5	53.8	681.0
Автомобилен	83.1	87.2	30.1	36.2
Вътрешен воден	6.4	0.8	1.8	28.1
Тръбопроводен	2.6	2.5	14.3	550.0
Континентален	100	100	100	

Няма данни за страните от Балканските страни.

Отсъствието на достоверна статистика за превозите на товари изкривява картината на участие на видовете транспорт в тях. В България се наблюдават се твърде малки превози на товари с автомобилен транспорт, което рязко увеличава относителния дял в превозите на товари на другите видове транспорт. Тази диспропорция е показателна за отсъствието на точна информация за

състоянието на предлагането на транспортния пазар в България в сравнение с останалите страни в Европа.

Аналогични са данните за относителния дял на видовете транспорт в транспортната работа и поради това те няма да се представят.

Особено характерен е показателят за средното превозно разстояние на един тон товар с континенталните видове транспорт. Това е дадено в табл. 6.

Таблица 6.Средно превозно разстояние по видове транспорт, км

Вид транспорт	ЕС	ЦИЕ	България	% от ЕС
Железопътен	291.8	258.4	251.5	86.2
Автомобилен	107.2	30.6	44.8	41.8
Вътрешен воден	174.3	240.0	850.0	487.7
Тръбопроводен	167.1	83.9	37.7	22.5
Континентален	127.6	55.2	169.8	133.1

При средното превозно разстояние по видове транспорт се наблюдава определена близост между показателите за отделните групи страни и България. Най-ярко тя е изразена при железопътния транспорт, където отклонението е в рамките на 20 %, като средното превозно разстояние в страните на ЦИЕ е България е практически еднакво.

При автомобилния транспорт средното превозно разстояние в страните от ЦИЕ е България е близко, което дава основание да се твърди, че двата вида транспорт имат специфични пазарни сегменти. В по-малка степен тона се наблюдава за страните от ЕС, където средното превозно разстояние с автомобилен транспорт е около 3 пъти по-късо, докато в страните от ЦИЕ и България то е 6-7 пъти по-късо. Следователно в бъдеще ще се очаква увеличаване на средното превозно разстояние на превозените товари с автомобилния транспорт и стабилизиране на средното превозно разстояние на товарите, които се превозват с железопътен транспорт.

В България вътрешно-водният транспорт е международен /р. Дунав/ в направление към страните от ЕС и поради това средното превозно разстояние на товарите, превозвани по р. Дунав, е по-дълго от дължината на р. Дунав в границите на България - 470 км. Ако тенденцията за увеличаване на търговията на България към страните от ЕС се запази е възможно да се очаква увеличаване на средното превозно разстояние по р. Дунав.

Средното превозно разстояние на товарите с тръбопроводен транспорт в България е 2 - 5 пъти по-късо, което се определя с отсъствието на достоверна информация за транспортната работа с този вид транспорт.

Интерес представлява средното превозно разстояние на всички видове транспорт. В България то е най-дълго - 169.8 км или с 33.1 % по-дълго от това в страните от ЕС. Тук могат да се направят различни разсъждения за такова високо по стойност средно превозно разстояние.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

На първо място средното превозно разстояние се определя от разположението на производителните сили в страната. На второ място от вноса и износа на товари от страната и степента на развитие на търговията. На трето място от включването на различните видове транспорт в превозите. Най-накрая това се определя от непълната и достоверна информация за обемите на превозите и транспортната работа с автомобилния транспорт, тъй като територията на страната е

значително по-малка от редица страни, членки на ЕС. От друга страна съществуват множество превозвачи, които са типично ведомствени, т.е. превозват собствени товари: търговци, производители, селски стопани и др., които не отчитат по никакъв начин обема на превозите в националната статистика.

Следващ показател за пазарния дял и конкурентоспособността на континенталните видове транспорт е товаронапрежението. Изчисленията за него са дадени в табл. 7.

Таблица 7. Товаронапрежение по видове транспорт, т/км

Вид транспорт	ЕС	ЦИЕ	България	% от ЕС
Железопътен	5821	6109	3781	65.0
Автомобилен	3218	8770	366	11.4
Вътрешен воден	26982	3625	1779	6.6
Тръбопроводен	17787	11530	11232	63.1
Континентален	3628	8384	1014	27.9

Товаронапрежението в т/км е измерител само за товарните превози. В него не се отчитат превозите на пътници. Това позволява да се извършва сравнение между континенталните видове транспорт.

Средното товаронапрежение в България е почти 4 пъти по-ниско от това в страните от ЕС. Това се определя от ниската достоверност на статистиката за превозите в автомобилния транспорт. Същият показател е 8 пъти-по-малък от този за страните от ЦИЕ. Тук може

да се отбележи ниската плътност на автомобилните пътища в страните от ЦИЕ и високия дял на превозите с железопътен транспорт.

Товаронапрежението в железопътния транспорт на България е с 35 % по-ниско от това в страните от ЕС и около 60 % от това в страните от ЦИЕ.

Товаронапрежението в транспортна работа в млн. ткм/км е дадено в табл. 8.

Таблица 8. Товаронапрежение по видове транспорт, млн. ткм/км

Вид транспорт	ЕС	ЦИЕ	България	% от ЕС
Железопътен	1698	1578.3	950.8	56.0
Автомобилен	345	268.8	16.4	4.7
Вътрешен воден	4702	870.5	1512.8	32.2
Тръбопроводен	2973	967.4	422.1	14.2
Континентален	463	462.5	172.2	37.2

Предлагането на транспортна работа, представено като товаронапрежение в млн. ткм/км, за страните от ЕС и тези от ЦИЕ е практически еднакво. В България то е 3 пъти по-малко. Това се определя от отсъствието на достоверна информация. На този фон товаронапрежението в железопътния транспорт в България е на сравнително добри позиции, докато за останалите видове транспорт е значително по-малко. Това се определя както от ненадеждната информация,

така и от ниската икономическа активност в страната.

4. СРАВНИТЕЛНИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ПРЕДЛАГАНЕ НА ТРАНСПОРТНИ УСЛУГИ

В заключение е целесъобразно да се даде информация за превозените товари и транспортната работа на един човек от населението на един кв. км площ от страните в ЕС, ЦИЕ и България, за да се определи мястото на континенталните видове транспорт в превозите, табл. 9.

Таблица 9. Превозени товари и транспортна работа на човек от населението и на един кв. км площ от територията на страните

Показател	ЕС	ЦИЕ	България	% от ЕС
На човек с морски транспорт, т.	36.4	44.2	7.52	20.6
На човек без морски транспорт, т.	30.4	42.3	5.52	18.2
Транспортна работа на човек, ткм	3873.0	2332.0	938.0	24.2
На 1 кв. км с морски транспорт, т.	4195	4124	0.56	0.01
На 1 кв. км без морски транспорт, т.	3498	3941	0.41	0.01

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Транспортна работа на 1 кв. км, хил ткм	446	217.4	69.5	15.6
---	-----	-------	------	------

Анализът на табл. 9 дава основание да се твърди, че за България статистическите данни за предлагането на транспортни услуги са неверни или непълни. При близки данни за страните от ЕС и ЦИЕ, за България същите показатели показват значителни отклонения, които са от 6 до 100 пъти по-ниски.

Превозените товари с отчитането на превозите на товари с морски транспорт или без тях е много близко за страните от ЕС и ЦИЕ, докато за България са 5 пъти по-ниски. Това може да се прецени като твърде не реално, тъй като качеството на живот в България не се различава твърде много от качеството на живот в някои от ЦИЕ страни. Въз основа на сравнението могат да се направят изводи за съществуващия, а не отчетен пазар на транспортни услуги в страната. Това, обаче, изисква допълнително изследвания и сравнения.

Транспортната работа на човек от населението в България е 4 пъти по-ниско от същата величина за страните от ЕС и е 2.5 пъти по-ниско от същия показател за страните от ЦИЕ.

На 1 кв. км от територията на страната тези показатели са 100 пъти по-ниски. Изводите са аналогични, защото тази ниска стойност на показателя се определя от отсъствието на точни и коректни данни за транспортния пазар. В България.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнителните показатели за транспортната система на България в сравнение с тези на страните от ЕС и ЦИЕ дават основание да се твърди, че се наблюдават значителни диспропорции в развитието на отделните видове транспорт у нас. Бързото достигане на количествените показатели за отделните видове транспорт в България до тези на

страните от ЕС изискват изключително високи инвестиции, които няма да доведат до решително подобряване на качеството на транспортната система. Следователно развитието на транспортната система на България е необходимо да се развива по качествено различен път, а именно: оптимално развитие на транспортната система по определени направления например транспортните коридори/ с цел увеличаване на транспортната проницаемост на страната, привличане на повече товари, вкл. и транзитни през територията на страната, превоз на товари на дълги разстояния, комбинирани превози с различни видове транспорт, възстановяване на контейнерните превози във вътрешността на страната, специализация в превозите и др.

Всичко това може да се осъществи при точното изследване на пазара на континенталните видове транспорт и преимуществата, които има всеки един от тях на пазара за транспортни услуги. Тази изследвания следва да бъдат в основата на националните цели, стратегия и тактика за развитие на транспортната система на България. Естествено не следва от стратегията да се изпускат морския и въздушния транспорт, спрямо които е необходимо да се прояви особено внимание от гледна точка на тяхното значение за независимостта и икономиката на страната.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брешков И., М. Ботушарова, Маркетинг на услугите, Университетско издателство "Стопанство", София, 1999.
2. Статистически годишник на България 2000, НСИ, София, 2001.
3. EU, Transport in Figures, Statistical Pocketbook, 2000, Brussels.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ТРАНСПОРТНИТЕ УСЛУГИ В УСЛОВИЯТА НА КРИТЕРИИТЕ ЗА ПРИСЪЕДИНЯВАНЕТО НА БЪЛГАРИЯ КЪМ ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

Мария Славова-Ночева¹

ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, 1574 София, България

Abstract: *The paper examines the transport services in Bulgaria in compliance with the free market principles, competition and the European integration. The transport system state at present has been analyzed and some problems concerning its future development under the contemporary conditions have been outlined.*

Key words: transport services, market economy, Eurointegration.

Основна предпоставка за интегрирането на националната ни с Европейската транспортна система е преструктурирането на отделните видове транспорт – железопътен, автомобилен, морски, речен и въздушен. Преструктурирането на транспортната система у нас е обективна необходимост, която произтича от изискванията на пазарното стопанство.

Този процес засяга всички видове транспортни услуги, но проявлението му в отделните видове транспорт се характеризира с редица специфични особености, които се обуславят от различията в инфраструктурата, организацията и технологията на отделните видове превози и транспортни услуги. Крайната цел е постигането на определени икономически резултати, които се проявяват в увеличаване на приходите и намаляване на административните разходи.

Заедно с това преструктурирането се обуславя и от изискванията за интегриране на нашата транспортна система с Европейските транспортни структури. За целта особено важно място в националната

ни транспортна политика заемат общите принципи на Европейската транспортна политика. Насоките на тази политика, които последователно ще се осъществяват и в нашата транспортна система са:

- * изграждане на ефективна общоевропейска транспортна мрежа, която да свързва държавите-членки;
- * координирано развитие и прогресивно либерализиране на транспорта между страните;
- * създаване условия за взаимен пазарен достъп във въздушния и сухопътния транспорт, на основата на специални транспортни споразумения;
- * лоялна конкуренция между отделните видове транспортни превозвачи от различните държави-членки;
- * хармонизиране на националните норми в областта на социалното законодателство, опазване на околната среда, данъчното законодателство и др.;

¹ Мария Славова-Ночева, доцент доктор, ВТУ “Тодор Каблешков”, гр. София, кв. Слатина, ул. “Гео Милев” № 158.

- * единна политика в областта на научните изследвания в транспорта, опазване на околната среда и др.

На основата на тези и други принципи е наложително да се разработи национална стратегия за Европейска интеграция на транспортната система у нас в съответствие с изискванията и стандартите, които трябва да се достигнат в либерализирането и хармонизирането на транспортната система. Либерализирането на тази система трябва да осигури предоставянето на транспортни услуги от държавата-членка на друга такава в условията на свободен достъп до пазара на транспортни услуги, като се спазват изискванията на социалното законодателство, за безопасност на превозите и за опазване на околната среда.

При спазването на тези критерии транспортните услуги у нас все повече са носител на пазарни отношения като се съчетава влиянието на отделните фактори на национално ниво с развитието на европейските. Тенденциите в развитието на услугите в транспорта и тяхното състояние у нас отразяват много важни общи черти, наложили се в европейските икономики.

Преходът към принципите на пазарната икономика и към управлението на дейностите в зависимост от изискванията на клиентите е комплексен процес, който се осъществява според съществуващите социални традиции както и от провежданата от държавата сега и в бъдеще транспортна политика. развитието на транспортните услуги се съчетава и с интегрирането на пунктовете на взаимодействие на отделните видове транспорт – пристанища, терминали за комбиниран транспорт, железопътна и шосейна мрежа.

Водещо място в структурата на тези услуги заема железопътния транспорт. Той осъществява 33 % от обема на извършената превозна работа на страната. По-голяма част от тях близо 85 на сто, се извършва с електрически локомотиви. Електрифицирани са 63,5 % от текущия път в железниците от направленията, свързващи страната с Европейската железопътна система, а други се електрифицират сега по проекти на програмата PHARE.

Заедно с това има значителен спад на превозната работа в железниците у нас, от

65-85 милиона тона товари годишно на около 21 милиона тона /от 7-8 млрд тонкилометра на 5,5 млрд тонкилометри/ и от 100 милиона превозени пътници на около 50 млн /от 5 млрд пътничкилометри на 3,5 млрд пътничкилометри/. Това влоши финансовото състояние на БДЖ. Допълнително влияние оказва и инфлацията, което доведе до увеличаване на разходите по-бързо, отколкото железопътния транспорт може да повиши тарифните си приходи. Рестриктивната политика доведе до значително намаление с 20-25 милиона долара компенсации от държавния бюджет, като относителния им дял в общите приходи на БДЖ намалява, а дългът на железницата се увеличава. Поради недостигащите средства за поддръжане и ремонт, железопътната инфраструктура и подвижния състав непрекъснато влошават експлоатационните си параметри.

Приоритетното внимание към пътническите превози у нас не означава подценяване на товарните превози, които са съществен източник на приходи на фирма БДЖ. Железниците трябва да се ориентират към такъв тип съотношение между двата вида превози, което е приблизително еднакво (45 – 55 %) подобно на железниците на Франция, Германия, Австрия, Белгия и др.

Заслужава да се обърне внимание и на следното: намаляване броя на товарните вагони с 36,6 % и нарастване средната товароподемност на един вагон с 13,7 % или сега тя е 56,7 т. Тенденцията към нарастване на средната товароподемност на вагоните би била правилна, ако железниците са ориентирани само към пазарния сектор на масовите товари. Същевременно големият брой малки и средни предприятия (над 98,5 % от общия брой предприятия) поражда тенденция към увеличаване на дребнопартидните товари. Участието на железопътния транспорт в този сегмент на транспортния пазар, където е силна конкуренцията на автомобилния транспорт би означавало привеждане в по-пълно съответствие структурата на вагонния парк, със структурата на товарните превози.

Основно значение при превозите на масовите товари има цената на превоза, което благоприятства насочването им към жп транспорта. Това изисква провеж-

дането на гъвкава тарифна политика и предоставянето на различни технологични улеснения за клиентите. С оглед на това би следвало да се провежда не политика на закриване, а обратно - на стимулиране откриването на нови индустриални железопътни клонове.

Това състояние може да бъде преодоляно като чрез очаквания икономически растеж в периода 2001-2005 година се спрем спада на товарните и пътническите превози и се достигне реален обем от товари и пътници. Особена роля в това отношение ще имат транзитните товарни превози, които от 2 млн тона биха могли да бъдат удвоени, а в дългосрочен план това означава удвояване на приходите от тези превози. Решаваща в това отношение е ролята на транспортните технологии в областта на комбинираните превози, екологичните проекти, бъдещите европейски коридори.

Участието на държавата в развитието на железопътния транспорт трябва да достигне до 1,5 % от БВП, което ще даде възможност на железниците да се превърне в една ефективно функционираща транспортна система в България и на международния пазар. За това и търговската политика трябва да се превърне в решаващ фактор за финансово оздравяване на железниците. Въвеждането на информационните технологии за управление на разходите и на активите ще намали финансовия дефицит. развитието на кадрите и обучението на персонала ще има също решаващо значение в процеса на технологичното и финансово оздравяване на железниците.

Като цяло услугите на железопътния транспорт си остават най-конкурентноспособни при превози на дълги разстояния, превозите с бързи и експресни влакове, първокласни и спални вагони, превози на масови и тежки товари, с вноса и износа на стоки и др. Докато при автомобилния транспорт конкурентноспособността е при превози на широко номенклатурни товари на къси разстояния, на леки и дребнопартидни товари на различни разстояния, при необходимост от бързи доставки на товари и др.

Автомобилният транспорт има 37 млн тона превозени товари, превозната работа е 4 млрд тонкилометри, а превозените пътници през 2000 г. са 644 хил. Доказано е,

обаче че за пътническите превози услугите на автомобилния транспорт са сравнително най-евтини. Те имат неограничена сфера на използване, защото извършват превози по всички направления в страната. В същото време железопътния транспорт е в състояние да обслужва само селища в близост до жп мрежата, докато въздушния - между ограничен брой аерогари, а водният - само в крайбрежните райони на страната.

Превозите на водният транспорт предстои да нараснат с оглед значението на река Дунав за интегрирането ни в Европа и вътрешноводните и речни канали и пътища на европейската система за създаването на свободни търговски зони и оживяване на международния бизнес с пристанищните градове - Русе, Лом, Видин и Свищов. Общият товарооборот по статистически данни е 603 хил. тона за 2000 г. Услугите на речния транспорт са главно при превози на товари между дунавските страни, докато при морския транспорт се превозват товари до много страни разположени в различни континенти. За това и възможностите на черноморските ни пристанища Варна и Бургас са по-големи.. Годишният товарооборот на двете пристанища е 18 милиона тона. Като цяло пристанищната инфраструктура у нас не е на необходимото техническо равнище.

За разлика обаче от останалите видове транспорт където през последните години е отбелязано съществено намаление на обема на превозите, водният транспорт в частност морският на България, запазва сравнително високо равнище на извършваните превози по линия на товарната превозна дейност. Предвидените промени в областта на реструктурирането и приватизацията ще доведат до по-нататъшна финансова стабилизация и укрепване позициите на превозвачите на международния пазар.

Въздушният транспорт все още е в тежка икономическа криза след обявяването на авиокомпания "Балкан" в несъстоятелност на основата на неуспешна приватизационна сделка. Много силно са ограничени сферите за използване на този транспорт и на тези услуги, както за обслужване на населението и туристическата индустрия така и за превоз на стоки с по-специфичен характер - бързоразвалящи

се стоки или на скъпи стоки превозвани на дълги разстояния.

За да се осигури ефективно развитие на въздушния транспорт е необходимо да има държавна стратегия в областта на транспорта, като цяло и по-конкретно на въздушния транспорт, като подсистема на транспортния отрасъл. Промените в пазарната структура на въздушния транспорт обективно изискват стратегически иновации в управлението на авиокомпаниите, които могат да се сведат до следното: глобални мрежи от маршрути, компютърни резервационни системи, оптимизация на продажбите и др.

Преобладаваща част от превозени пътници у нас се насочва към автомобилния транспорт. Той конкурира с качеството си (времетраене, обслужване от "врата до врата", способност да обработва малки пратки), както и с цената. Към сравнителните предимства по отношение на конкурентноспособността на автомобилния транспорт може да се добавят и технико-икономическите преимущества на този вид транспорт, благоприятстването му чрез заплащането на по-малки от действителните разходи за път и др.

Конкуренцията между железопътния транспорт и автомобилния транспорт сега у нас е преди всичко за извършване на превози и услуги на територията на страната. Железопътният транспорт може да противодейства на автомобилния чрез повишаване на своята конкурентноспособност и преодоляването на редица фактори и причини, които внимателно следва да се анализират и своевременно да се реагира към перспективните сектори на транспортния пазар.

В това отношение перспективни са и регионалните превози. Съществува тенденция за нарастване на деловите и туристическите пътувания, за навлизане на железниците в нови за тях сектори, като например градските пътнически превози и крайградските превози, организирането на градски маршрути по съществуващи жп линии в райони на големите центрове или чрез изграждане на градски железници в тях и в оформящи се агломерации.

Трансферът на модерно ноу-хау макар и в ограничен обем е особено необходим с цел облекчаване на финансовите проблеми на железниците, за осигуряването на

подвижен състав и други съоръжения. Това се налага и от необходимостта за спешна модернизация на инфраструктурата и на локомотивния парк на железопътния транспорт както у нас, така и в обширни райони на Източна Европа.

Конкуренцията в транспортната икономическа система премахва монопола, създава стимули за намаляване цените на превозите и за повишаване качеството на транспортното обслужване особено в условията на ограничено търсене на транспортния пазар. Повишаването на качеството на транспортното обслужване е задължително условие за привличане на повече клиенти и за извършване на по-голям обем превози /товарни и пътнически/, а с това и за реализиране на по-големи приходи.

Проблемите, свързани със състоянието на транспортните услуги у нас очертават икономическата им характеристика.. Неикономичната експлоатация при огромни разходни норми, остарели и недостатъчни превозни средства, остаряла инфраструктура, недостатъчно собствени и чуждестранни инвестиции определят и бъдещите приоритети за развитието им.

Структурната реформа в системата на транспорта следва да се извърши на фона на една качествено нова промяна на приоритетите на европейско равнище. Това ще ускори придвижването на общата транспортна политика към стратегия, основаваща се на гарантиране подвижността на хора, стоки и материали.

Не е възможно да се намери еднозначна рецепта за оздравяване на транспортната икономическа система и за отделните видове транспортни услуги, за икономическото реструктуриране, либерализация на пазара, приватизацията на автомобилния и въздушния транспорт и децентрализация на икономически дейности в цялостната транспортна система, опазването на околната среда и др. Налага се да се намери оптимално решение и вариант за развитие на целия спектър транспортни услуги.

Либерализирането на икономиката, оттеглянето на държавата от директно участие в стопанския живот съвсем не означава, че тя трябва да пренебрегне и своята регулираща функция, особено във връзка със създаването на условия за лоялна конкуренция между отделните

видове транспорт. Освен това политиката на екологосъобразно и енергоспестяващо преструктуриране на транспортната система, както и интегрирането ѝ към европейската транспортна система, може да се провежда само на национално равнище от държавата. Държавното участие в страните от Европейския съюз се изразява главно в две насоки: от една страна с икономически средства (данъци, такси и други икономически лостове) да създаде условия за равнопоставена конкуренция между видовете транспорт и от друга чрез преки инвестиции, насочени към обновяване на подвижния състав, изграждане на високоскоростни железопътни линии, въвеждане на нови технологии за извършване на превозите, с цел повишаване на тяхното качество и конкурентноспособност, да стимулира пренасочване на търсенето на транспортни услуги в по-голяма степен към железопътния транспорт с цел ограничаване на някои отрицателни последици за обществото от силното разрастване в последните години на автомобилния транспорт.

Обществения интерес предполага държавата да защити позициите си на международните пазари, включително и на транспортния чрез развитие на относителните ѝ предимства, логистична обоснована конкурентноспособност и независимост на външотърговските ѝ връзки. В процеса на евроинтеграция това са трудни, но изпълними задачи. Например, в железопътния транспорт приложението в български условия на Директива 440/91 за осигуряване на достъп на международните превозвачи до националната железопътна инфраструктура трябва да предвиди и осигури задължително изпълнение на предшестващите и съпътстващите директиви и правилници на Европейския съюз, които се отнасят до железопътния транспорт.

Във връзка с покриване на изискванията на раздела "Транспортна политика" при преговорите за присъединяването на България към Европейския съюз е необходимо да се разработи Национална транспортна стратегия в икономически и социален аспект. От тази национална стратегия трябва да произтичат действията за преструктури-

рането на отделните видове транспорт и на транспортната ни система като цяло.

Стратегическото положение на България е географска даденост, но без развитието на транспортната инфраструктура, без координирана политика и без алтернативни конкурентни решения не може да се разчита на участието ѝ на транзитния транспортен пазар. За това транспортната инфраструктура у нас в бъдеще трябва да се развива на основата на европейската интеграция и Балканското сътрудничество и по направленията Изток-Запад-Север-Юг.

Интегрирането на националната с европейската транспортна система поставя за съевременно решаване на редица проблеми с национално и общоевропейско значение, като усъвършенстване на инфраструктурата за осъществяване на транспортните връзки с европейските страни, развитие на комбинираните превози, законодателно регламентиране на интеграционните процеси с европейската транспортна система и др.

В заключение може да се обобщи, че структурната реформа в транспортната система постепенно ще съдейства за осъществяване на тези сложни и трудни процеси, а с това и за повишаване конкурентноспособността на отделните видове транспорт, за изпълнение на целите, свързани с критериите на които трябва да отговаря съвременния транспорт, като се преориентира към потребностите на пазара и изискванията на Европейския съюз.

След отправената към България на 10.12.1999 г. покана за преговори за членство в Европейския съюз е налице нова ситуация, която все повече налага:

- * всеобхватното хармонизиране по същество както с всички досегашни евродокументи, така и с новите евродирективи като например за железопътния транспорт и други;
- * съобразяване с целите на една утвърдена национална политика;
- * ускоряване реализирането на транспортно-инфраструктурните проекти.

Съвременното развитие на транспортните услуги чрез по-съвършени технологии за превоз на товари и пътници през и от България следва да стане стратегически, икономически и финансов фактор на транспортната ни политика. Това ще е

една предпоставка за създаването на модерна пазарно ориентирана транспортна структура и за осъществяване на критериите необходими за присъединяването на България към Европейския съюз.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. М. Портр. Международная конкуренция, Москва, 1993.
- [2] Програма за развитието на транспорта в България 2001 - 2006 г.
- [3] Списание "Железопътен транспорт, С., 1995, 2001.
- [4] Статистически справочник. НСИ, 2000



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИНВЕСТИЦИОННА ПОЛИТИКА В ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ В УСЛОВИЯТА НА ЕВРОПЕЙСКА ИНТЕГРАЦИЯ

ас. Даниела Тодорова

ВТУ “Тодор Каблешков”,
1574 София,
ул. “Гео Милев” № 158,
България,
E-mail: daniela_dt@abv.bg

Анотация: През последните години инвестиционната политика в железопътния транспорт на България е ориентирана към подобряване качеството на превозите, повишаване на тяхната конкурентоспособност и изграждане на високоскоростни железопътни линии, като част от Европейската високоскоростна железопътна мрежа.

Ключови думи: Инвестиционна политика, инвестиции.

Раздел: Транспортен мениджмънт. Приватизация и либерализация на транспорта.

Развитието и усъвършенстването на инвестиционната политика в железопътния транспорт може да се разглежда като важна стъпка за интегрирането на националния с европейския железопътен транспорт.

Целта е от една страна да се активизират различните инвестиционни източници, а от друга да се даде приоритетност на предлаганите инвестиционни проекти. Това усъвършенстване се налага с оглед гарантиране на ефективното развитие на материално-техническата база на този вид транспорт и неговата конкурентоспособност на европейския транспортен пазар.

Инвестициите са движещата сила на икономиката и обществото. Те водят до положителни крайни резултати, ако са правилно планирани и съобразени с подходящия срок на откупуването им.

Инвестициите са източник за разширяване и усъвършенстване на материално-техническата база на транспортните фирми. В общата структура на разходите инвестициите, които ще бъдат осигурени за сектора “транспорт” през 2001г. са 19% от планираните средства.

В инвестиционната политика провеждана от НК “БДЖ” основни приоритети се явяват:

- Ориентиране на инвестициите по трансевропейските транспортни коридори;
- Изграждане на липсващите транспортни връзки в Националната транспортна мрежа, с приоритет на транспортните връзки със съседни страни;
- Поддържане в техническа изправност на подвижния състав за осъществяване на товарни и пътнически превози във вътрешно и международно съобщение;

- Мероприятия за безопасност на движението и повишаване надеждността на пътната транспортна система;
- Развитие на екологосъобразни транспортни ситеми и технологии с цел намаляване на вредното въздействие на транспорта върху околната среда и здравето на човека;
- Регулярност, енергоспестяване на превозите;
- Преодоляването на отложените ремонтни работи;
- Висока скорост на превозите;

Целта на инвестиционните проекти е осигуряване безопасността на движение на българските железници, надеждност на превозния процес и запазване, а ако е възможно и разширяване на позициите на транспортния пазар. Голяма част от необходимите средства се осигуряват от държавния бюджет, финансиране със собствени средства, кредити с държавна гаранция, външна безвъзмездна помощ и чрез международни финансови институции и програми на Европейския съюз.

Големите политически, икономически и структурни промени настъпили в последните години в страните от Централна и Източна Европа, както и желанието на тези страни да развият и разширят Европейската транспортна инфраструктура са едни от основните фактори влияещи върху формирането на инвестициите на българските железници.

България с нейното географско разположение заема важно място на Балканския полуостров. Това е допълнителен фактор, който оказва влияние при определяне на инвестиционните приоритети. През територията на нашата страна преминават пет от общо десетте пан-европейски транспортни коридори /съгласно Втората паневропейска транспортна конференция през 1994г. на о. Крит/. Определени са приоритетните трасета на международните транспортни коридори в Централна и Източна Европа, което цели да се координират усилията на тези страни за развитие и модернизация на транспортните им системи, за да се интегрират ефективно в Европейската транспортна мрежа.

В инвестиционната програма на НК “БДЖ” основните приоритети са насочени към изграждането на обекти от националната транспортна система. Те се явяват като елементи от европейските пътни и железопътни мрежи. “БДЖ” участва в инвестиционния процес на следните по-важни проекти, които са пряко свързани с изграждането и развитието на паневропейските железопътни транспортни коридори № 4, 8, 9 и 10.

- Железопътни инвестиционни проекти имащи национално значение, свързани с реализирането на 4-ти транспортен коридор:

- Реконструкция и електрификация на жп линиите Пловдив-Димитровград-Свиленград-турска/гръцка граница за скорост 160 км/ч;

- Изграждане на “Дунав-мост-2” - значително ще се подобри и рационализира движението на международните товари, както между двете държави, така и в Европа;

- Реконструкция и електрификация на железопътна линия “Дупница-Кулата”.

- Железопътни инвестиционни проекти имащи национално значение, свързани с реализирането на 8-ми транспортен коридор:

- Изграждане на нова железопътна връзка Гюешево - македонска граница.

- Железопътни инвестиционни проекти имащи национално значение, свързани с реализирането на 9-ти и 10-ти транспортни коридори:

- Удвояване и електрификация на железопътни линии;

- Изграждане и внедряване на автоматизирани системи за управление.

Транспортните коридори дават възможност на България да разшири своя пазарен дял на транспортния пазар. Изграждането им е от особено важно значение за страната ни, защото така ще получи при облекчени условия чужди инвестиции, с които ще може да доизгради транспортната си инфраструктура - жп линии, автомобилни пътища и летища. Това ще доведе до привличане и на повече транзитни превози, които са ефективни в пазарни условия.

Транзитният транспортен пазар формира голям дял от приходите на

страната, а за железниците той е основен източник за компенсиране на големия спад в приходите от вътрешните превози. Приходната ставка за тях е два пъти по-голяма от разходите за превоз. При разпределението на транспортния пазар по видове превози за 2000г. транзитните превози съставляват 4%. Поради влошеното качество на транспортната услуга и остарелите транспортни технологии, транзитните превози през последните години значително намаляха.

Влошените икономически резултати на железопътния транспорт се дължат на намаляването на производителността на труда. Едновременно с това себестойността на превозите постоянно расте. Основна причина за тези негативни тенденции е рязкото намаляване на обема на товарните и пътнически превози /от 29 220 хил. т. превозени товари през 1997г. на 21 082 хил. т. превозени товари през 2000г. и от 82 656 хил. превозени пътници през 1997г. на 50 029 хил. превозени пътници през 2000г., без да се отчитат безплатните пътувания/. Въпреки намаляването на обема на превозите е необходима модернизация на транспортната инфраструктура и на подвижния състав.

Наличието на достатъчна и на сравнително добро равнище транспортна инфраструктура е определящ фактор за членство в Европейския съюз. Инвестирането в транспортната инфраструктура съдейства за цялостното развитие на икономиката на страната. Основните цели на страните от Европейския съюз и на тези, които преговарят за членство, са именно обновените и модернизирани технологии за превоз на пътници и товари, съчетани с необходимата инфраструктура от терминали и жп линии.

България е включена в международните направления на Европейската железопътна инфраструктура за комбинирани превози и за високоскоростни транспортни железопътни коридори. В настоящия момент железопътният транспорт е евтин, но бавен. Една от основните задачи пред "БДЖ" е съкращаването на времето за превоз. Ниското техническо ниво на железния път, сигнализацията и амортизирания подвижен състав са

основните причини за ниската скорост на влаковете.

За да запази своята роля и място в националната транспортна система и да завоюва стабилни позиции на международния транспортен пазар, "БДЖ" трябва в най-близко бъдеще да се обнови и модернизира, особено в технологично отношение. Финансовите средства на компанията предназначени за реконструкция са крайно недостатъчни. Решаваща роля може да изиграе изграждането на транспортните коридори, чрез които железниците могат да получат значителни инвестиции от международните банки и фондове.

Правителството на Р България е поело конкретни ангажименти за финансиране с бюджетни средства изграждането на обекти от националната транспортна система, които са и елементи на европейските пътни и железопътни мрежи. Започналите преговори на България с Европейския съюз дават достъп до Европейските структури и присъединителни фондове за финансиране на важни обекти от националната и трансевропейските инфраструктури.

Един от основните проблеми, който стои както пред железопътния транспорт, така и пред останалите видове транспорт е интегрирането на българската транспортна система с европейските структури.

Изискванията към България за присъединяване към Европейската транспортна система са насочени главно към: осигуряване на конкурентност; ефективно законодателство; прилагане на европейските стандарти; по-високо качество на предлаганите транспортни услуги. Реализацията на инвестиционните проекти би гарантирала развитието на транспортната инфраструктура до желаната степен за достигане на средноевропейско ниво и гарантиране на европейско качество на транспортните услуги.

В тази връзка възниква необходимост от реструктуриране на българските железници и създаване на условия за пазарно-ориентирано управление. По този начин ще се постигне еднопосочност в интересите не само на държавата, но и на транспортните фирми и потребителите на транспортните услуги.

Законът за “БДЖ” предоставя възможност за разбиване на монопола при железниците в използването на железопътната инфраструктура /релсов път, гари и останалите съоръжения/. Предвижда се отделянето и от транспортната дейност и предоставянето на платен достъп до инфраструктурата на други превозвачи. Това определено ще подобри инвестиционните перспективи за бъдещето и развитие.

Добре развитата транспортна инфраструктура с внедрени съвременни технологии за превоз на пътници и товари ще доведе до по-бързо и по-ефективно интегрирането на страната ни в Европейския съюз.

Инвестициите са били винаги много актуален проблем и като стратегия за развитие на транспортната фирма, и като възможности за осигуряването ѝ. В пазарни условия, където все по-силно се преплитат национални и индивидуални /фирмени/ интереси от голямо значение усъвършенстването на системата за осигуряване на необходимата информация за източниците на инвестиции. Това е от значение за повишаване ефективността на инвестиционната политика във всяка транспортна фирма.

Увеличаването на инвестициите и провеждането на разумна инвестиционна политика са важни условия за развитието не само на транспорта, но и на икономиката на страната ни като цяло. Това ще доведе до превръщането на Р България във важен транспортен център в Югоизточна Европа и на Балканите.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Аврамов П. М., “Икономика на транспорта”, 1996, София.
- [2] Кралева И., Бакалова В., “Развитие на пътната инфраструктура в условията на европейската интеграция”, сп. “Железопътен транспорт”, бр. 1, 2001г.
- [3] Закон за “БДЖ”.
- [4] Статистически справочник, НСИ, 2001г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

МОНОПОЛЪТ, ДЪРЖАВНОТО РЕГУЛИРАНЕ И ЖЕЛЕЗНИЦИТЕ

ас. Христина Иванова

ВТУ “Тодор Каблешков”,
1574 София,
ул. “Гео Милев” № 158,
България,

E-mail: hristina_ivanova@yahoo.com

Анотация: *Функционирането на железниците в условията на монополистична пазарна структура доведе до нисък обем на производствената транспортна продукция, неконкурентни цени за превозите по железопътен транспорт. Това наложи необходимостта от държавно регулиране на монопола посредством приемането на законови правила и процедури за стимулиране на свободната конкуренция и повишаване на икономическата ефективност от извършването на жп превози.*

Ключови думи: Монопол, монополистична конкуренция, регулиране, либерализация, реструктуриране, железопътен транспорт.

Раздел: Транспортен мениджмънт. Приватизация и либерализация на транспорта

Естеството на транспортния пазар, както и наличието на специфични технико-икономически особености на различните видове транспорт, го определят като пазар с монополистична конкуренция.

Той отговаря на необходимите условия за определянето му като такъв, а именно:

- съществуват голям брой фирми предлагащи транспортни услуги и съответно голям брой клиенти на тези фирми;
- предлаганите превозни услуги са взаимозаменяеми, но леко диференцирани поради различните технико-икономически особености на видовете транспорт;
- клиентите на транспортните фирми са добре информирани за различията в качеството на предлаганите от различните видове транспорт услуги по отношение на бързина на превоза, сигурност, комфорт на пътуване, цена;

- чрез предпочитанията си клиентите на транспортните фирми оформят пазарни ниши (сегменти) по видове транспорт, т. е. налице е сегментиране на пазара;

- всяка фирма има определено равнище на контрол върху цената на транспортната продукция спрямо пазарния си дял и не съществува единна цена в отрасъла. В различните сегменти на пазара отделната фирма може да бъде монополист - НК “БДЖ” е монополист на пазара на жп превози.

- общо за транспортния пазар е характерно, че не съществуват бариери за вход и изход в и от отрасъла в дългосрочна перспектива.

Когато акцентираме вниманието си само и единствено върху сегмента на транспортния пазар “ЖП превози” се установява, че това е пазар, който отговаря на условията за поява на монопол, а именно:

1). Съществуват пространствени ограничения пред предлагането на жп превози изразяващи се в необходимост от наличието на изградена жп мрежа;

2). Необходим е значителен капитал за устройване на този вид транспорт (за построяване на необходимите жп линии, прилежащи съоръжения и закупуване на подвижен състав);

3). На пазара на жп превози съществува една единствена фирма - НК "БДЖ", която предлага този вид услуги и самостоятелно определя равновесните цени и количества.

Ако задълбочим анализа на условията, при които функционира железопътния пазар ще констатираме и наличието на възможности за възникването на монопол:

- Държавата е едноличен собственик на НК "БДЖ" и по този начин се явява единствен производител на жп услуги. Това условие се запазва и при предоставянето на изключителното право за извършване на жп превози, от името на държавата (предоставяне на фрайчайзинг);

- В железопътния транспорт съществува възможност при големи размери на производството да се намаляват разходите за единица продукция, т. е. налице са икономии от мащаба. Всеизвестно е, че с увеличаване разстоянието на превоза по железопътния транспорт себестойността намалява, произвежда се по-голям обем транспортна продукция (изразена в ткм или пкм). Високите разходи за начално-крайни операции, които са постоянни се разпределят върху по-голям обем продукция и делът им в себестойността намалява. Налице е дегресия на себестойността.

Важен критерий за оценка на несъвършенството на един пазар е определянето на пазарната мощ на водещите фирми в отрасъла. В това отношение БДЖ отново се обособява като монополист при предлагането на жп превози. Компанията притежава значителен пазарен дял на транспортния пазар, както е видно от таблица 1.

Таблица 1: Товарна превозна дейност

Години	Превозени товари, хил.т			Превозна работа, млн.ткм		
	жп транспорт	транспортна система	%	жп транспорт	транспортна система	%
1970	68 183	579 171	11,7	13 858	62 555	22,2
1980	77 980	926 938	8,4	17 681	99 476	17,8
1990	63 253	936 144	6,8	14 132	98 792	14,3
1995	32 996	109 978	30,0	8 595	87 210	9,8
1997	29 220	77 053	37,9	7 444	86 543	8,6
1998	24 461	61910	39,5	6 152	76 039	8,1
1999	21090	57613	36,6	5 297	79 446	6,7
2000	21 082	84 078	25,1	5 538	84 767	6,5

Очертава се тенденция на намаляване относителния дял на товарните превози в общата превозна дейност на фирмата.

Следва да се има предвид обаче, че при общата тенденция на спад, в количеството превозени товари, железопътният транспорт запазва, дори увеличава пазарния си дял по отношение на товарните превозни услуги.

Таблица 2. Отразява и спада в

пътническата превозна работа, но същевременно се очертава тенденция на увеличаване относителния им дял в общата превозна работа на железопътния транспорт, което за момента може да се определи като негативна тенденция, тъй като пътническите превози са губещи (неефективни) и увеличаването на относителния им дял води до нарастване на загубите.

Таблица 2: Приведение ткм в железопътния транспорт

Години	Ткм,млн.	Пкм,млн.	Приведени ткм,млн.	Ткм в% към пр.ткм
1970	13 858	6 223	20 081	69,0
1980	17 681	7 053	24 736	71,5
1990	14 132	7 793	21 925	64,5
1993	8 593	4 693	13 288	64,6
1997	7 444	5 886	13 330	55,9
1998	6 152	4 740	10 892	56,5
1999	5 297	3 819	9 116	58,1
2000	5 538	3 472	9 010	61,5

Може да се каже, че това изменение в относителните дялове на двата вида превози осъществявани от НК "БДЖ" е предизвикано до известна степен от продуктовото преструктуриране на железопътния транспорт в съответствие с изискванията на пазарното стопанство.

Както всяка фирма-монополист и НК "БДЖ" има основна цел да максимизира печалбата си, което може да се реализира при равнище на производството, при което цената на произведената продукция е по-висока от средните общи разходи или поне средните променливи разходи. През последните десетилетия обаче за българските железници е характерен

стремежът за минимизиране на загубите, особено що се отнася до пътническите превози, за които се отпускат държавни субсидии, съгласно план-договор между държавата и НК "БДЖ", при спазване на изискването за реализиране на съотношение между приходите и разходите за този вид услуги 1 : 2. Приходите от товарните превози пък са основен източник за акумулиране на парични средства за запазване на исканото съотношение приходи : разходи за пътническите превози. Тези обстоятелства оформят един "омагьосан кръг", който неизменно води до натрупването на нови загуби.

Таблица 3: Приходи от товарни и пътнически превози

Години	Товарни превози		Пътнически превози		Други дейности		Общо млн.лв.
	млн.лв.	отн. дял %	млн.лв.	отн. дял %	млн.лв.	отн. дял %	
1991	1 923,8	63,2	456,7	15,0	663,3	21,8	3 043,8
1992	2 629,2	55,2	635,9	13,3	1 499,8	31,5	4 764,9
1993	4 137,3	68,1	768,6	12,6	1 168,5	19,3	6 074,3
1994	6 485,3	76,0	1 363,1	16,0	682,2	8,0	8 530,6
1995	10 634,4	79,1	1 927,2	14,3	877,1	6,6	13 438,7
1996	19 104,4	77,6	3 706,8	15,1	1 786,0	7,3	24 597,2
1997	183 510,5	74,9	42 545,7	17,4	18 804,8	7,7	244 860,0
1998	201 765,0	69,2	65 685,4	22,5	24 309,7	8,3	291 760,0

Букварна истина е, че фирма-монопол, която в дългосрочен период е в състояние на минимизиране на загубите, среща съществени трудности за оставането си в отрасъла и за задоволяване на пазарното търсене. Естествените бариери се пропукват и монополното положение на фирмата не може съществува повече. В потвърждение на тези икономически закони и "БДЖ" като всяка фирма чист монопол, функционира неефективно като увеличава производствените си разходи,

което води до възникването на загуби в резултат от лошо управление на ресурсите. Това явление, известно като "X - неефективност" произтича от формирането на прекомерни разходи, поради отсъствието на конкурентен натиск от страна на други фирми предлагачи жп превози. Следва да се има предвид обаче, че "БДЖ" поема около 80% от разходите за жп инфраструктура като неин собственик, докато за автомобилния транспорт (основен конкурент на железниците на

общия транспортен пазар). Този дял е около 10%. Този факт допълнително утежнява положението на компанията и отразява необходимостта от изравняване условията за функциониране на двата вида транспорт по отношение на шосейната и жп инфраструктура.

Продължителното функциониране на железопътния транспорт в условията на монопол доведе до генерирането на социална загуба за обществото и ограничения върху създаваните реални доходи (БВП) в обществото спрямо реално възможните. Те се изразяват в неефективно насочване и използване на част от разполагаемите ресурси, по-нисък обем производство и реализирана продукция при по-високи цени.

С цел повишаване обективността на пазара на железопътните превози през последните години в цяла Европа се наложи разбирането, че е необходимо регулиране на този вид естествен монопол. При това повсеместно е схващането, че монополизмът на железниците е по същество провеждане на държавна протекционистична политика. Тази политика в последствие се оказва неизгодна за жп превозвачите, тъй като не им бе компенсирана в достатъчна степен. Многобройните проблеми пред Европейските железопътни администрации, произтичащи от неизравнените условия на конкуренция на общия транспортен пазар, доведоха до оформянето на идеята за икономическа и правна макрорегулация на железопътния транспорт.

В продължителен период от време железопътният транспорт, съобщителните услуги, телекомуникациите и др. са били държавна собственост и приоритет, при което най-подходящите пазарни структури са били монополите. Концепцията за държавна собственост и стопанската дейност на държавата претърпя значителни корекции и все повече се налага консервативната идея, че държавата трябва да се оттегли от икономическия живот и да акцентира вниманието си върху интензивното развитие на регулативното законодателство и изграждането на специализирани институции за регулиране на възникващите пазарни дефекти.

Основните подходи при това са налагане на данъци и отпускане на коригиращи субсидии, изработване на законови правила и процедури, създаване на регулиращи институции и доброволни съглашения.

По своята същност регулирането представлява приложение на правила или закони за контрол върху цените, продажбите или производството, предмет на решение на стопанските субекти. Възможните форми на регулиране са:

- Икономическо регулиране - заключаващо се в контрол върху цените, въвеждане и/или преустановяване на определени условия, съпътстващи дадена стопанска дейност, въвеждане на стандарти за производството на стоки и услуги в други отрасли.

- Социално регулиране - има за задача да защитава здравето и сигурността на производителите и потребителите. Негов обект са странични дейности и резултати от стопанската дейност.

Обикновено регулативните мерки от страна на държавата се прилагат по отношение на монополистично-конкурентните структури за коригиране дефектите на пазара. При жп транспорт провеждането им цели стимулиране на конкурентното съперничество.

В изпълнение на възприетата нова концепция започнаха процеси по оттеглянето на държавата от приоритетните за нея отрасли. По отношение на железопътния транспорт в Европейски мащаб се наложи схващането, че трябва да се запази държавната собственост върху инфраструктурата, а експлоатационната дейност да бъде обособена самостоятелно и предоставена на свободната (включително и частна) инициатива. По този начин ще се изравнят условията за функциониране на основните конкуренти на общия транспортен пазар - автомобилните и жп превозвачи. Това разбиране намери израз в приемането на пакет от директиви за железопътния транспорт предложен от Европейската комисия на Европейския парламент и Съветът на Европейския съюз, а именно:

- Директива 91/440 на Европейската икономическа общност за развитие на железопътните предприятия на общността;

- Директива 95/18 на ЕС за даване на разрешителни за дейност на железопътни предприятия.

- Директива 95/19 на ЕС за предоставяне на железниците на жп трасета и за изчисляване на таксите за ползването им.

Съществуването на тези директиви е форма на наддържавно регулиране на монопола на националните жп превози във всички страни от ЕС.

В отговор на появилата се необходимост от регулация и в съответствие с основните принципи на Общата транспортна политика на Европейския съюз, в България започна процес на хармонизиране на законодателството в областта на железопътния транспорт, с това на останалите Европейски страни. На 15.11.2000г. бе приет Законът за железопътния транспорт, който ще даде на българските железници възможността да реализират своите предимства пред основните си конкуренти - автомобилните превозачи. Този закон регламентира:

- Провеждането на държавната политика в железопътния транспорт;

- Непосредственото управление и координация на дейността в областта на железопътния транспорт;

- Управлението на железопътната инфраструктура, изграждането, поддържането, развитието и експлоатацията ѝ;

- Начините за финансиране дейностите по текущото поддържане и експлоатацията на железопътната инфраструктура и използването ѝ, лицензирането на оператори за извършване на жп превози на пътници и товари;

- Издаването на сертификат за безопасност;

- Правилата за организиране дейността на железопътните превозачи, както и правилата за договорите за превоз на пътници и товари.

Законът за железопътния транспорт е основата за институционалното реструктуриране на българските железници и постепенната им либерализация. Създаването на Националната компания "Железопътна инфраструктура", със статут на държавно предприятие и като правоприменик на НК "БДЖ" и предоставянето на възможност за

достъп до републиканската железопътна мрежа и на други железопътни превозачи (съответно лицензирани и притежаващи сертификат за безопасност) освен "БДЖ" ЕАД, (което трябва да се образува от МС до 01.01.2002г.) ще доведе до постигане на по-висока ефективност на превозите, ще повиши възможностите за диверсификация, повишаване на качеството на транспортните услуги и усвояването на нови високи транспортни технологии и производства. В същото време създаването и съществуването на Изпълнителна агенция "Железопътна администрация" към Министерство на транспорта, която ще упражнява контрол върху работата на НК "ЖИ" и на превозачите, ще гарантира ефективното провеждане на държавната политика в областта на железопътния транспорт, както и реализирането на социално-икономическите цели при държавното регулиране.

В резултат от предприетите мерки за държавно регулиране на монопола ще започне реализирането на изградената вече национална транспортна стратегия и основните цели на реструктурирането на българските железници, а именно:

- Премахване монопола на "БДЖ" при извършването на железопътни превози;

- Изравняване условията на конкуренция между превозачите от автомобилния и железопътния транспорт, чрез отделяне на железопътната инфраструктура от експлоатационната дейност и намаляване на разходите за осъществяване на железопътните превози посредством откриване достъпа до железопътната инфраструктура и въвеждането на такси за използването ѝ;

- Повишаване конкурентноспособността на българските железници по пътя на повишаване пазарния им дял на общия транспортен пазар, реализирането на екологичните предимства на този вид транспорт, сключване на договори за извършване на обществени превозни услуги при компенсиране на намалените приходи от страна на държавния бюджет, все по-широко приложение на интермодалните превози при изяснени изисквания за извършването им;

- Разширяване на участието на българския транспорт (в частност на железопътния) на международния транспортен пазар;
- Ускоряване процеса на Евроинтеграцията на България.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Савов Ст., “Микроикономика”, “Тракия”, 1998, София.

[2] Копецки Морис., “Пакет от директиви за железопътния транспорт, сп. “Железопътен транспорт”, бр. 5, 2001г.

[3] Бакалова В., “Тенденции в товарната превозна дейност”, сп. “Железопътен транспорт”, бр. 3, 2000г.

[4] Ангелов К., “Българските железници на кръстопът”, сп. “Железопътен транспорт”, бр. 4, 2000г.

[5] “Закон за железопътния транспорт”, “Държавен вестник”, бр.97, 2000г.

[6] Мутафчиев Л., “Европейската транспортна система и някои проблеми на развитието на железопътния транспорт”, сп. “Железопътен транспорт”, бр.5, 2000г.

[7] Статистически справочник , НСИ, 2001г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ФЕРИБОТНИ СЪОБЩЕНИЯ МЕЖДУ БЪЛГАРИЯ И РУМЪНИЯ

Софрон В. Софронов*

Министерство на транспорта и съобщенията, София 1000, ул. ”В. Левски” № 9

FERRIES BETWEEN BULGARIA AND ROMANIA

Sofron V. Sofronov

Abstract: *The ferries between Bulgaria and Romania date back to the middle of the 20 th century. About 1/3 of automobiles are transferred across the Danube by the ferries Vidin – Kalafat, Oriahovo – Becket, Russe – Gurdin and Silistra – Kalarash.*

Key words: ferry, convention regulations, bridge, elevation equipment.

1. УВОД

Построяването на железопътната линия Горна Оряховица – Русе и Букурещ – Гюргево налагат все по осезаемо необходимостта от свързването на железниците на двете държави. Идеята за железопътен мост на река Дунав между крайните гари излиза на дневен ред още повече, че Румъния започва строителството на такъв мост при Черна вода за железопътна връзка на Букурещ с Костанца /завършен през 1912 год./.

Сложните инженерно геоложки условия в района и високата цена на съоръжението го отлагат в неопределено бъдеще . За това допринася и Първата световна война, а по късно и световната икономическа криза 1929 г. която не прескача и страните от Балканите.

2. ДВУСТРАННАТА КОНВЕНЦИЯ МЕЖДУ БЪЛГАРИЯ И РУМЪНИЯ.

В края на 1935 г. се предприемат реални действия и се стига до подписването на

двустранна конвенция между България и Румъния за създаването на железопътна връзка Русе – Гюргево чрез построяването на железопътен ферибот. Замисленото модерно съоръжение отговаря на потребностите и прогнозирания обем железопътни превози, дава и известна перспектива за увеличаване на пропускателната способност, ограничена от броя на фериботните кораби и тяхната носимоспособност.

Подписаната на 20 юли 1937 г. във Варна и утвърдена с указ на царя №298 от 29.11.1937 г. двустранна конвенция урежда фериботните съобщения между Царство България и Кралство Румъния през “точките Русе – пристанище и Гюргево - пристанище” и приема изпълнението на прякото движение на пътници и товари между тях с два фериботни кораби, от които единият принадлежи на румънските железници, а другият на българските железници. Всеки ферибот се счита за продължение на съответната

* Софрон В. Софронов, Министерство на транспорта и съобщенията, София 1000 , ул. ”В. Левски” № 9

железопътна линия на администрацията, собственик на фериботния кораб. Така българската железница стига до румънската граница и обратно. Всички разходи за експлоатацията и подържането на фериботните кораби, бреговите съоръжения и инсталациите са за сметка на всеки от собствениците при извършване на еднакъв брой рейсове на двата ферибота в годишен размер.

Съгласно Конвенцията експлоатацията на фериботния комплекс е поверена на Смесена комисия, съставена от еднакъв брой представители на двете администрации и принадлежащи на службите “Движение”, “Тракция” и “Пристанище и корабоплаване” с мандат от 3 години. Председателят на комисията и неговите заместници са назначавани за срок от 1 година. Решенията на комисията са вземани по принципа на вишегласието.

В компетенциите на смесената комисия влизат вземането на решения по повдигнатите от железопътните администрации въпроси, осигуряването на фериботните превози, регулирането на вагонопотоците и курсовете на фериботните кораби, разследване на събития, довели до брак и аварии в работата и нанесените щети на железопътните администрации, както и определяне на стойността на щетите.

Конвенцията определя предаването и приемането на вагоните – пътнически и товарни - да става съгласно международните тарифи, регламентирани с правилата на RIC и RIV, правното положение на ангажираните в превозния процес железопътни служители, реда за тяхното временно и постоянно пребиване в съседните държави, назначаване и наказателните отговорности при и по повод изпълнението на служебните им задължения върху територията на другата държава.

Двустранната конвенция предвижда учредяването на необходимите контролни органи, реда за тяхната работа и съгласуване на действията им с железопътните администрации.

За превоз на пътници, таксуването на багажи и стоки се приема уредбата от Бернските конвенции, ревизирани в Рим на 23 ноември 1933 г. и предписанията за превоз на пътници и товари в международно съобщение на тогавашния Международен транспортен комитет. Таксите за извършените услуги са приети да бъдат еднакви за двата ферибота, определени при взаимното съгласие на

българските и румънските железници въз основа на разходите по експлоатацията и подържането на фериботите и стойността на товарите. Тези такси се добавят към съществуващите тарифи и се отчитат отделно от общата инкасирана сума от двете администрации, след което се разделят по равно между тях. За тази цел се предвижда всяка пратка, изпратена в съседно съобщение между Румъния и България или обратно, да се придружава с международна товарителница и специално изготвен за този трафик пътен лист.

Изпълнението на митническите и граничните полицейски формалности се уреждат съгласно изискванията на нормативната база на съседните страни, като е регламентирано разходите, направени за отстраняване на нередностите от митнически и граничен характер да се вписват в пътния лист и се отнасят за сметка на неизправната администрация.

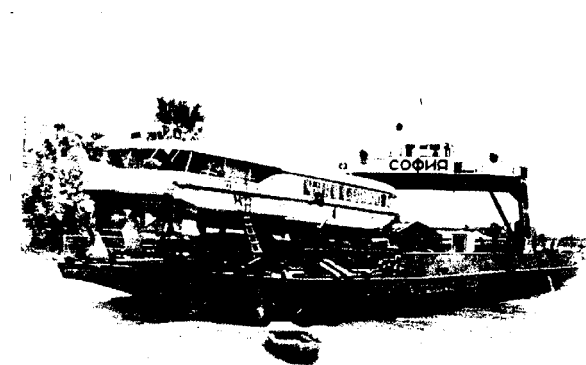
Прието е служебната кореспонденция да се води на френски език. От обслужващия персонал също се изисква да владее френски език в “достатъчна” степен заедно с езика на съответната страна.

Приложението на Конвенцията се регламентира със служебни правилници, съгласувани от двете железопътни администрации. Спорните въпроси извън компетенцията на Смесената двустранна комисия се разрешават от Арбитражен съд в срок от 3 месеца от датата на ратифицирането на спора по дипломатически път. Правните принципи на Конвенцията са заимствани от Постоянния съд за международно правосъдие в Хага.

3. СТРОИТЕЛСТВО И ТЕХНИЧЕСКА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ФЕРИБОТА РУСЕ-ГЮРГЕВО.

След подписването на Конвенцията двете страни предприемат действия по възлагането на строителството на съоръженията и фериботните кораби. Ангажират се водещи германски фирми “Манесман” и “Круп” по изработването на мостовите конструкции, релсите, специалните жп стрелки и повдигателни устройства на преходните мостове. Фирма “АЕГ” изпълнява електрифицирането и механизацията на лебедките за повдигане на преходните мостове. За първи път се прилага централизирано управление на устройствата от командна кабина. Двете страни изграждат по една дизелова електроцентрала за

автономно електрическо захранване. Дизеловите агрегати са произведени и доставени от "АЕГ". Всички компоненти на съоръженията са произведени в Германия и след доставката са монтирани на място с участието на германски специалисти. Мостовите конструкции са нитовани. Заслужава да се отбележи високото качество на изпълнението и на строително-монтажните работи като цяло. В Германия са произведени и двата еднотипни фериботни кораба. Те са поръчани в корабостроителницата Валзум на Рейн. След построяването си корабите трябвало да изминат дългия път по р. Рейн, Атлантика, Средиземно море, протоците Дарданелите и Босфора, Черно море и през делтата на р. Дунав да стигнат до назначението си. Това се отдало само на ЖК "София" (фиг.1).



Фиг. 1 ЖК "София" – общ изглед

Фериботният кораб "Букурещ" по време на пътуването е станал обект на военни действия и е потопен. Така в основата на експлоатацията на железопътната връзка Русе - Гюргево остава единствено железопътния кораб ЖК "София". Българска фирма, изпълняваща пристанищно строителство в порт Русе, поема брегоукрепителните мероприятия, каменната облицовка на корабното гнездо и продълбочаването на дъното му до 8.50 м за безпрепятствено газене от корабите при променящото се ниво на реката, особено при ниските води.

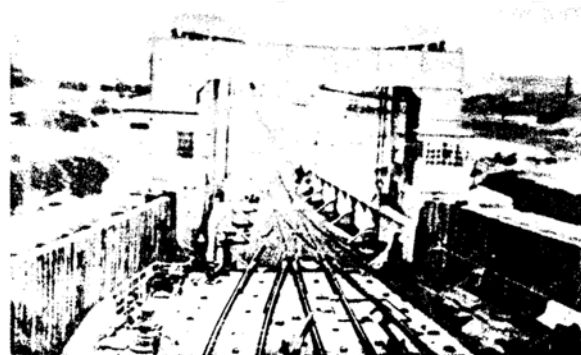
При едно сравнително дълго строителство, ограничавано от недостиг на финансови средства /1938-1940г./ и форсирано по-късно в интерес на военните действия на Германия във Втората световна война, към март 1943г. фериботния комплекс Русе – Гюргево е готов за експлоатация. Извършена е подготовката на експлоатационния персонал за съоръженията на ферибота, корабния състав и търговската

служба. За времето от 23.03.1943 до 01.04.1943г. Смесената българо-румънска комисия по експлоатация на ферибота на своята VII сесия в София изготвя и приема "Правилник за действието и експлоатацията на ферибота Русе – Гюргево", одобрен от Министъра на железниците, пощите и телеграфите с резолюция от 08.04.1943г., с което фериботът влиза в редовна експлоатация.

Изградените съоръжения на българския и румънския бряг са еднотипни по вид и конфигурация и включват железопътната връзка с коловозното развитие извън подхода към преходния мост, причал /съоръжение за приставане/, корабно гнездо и железопътен фериботен кораб.

Преходният мост осигурява връзката между железопътната линия на брега, която се намира на постоянна кота /твърда точка/ и линиите на кораба, котата на които се изменя в зависимост от нивото на водите на река Дунав.

Преходният мост е с обща дължина 201 м и се състои и от пет мостови полета по 35 м дължина и една подвижна клапа с трапецовидна форма и дължина 26 м. (фиг.2)



Фиг. 2 Клапа с тристранна стрелка

Клапата е оборудвана с двойна жп стрелка за връзка с трите коловоза на железопътния кораб и служи за съчленяване на бреговата и корабната част на коловозното развитие след подвеждането му по ос и ниво. То се извършва с помощта на специални повдигателни механизми за регулиране на височината на мостовите полета, съответстваща на положението на моста за различните височини на водата. (фиг.3)



Фиг. 3 Повдигателни съоръжения на преходния мост на фериботното гнездо Русе.

Водното ниво е наблюдавано периодично по пегел, прикрепен в гнездото за приставане на кораба като котата се вписва в “Мостовия регистър” два пъти в денонощие в 7.00 и 16.00 ч.

На всяко ниво на водата съответствува определено положение на моста, означено в таблица “Положението на моста за различните височини на водата”, която е приложена към “Правилника за действието и експлоатацията на ферибот Русе – Гюргево“. Подвеждането на преходния мост по ниво се извършва от водата /кораба/ към брега като клапата се поставя в хоризонтално положение и се свързва с първото мостово поле. Краят му и следващите мостови полета се нивелират съгласно таблицата и се законтрят. Положението им спрямо мостовите опори, максималният наклон на преходния мост и положението на сигналите се записват в “Мостови регистър”, уведомява се железопътната гара и се пристъпва към акостирането на кораба и включването му към клапата.

За целта кораба разполага с два броя танкове за воден баланс, напълнени според данните от таблицата за положението на моста за приставане.

Този процес се повтаря за всяко натоварване или разтоварване на фериботните кораби в зависимост от измененията на нивото на водата.

Общото число на вагоните, приети за натоварване за един курс на фериботния кораб, се определя от изпращащата гара, като се отчита:

-полезната дължина на двете странични железопътни линии на кораба – 61 м за всяка една и дължината на средната железопътна линия – 42 м;

-общия тонаж на вагоните върху кораба е 450 тона. Тонажът, който се приема на всяка корабна линия, е 150 тона. Допустимото отклонение при натоварването е не повече от 10%;

-при неблагоприятни условия за плаване допустимото число вагони за натоварване се намалява.

Задължително изискване е натоварването на кораба да започва от средната линия, а разтоварването да започва от страничните линии. За смесените курсове пътническите вагони се натоварват последни и разтоварват първи. Ако при натоварване или разтоварване се яви напречен наклон на кораба по голям от 4 градуса, корабът се уравновесява чрез напълване на страничните баластови танкове до хоризонтирането му. Не се допуска качването на локомотиви върху железопътния кораб поради по високото им осно натоварване и тегло. За целта са използвани тампонни /предпазни/ вагони. Натоварените за превоз вагони следва задължително да имат изправни ръчни спиращки, които след установяването на вагона се затягат. Вагоните допълнително се осигуряват от самопредвиждане върху коловозите на кораба чрез поставяне на спирателни обувки. Всеки коловоз от страна на кораба е осигурен с буфери. След натоварването и затварянето на кораба се поставят буферни греди с буфери, разчетени за аварийни ситуации.

Максималният брой на превозваните вагони според дължината на корабните линии е 18 при осно натоварване 10 тона на ос, а минималния брой е 6 вагона при наклон на преходния мост от 0 до 35 %.

Утвърденият Правилник регламентира цялостната организация на маневрената работа и организацията на движението между фериботните гари Русе фериботна – Гюргево фронта, документооборота, ползуването на телефонната връзка и служебните съобщения.

Регламентираният ред и създадената организация на работата на ферибота Русе – Гюргево доказана една надеждна експлоатация във времето. По време на войната обектът е защитаван със средства на противовъздушната отбрана на страната, като в района е дислоцирана зенитна батарея. Фериботното гнездо, подходите и кораба са били надеждно охранявани. До построяването на Дунав мост 1954 г. железопътните съобщения между Русе и Гюргево се поддържат от българския фериботен кораб

“ЖК София”. След 1954г. фериботният кораб и съоръженията са заделени и подържани като военновременни мощности за дублиране на Дунав мост. През 1995г. е бракуван. фериботният кораб ЖК “София” и фериботните съоръжения, въпреки че бяха станали безпредметни, тъй като румънската страна ликвидира корабното си гнездо и подходите към него още преди 1980г.

Експлоатационния срок от 12 години е твърде малък за това надеждно и скъпо съоръжение. Нарасналият обем на превозите, значително високите технологични разходи и малката пропускателна и превозна способност на фериботния кораб обективно налагат строителството на извънкласния комбиниран железопътен и шосеен мост на река Дунав между Русе и Гюргево. Недостатъчната товароподемност на кораба и главно максимално допустимото осно натоварване на подвижния състав до 10 тона на ос го правят неприложим за използване, тъй като осното натоварване на съвременните вагони, използвани във вътрешно и международно съобщение е 22 тона на ос. Въпреки посочените съображения железопътният ферибот Русе – Гюргево ще остане в историята на железопътния транспорт като една много добре организирана и усвоена технология от българските и румънски железничари.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Железопътният ферибот Русе –Гюргево поставя началото на фериботните съобщения между България и Румъния през р. Дунав. По същия ред се сключва конвенция за строителството на фериботната връзка Видин – Калафат, чието строителство се ускорява в интерес на военните действия на Германия на Балканите и Източния фронт. За бързото решаване на въпроса в русенската корабостроителница е построена временна фериботна платформа за превоз на вагони от три съединени шлепа, теглени от влекач при странично причалване и капацитет до 18 броя вагони в двусосно узчисление. Осното натоварване е завишено на 16-18 тона на ос. Реда за натоварване е приет както за фериботния кораб ЖК “София”. Повдигателните механизми и преходните мостове – три броя, отделно за всяка корабна линия върху платформата, са само брегови, тъй като на брега са монтирани стрелките за насочване на вагоните. Липсва преходната клапа и тристранната стрелка поради временното предназначение на съоръжението.

Особено внимание е обърнато на укрепването на вагоните върху платформата – групово – за всяка корабна линия и индивидуално допълнително укрепване на всеки вагон поотделно. Въпреки това е имало инциденти с падане на вагони в реката. след Видин-Калафат. Тази платформа по-късно е заменена от самоходния железопътен фериботен кораб “Бдин”. Модернизирани са и бреговете съоръжения. Ферибота се дооборудва и приспособява за комбинирани превози — на железопътни вагони и автомобили като се дава възможност за превозване и на верижна техника. Други два фериботни кораба, построени в Бургас под български и румънски флаг пренасят по разписание автомобили, автобуси и леки коли между двата бряга и оформят цялостния облик на фериботния комплекс Видин – Калафат.

Фериботната платформа след въвеждането в експлоатация на железопътния фериботен кораб “Бдин” също е заделена и поддържана като военновременната мощност. Въпреки несъвършенството си в техническо отношение, тя е разчитана за усилване на превозните и преработвателните възможности на фериботния комплекс. Условията не са наложили нейното използване в по-късен период. През 1995 г. заедно с образуването на ЖК “София” фериботната платформа е върната на първоначалния ѝ собственик – параходство “Българско речно плаване” за използване за спомагателни цели и е разкомплектувана.

Придобитият опит в началото на фериботните съобщения успешно се прилага при строителство и експлоатацията на фериботната връзка Силистра – Калараш, а по-късно и при фериботната връзка Оряхово – Бекет /1993 г./

Кризата в Югославия насочи основния автомобилен трафик от Западна и Средна Европа за Близкия Изток през Унгария, Румъния и България. Капацитетните превозни възможности на Дунав мост при Русе и граничните пунктове бяха надхвърлени. Временно решение за облекчаване на движението и натоварването на моста бе създаването на нова фериботна връзка между Русе и Гюргево, като пренасянето на автомобилите се пое от фериботния кораб “Ваду Ой” на румънското параходство “Навром”.

В пиковия период на 1993 г. също са говореше за доставянето на още един фериботен кораб, както и за строителството

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

на нов втори мост на р. Дунав при Русе. Това налага извода, че реализирането на програмата за дунавските мостове и отлагане във времето на строителството на втория мост между България и Румъния за сега се осмисля със съществуващите фериботни съобщения като доказана необходимост и временна алтернатива на бъдещите мостови преходи на р. Дунав.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Телов Г.Я. Наплавные мосты и паромные переправы, ВАТТ – Санкт – Петербург, 1974.

[2] Правилник за действието и експлоатацията на ферибота Русе – Гюргево. Министерство на железниците, пощите и

телеграфите. Главна дирекция на железниците и пристанищата София, 1943.

[3] Конвенция относно уреждането на фериботните съоръжения между Царство България и Кралство Румъния през точките Русе - пристанище и Гюргево – пристанище и обратно. Министерство на железниците, пощите и телеграфите, Държавен вестник бр.11, 1938.

[4] Заповед №48 от 28.09.1994 г. на министъра на транспорта на Република България и Протокол №8 28.09.1995 г. на УППД – Русе.

[5] Софронов С. Железопътния ферибот Русе – Гюргево, научна сесия ВСУ 2001 г. Доклади т.2, гл. IV 80 – 84, 2001.



“TEMPT 2001–Транспортът на XXI век”

BULGARIA AND THE TRANSPORT REGULATION IN EUROPE

Anna Dzhaleva-Chonkova, Ph.D.¹

Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria

Abstract: *The paper examines the participation of Bulgaria in international treaties, conventions and organizations concerning the transport regulation in Europe. Ever since the restoration of the independent Bulgarian state it has taken part in most of the conferences discussing transport technical or legal issues and has adhered to all documents determining the rules of interaction and relations in the field of transport, i.e. railway routes, transit land transportation, sailing along the Danube river, etc.*

Key words: Bulgaria, international treaties and conventions in the field of transport.

INTRODUCTION

The geographic position of Bulgaria has proved to be of great importance for the transport development in the country. It has always been a crossroad between East and West, Europe and Asia. Situated in the center of the Balkan peninsular, the state has inevitably been involved into the international negotiations concerning the transport links and routes both continental and transcontinental.

BILATERAL AGREEMENTS WITH EAST RAILWAY COMPANY AND SERBIA

Right after the national liberation in 1878 the Bulgarian Kingdom had to fulfill the decisions of the Great Powers' Congress held in Berlin. Besides the duty of buying the railway line from Ruse to Varna (built and owned by the English Company of Barkley brothers), the country had to built a railway line between the borders with Serbia and with Eastern Rumelia which at that time was an autonomic district within the territory of the Ottoman Empire. As the line was a part of the international railway route famous under the

name of *Orient Express* it was obligatory for the government to apply all international standards and to keep the existing European regulations concerning the railway operation. Although the Bulgarian authorities signed bilateral agreements only with the Serbian railways and the East Railways Company (known as the Baron Hirsh's Company or C.O.) operating on the line from Belovo to Istanbul, they were aware of and used all documents governing the railway transport on the continent. On that base they developed the internal rules for the national railway transport activities.

Having the ambition to become equal to the other European countries, the Bulgarian government aimed at adhering to the most important international unions and organizations including those in the field of railway transport and the Danube river navigation. All the articles about the European transport regulations published in the specialized journals and newspapers at the end of the 19th century showed the complete approval of their objectives and assignments. Yet, the fact that Bulgaria was formally a vassal Kingdom did not make it possible for it

¹ Anna Dzhaleva-Chonkova, Ph.D. Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria

to sign any of those treaties or contracts because only the Ottoman Government had the right to be involved in international relations. In fact, the Hague Conferences held at the beginning of the last century were the first events where the Bulgarians were invited to participate. The representatives of the country took part in the discussions dedicated to the problems to the railways operation in wartime.

BULGARIA'S ACTIVITY IN TRANSPORT REGULATION AFTER 1908

The unfavorable condition of not having the right to participate in international activities was changed after the Announcement of Independence in 1908. The country became a direct participant in the international relations and soon joined a lot of European organizations including a number of the transport ones. The first transport treaty that Bulgaria adhered to was the Convention of Goods Transportation by railways (now part of COTIF) but the period after the World War I was the most active one in establishing international contacts in the field of transport. The state and railways representatives took part in a great number of bilateral and multi-lateral events connected with the transport regulation improvement in Europe until World War II. Being a member of some significant railway organizations, Bulgaria tried to contribute as much as it could to the efforts in making transport more effective. The country did not withdraw its membership in those organizations even after the communists came to power in 1944. However, its main activities were limited within the Organization of the railways of the socialist countries (OCZD).

Bulgaria was the Balkan country that played an extremely active part in realizing the European idea of building a bridge over the Danube connecting its territory with Romania. Because of the need to expand its access to the other parts of the continent in the Northern and Southern directions, the Bulgarian governments always backed up that project at all conferences and international meetings concerning its implementation. That idea was one of the most topical questions in the Bulgarian international policy from the end of 19th century until the early 1950s

when the bridge was finally built between the towns of Russe and Gyurgevo.

The development of the European transport regulations in 1920s and 1930s was marked with the necessity of changes adequate to the new post-war conditions in Europe. The most important problem was to consider the rapid expansion of the road transport as a competitor to the railway one. The attempts of the governments in many European countries to protect the latter from any non-loyal competition made the Bulgarian authorities take similar measures such as new regulations the most significant of which was the special Law of Road Transport. Approved by the National Assembly in 1935, it used the foreign experience in matching the advantages of both transport modes and in establishing the practice of combined transportations mainly for internal needs. Besides that, following the examples from Europe the government tried to enhance the competitive power of the railways improving time-tables and tariffs, reducing the time of travelling by speed increase, electric and diesel engines, as well as creating comfortable conditions for passengers, etc.

The new regulations of the railway transport in Europe especially in financing and management imposed the necessity of similar reforms in the Bulgarian state railways (BDZ). The public discussion about the new principles of transport organization began right after the war and although it lasted for a couple of years it did not result in any practical decision. It was made later, at the end of 1920s, to meet the recommendations of the Financial Commission at the Community of Nations. The new Law of the State Railways and Ports Regulation (1929) was passed by the National Assembly to fulfill one of the preconditions of giving a loan to the country in 1928 (the so called Stabilizing loan). Nevertheless, this act turned to be of great importance for BDZ because using the model of some European railway companies it put a new style of management like that in a private enterprise aiming at a certain profit. The operation was separated from the infrastructure financially and a number of new funds were established thus making possible further improvement both of the infrastructure and the rolling stock.

Taking part in different organizations and other forums, the Bulgarian experts had the

chance to get acquainted with the most topical problems in the field of transport connected both with technology and management. One of the most modern issues between the two world wars concerned the wider application of scientific and engineering achievements as well as of new methods of labour and human resources management. Following some models from the West European countries, the Bulgarian railway administration founded a special Scientific Committee and was one of the first institutions in the country to put into practice a number of new scientifically grounded innovations aiming at labour and staff improvement.

TRANSPORT COLLABORATION: PART OF THE EUROPEAN INTEGRATION PROCESSES

Keeping the traditions of the past, the transport policy of Bulgaria has always been dominated by its desire to be an active partner in the international relations. Nowadays the national transport strategy is defined by the decisions of the two conferences of the European ministers of transport held in Crit (1994) and in Helsinki (1999) which outlined the transcontinental transport system. Five of the European transport corridors cross the territory of the country thus setting the priorities in its transport development. The main problems to be solved in the nearest future are connected with the necessity to improve the infrastructure and to harmonize the national regulations with the European ones. That will make easier the process of Bulgaria's integration not only to the European structures in the field of transport but also to the European Union as a whole.

The efforts of our country to improve the legal base of the national transport system according to the European standards have brought a number of important results. Bulgaria has signed or has declared its will to adhere to some of the newest conventions in the field of transport such as that about the conveyances of goods by road transport and stimulating the combined transports, INTERBUS agreement, the Convention about the European aviation space, etc. The agreements of the Bulgarian and Macedonian railway connection and of building a new bridge over the Danube between the towns of Vidin and Kalafat were signed respectively on

12 March 1999 and on 5 June 2000. Besides the international contacts the government has carried out an intensive process of restructuring the transport section. Most of the road transport enterprises have already been privatized as well as the national air transport company but the imperfect bargain for the latter caused its bankrupt at the beginning of 2001.

A lot has been done to harmonize the railway transport regulations with the existing European standards and directives. Most of the instructions concerning the operation, the traffic safety, environmental problems, etc. have been revised or are under revision in order to make them relevant to the worldwide requirements and regulations. The most important act in that field is the new Law of the Railway Transport passed by the National Assembly at the end of the last year. Its purpose is to divide the infrastructure from the operation as it is in some European countries thus making railways more effective and competitive to other transport modes.

The national economic program for the period 2000 – 2006 puts forward the priority development of transport system. It includes the implementation of a number of projects with the financial support of PHARE program, the EBRD and other international funds. They will contribute to the improvement of the transport infrastructure and legislation in the country required for its integration into the European transport system.

Following the objective to become a full-right member of the European Union, Bulgaria has made a decisive step to get closer to the achievements of the most developed countries in the field of transport for the last few years. Nowadays the state policy aims at developing the national transport sector in a way to make it both an equal part of the European transport system and a desired partner at the international transport market in the 21st century.

REFERENCES

- [1] National Historic Archive, fund 157 (Railways).
- [2] Railways Collections, Sofia, 1896-1914.
- [3] Journal of the State Railways and Ports, Sofia, 1927-1943.

[4] **Archive of the State Railways and Ports, Sofia, 1929-1935.** [6] **National Plan of Economic Development in 2000-2006.**

[5] **Dzhaleva-Chonkova A. and co-authors. History of the Railways in Bulgaria, Sofia, 1997.**



“TEMPT 2001–Транспортът на XXI век”

УДК 378.14

ПОДГОТОВКАТА НА КАДРИ С ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЗА ВЪЗДУШНИЯ ТРАНСПОРТ ВЪВ ФРАНЦИЯ

Б. Т. Пеловски, Б. Б. Маринов, А. Л. Колчев

ВВВУ"Г.Бенковски", Д.Митрополия, България, - info@af-acad.bg

АНОТАЦИЯ

Анализирано е обучението на кадри за въздушния транспорт във Франция. Инженерите се подготвят по 7 специалности, а магистрите - по 5 (2 от тях са на английски език): Летателна експлоатация и УВД, Мениджмънт на летищната дейност, Въздухоплавателна годност на летателни апарати, Комуникации, навигация и локация чрез спътници, Мениджмънт на въздушния транспорт. Обучението (1г.) е платено. Приемат се и чужденци.

Ключови думи: летища, аерогари, авиокомпани, въздушен транспорт, гражданска авиация, мениджмънт, магистри, управление.

Голяма част от авиационната промишленост и висшите училища за подготовка на кадри за нея и за въздушния транспорт на Франция са в гр. Тулуза - най-големия авиационно-космически комплекс в Европа и втори университетски център на страната, в който се подготвят 120 000 обучаеми. Там се намира и Националното Училище за Гражданска Авиация (ЕНАК) [1]. В него се дава начална подготовка (съответстваща на образователно-квалификационните степени специалист и бакалавър) и продължаваща подготовка (съответстваща на магистър, на следдипломни квалификации, стажове и специализации), провеждат се научни изследвания и се извършва международна дейност, отговарящи на нуждите и интересите на държавния и частния въздушен транспорт във Франция и в чужбина. Видовете подготовки са три [2]:

- с общ характер (инженери за Гражданската авиация);

- с професионален характер (инженери по Управление на въздушното движение, по

електроника, по конструкция и експлоатация; летци; специалисти по експлоатация);

- магистърски специализации (Летателна експлоатация и управление на въздушното движение, Мениджмънт на летищната дейност, Въздухоплавателна годност на летателни апарати, Комуникации, навигация и локация чрез спътници, Мениджмънт на въздушния транспорт).

Академичният състав на ЕНАК е съсредоточен в пет департамента за обучение: Въздушно движение; Електронни системи за комуникация, навигация и локация; Езици, хуманитарни и социални науки; Математика и информатика; Въздушен транспорт.

В обучението и научните изследвания ЕНАК си сътрудничи с 12 организации и висши училища от Франция и е партньор на 17 чуждестранни университета от Великобритания, Германия, Канада, САЩ, Испания, Португалия, Финландия и др. По някои от специалностите се приемат студенти от Европейския съюз, а по други - от целия свят.

Борис Пеловски доц. д-р, Бойко Маринов гл. ас., Александър Колчев ст. ас., ВВВУ
"Г.Бенковски" г.Д. Митрополия

Голямото разнообразие от форми на обучение и стажове с различна продължителност определя и особената структура на училището и на органите за управление [3].

Прави впечатление, че, за разлика от България, специалностите за магистърските специализации са насочени повече към мениджмънт и управление на въздушния транспорт и са различни от тези, по които се обучава за бакалавър. Обучението за магистър в ЕНАК представлява особен интерес, тъй като там се приемат и чужденци.

Ежегодно във всяка една от магистърските специализации се приемат по 15-20 обучаеми (включително и от чужбина). Условието е кандидатите да са завършили висше образование - 5 години след средното. По изключение могат да кандидатстват и завършилите 4 години след средно образование, ако имат известен професионален опит.

Подборът на кандидатите се извършва на два етапа. Първият е по документи и цели да провери съответствието им с изискванията. Вторият представлява интервю с жури, включващо хабилитирани преподаватели и професионалисти от съответните области на евентуалната бъдеща дейност на кандидатите. На това интервю кандидатът изразява своята мотивация за обучение по дадената специалност и намеренията за бъдещата му професионална дейност.

Таксата за кандидатстване е 65 евро за всички магистърски специалности. Обучението е платено и е в размер на 9 590 евро. Журито за подбор може да намали тази такса до 50 % за кандидати от Европейския съюз, имащи статут само на обучаеми (нямащи никакъв професионален опит). Желателно е кандидатите, особено чужденците, да имат осигурена стипендия [4]. За някои кандидати от чужбина журито може да постави условието за предварително преминаване през подготвителни курсове с продължителност от три до шест месеца, организирани от Института по авиация и космонавтика в Тулуза. Курсовете са езикови, научни и технически, а окончателното приемане зависи от показаните резултати в тях. Те подпомагат чуждестранните обучаеми да се приспособят към особеностите на френската система за висше образование [1], за да могат да провеждат обучението си във възможно най-добри условия.

Обучението за магистър в ЕНАК е акредитирано от Конференцията на висшите училища във Франция и е с продължителност 12 месеца, от които поне 4 са стаж в авиационно предприятие. Завършва с дипломна работа, която се защитава пред специално жури. Разнообразната фундаментална научна подготовка се осъществява от професори от ЕНАК и от други тулузки университети. Специализираното обучение се извършва от световно известни авиационни специалисти от концерните Ербюс, Ер франс, Секстант Авионик, Корсер, Юрокоптер, АТР, CNES и др., както и от дирекция "Гражданска авиация" в Министерството на транспорта.

Магистърските програми по "Мениджмънт на въздушния транспорт" предвиждат подготовка повече в управленчески, отколкото в инженерен план. Обръща се внимание на икономическите аспекти, на финансовата и маркетинговата стратегия, на управлението на човешките ресурси, както и на тенденциите за развитие на въздушния транспорт.

Първата част от подготовката е теоретичното обучение (от октомври до март) и се състои от 8 задължителни модула с продължителност по две седмици :

- самолетът и системата за въздушен транспорт;
- икономика на въздушния транспорт;
- международно и европейско въздушно право;
- компании - оперативни и технически аспекти;
- компании - търговско управление;
- компании - финансово управление;
- компании - управление на човешките ресурси;
- стратегии, цели и перспективи във въздушния транспорт.

Обучаемите избират и два от следните избираеми модули (с продължителност по една седмица):

- въздушни такси (навло за превоз);
- информатика и телекомуникации;
- въздушен транспорт и туризъм;
- съдействие на техническите бази.

Втората част от подготовката представлява стаж в професионална среда (от април до септември) във Франция или в чужбина. Ръководи се от наставник от приемащото предприятие и от педагогически отговорник от ЕНАК или от Висшето търговско училище в Тулуза.

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

Завършилите могат да заемат длъжности като: отговорник за маркетингови проучвания, търговски представител, контролор по управлението, инженер за оперативни изследвания, отговорник на техническа база и др.

Теоретическото обучение за магистър по "Летателна експлоатация и управление на въздушното движение" е от януари до юни. Първата група от 6 модула по една или две седмици осигурява изучаването на самолета и неговата околна среда:

- самолетът и принципите на полета му;
- системи за управление на полета;
- авиационна метеорология;
- използване на летателните апарати;
- икономика и управление на компании за въздушен транспорт;

- концепция и използване на летищата.

Втората група от 9 модула по една седмица е посветена на управлението на въздушното движение:

- основи на въздушното движение;
- контрол на полетите;
- въздушно движение: изменения, приложения, аспекти;
- аерогари, контрол на кацането, летища;
- комуникации, навигация, радиолокация;
- институционални, правни и икономически аспекти;
- технически средства на системата;
- автоматизирано управление;
- безопасност на полетите.

Практическият стаж в професионална среда продължава от юли до декември аналогично на този за предишната специалност. Завършилите могат да работят в авиокомпаниите, на аерогарите и летищата, в сервизните и гарантийни служби, в Агенцията за контрол на въздушното движение и др.

Теоретичното обучение на магистрите по "Мениджмънт на летищната дейност" е от октомври до март и включва 15 модула по една или две седмици:

- самолетът и системата за въздушен транспорт;
- икономика на въздушния транспорт;
- комуникация и управление на човешките ресурси;
- въздушна навигация и безопасност на полетите;
- управление и инфраструктури на летищната дейност;
- пътнически аерогари;
- летищна експлоатация;

- административно и правно ръководство на летищата;
- икономическо и финансово ръководство на летищата;
- търговско ръководство на летищата;
- стратегическо ръководство на летищата;
- подпомагане на техническото обслужване;
- летища и крайбрежия;
- летищна безопасност;
- международно и европейско гражданско въздушно право.

Практическият стаж е от април до септември. Завършилите могат да работят в областта на експлоатацията, маркетинга, управлението, финансите и човешките ресурси на летищата и в техническото обслужване в авиокомпаниите.

Обучението на магистрите по "Въздухоплавателна годност на летателни апарати" е на английски език. Първата група модули (Авиационна техника и изследване на летателни апарати) се провежда в Националното висше училище за инженери по авиационни конструкции и включва:

- области на полета;
- ограничения в използването на структурите;
- конструкция на самолета и изчисляване на натоварванията;
- авиационни двигатели;
- авионика (в две части);
- самолетни системи;
- изпитване качеството на оборудването и бордните системи в гражданската авиация.

Втората група модули (Безопасност на въздушния транспорт) са:

- сертификация в международния въздушен транспорт;
- безопасност на комплексни ситеми;
- бордно програмно осигуряване на средствата за обективен контрол;
- безопасност на полетите и човешките фактори;
- агремани и понятие за качество;
- приложни процедури;
- ремонтни процедури;
- поддържане на летателна годност.

На английски език е и обучението на магистрите по специалността "Комуникация, навигация и локация чрез спътници". То отговаря на изискванията на Международната организация за гражданска авиация за създаване на глобална система за управление на въздушното движение, съвместима с многобройните нехомогенни национални

системи. Новите космически технологии дават очевидната възможност за това. Завършилите могат да работят почти във всички области на въздушния транспорт. И много други сектори на дейност се интересуват от тази нова техника, в частност и в земния транспорт.

Обучението на инженери за въздушния транспорт във Франция има редица характерни черти, свързани с особеностите на френската система за висше образование[1]. Всяка специалност има своя специфика. Разнообразни са изискванията за достигнатите нива при кандидатстване, различни са сроковете за обучение. Статутът на обучаемите зависи от това дали преди приемането им са били обучаеми или вече имат определен професионален опит, дали се подготвят за работа в държавни или в частни авиокомпани. Подготовката на магистри за въздушния транспорт е по специалности, различни от тези на инженерите. По-голямата част от тези особености са приложими и в България и трябва да се имат пред вид при разработването на новия регистър на специалностите и на единните държавни изисквания за подготовката на кадри с висше образование.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Симеонова П., Б. Пеловски. Системата на висшето образование във Франция и Националното училище по гражданска авиация в Тулуза. ЮНС на ВВУ "Г. Бенковски" "40 години от първия полет на човек в космоса". Д. Митрополия, 2001г.
- [2]. L' enac vous accueille. Livret d' accueil a l' intention des йlives et des stagiaires 2000-2001. ENAC, Toulouse, 2000.
- [3]. Ecole Nationale de l' Aviation Civil. Rйglement de la scolaritй. ENAC, Toulouse, 2000.
- [4]. Les Mastires Spйcialisйs de l' Enac. Masters Courses at Enac. ENAC, Toulouse, 2001.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯТ ТРАНСПОРТ И ОКОЛНАТА СРЕДА

Александър Тошев, Йордан Петков

ВТУ “Тодор Каблешков”, София-1574, бул. “Гео Милев” 158, България

Анотация: В статията са разгледани два аспекта на сравнително ограниченото въздействие на железопътния транспорт върху околната среда - заемането на терени и вредното влияние върху почвите. Направено е сравнение с други видове транспорт.

Ключови думи: ж.п. транспорт, околна среда, замърсяване на почви.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

За съвременния човек са достъпни почти всички части на планетата. Динамично развиващата се транспортна мрежа дава възможност за все по-голям превоз на хора и товари във всички посоки. Ежегодно влизат в експлоатация нови автомагистрални участъци, реконструират се шосета, разширяват се трасета на жп-линии, строят се нови летищни, пристанищни и гарови комплекси.

Тази част от човешката дейност има и една сенчеста страна. Относителният дял на земите, чието отчуждаване и предоставяне е свързано с развитието на транспорта (особено автомобилния) е един от най-големите, заедно с този на обектите на промишленото и енергийното строителство. Докато за последните две могат да се предоставят и терени от ниски категории по отношение на тяхната продуктивност, то при прекарването на транспортни магистрали, макар и по най-икономичния по отношение на земята вариант, неизбежно се налага отчуждаване на ценна плодородна земя, ливади, пасища, терени с трайни насаждения, зони за отдих. Транспортът засяга и т.н. биотоп -

пространството на абиотична среда. За транспортни нужди се обсебват земи, които се изключват завинаги от производството на органична материя.

В България размерът на орната земя и трайните насаждения е около 5 декара на един жител. Тревожна е обаче не толкова констатацията, че размерът на обработваемата земя не е твърде голям, колкото темпът с който тя намалява.

Стремежът към развито цивилизовано общество предполага все по-хармоничното ни взаимодействие с природата. Съвременният човек съзнава важната роля на връзката си с околната среда, необходимостта от запазването и увеличаването на природните ресурси на планетата. В този смисъл е и развитието на екологичното възпитание, както и строгия но необходим контрол върху ползването на природните ресурси.

Целта на тази статия е да се обърне внимание на един неизбежен фактор който съпътства железопътния транспорт и оказва влияние върху околната среда - заемане на терени и оказване на вредно влияние върху почвите.

Съвременната европейска железница е подчинена освен на законови актове и технически разпоредби и на още едно важно изискване - минимално въздействие върху всички екосистеми. Така традиционно добрият и сигурен мобилитет служи като стопанска предпоставка на техническия прогрес в своята област - например създаването на високоскоростни влакове. Сравнително ограниченото въздействие върху околната среда е един добър потенциал, върху който железницата може да увеличи шансовете за бъдещото си съществуване и развитие.

ЗАЕМАНЕ НА ТЕРЕНИ

Ако се сравнят различните видове транспорт по този критерий, изводите се налагат сами. Така например, към 1989 г. [1] във ФРГ шосетата и автомагистралите са заемали около 4,9% от общата територия на страната, докато релсовите пътища - само 0,4%. Ширината на електрифицираната двупътна жп-линия е 13,40 м и капацитетът и по отношение на обем междуградски превози е равен на този на 4-лентова автомагистрала (по две във всяка посока) с ширина 20,00 м. Счита се, че площта на 1 км автомагистрала е около 3 пъти повече в сравнение с площта на двупътна жп-линия (около 3-3,6 ха/км). При това трябва да се знае, че около 2/3 от терена на железопътната линия е залесен или затревен. Въпреки това, като се има предвид, че железниците са сериозен консуматор на земен фонд е препоръчително да се вземат мерки за ограничаването на жп-обекти върху вече заетите от този отрасъл територии. Непрекъснатият поток от хора към и от големите градове изисква допълнителни пътни артерии. Счита се, че към 1990 г. във ФРГ за крайградските зони са били необходими над 80 хиляди км шосета, а за двупътни жп-линии - само 15 хиляди км [2]. А в градски условия за превоз на един пътник в трамвай са необходими 0,9 м², в автобус 1,10 м², а в автомобил - 20 м² територия [3]. Въпросът за заемания терен е съществен и от гледна точка на факта, че вредните газови емисии действуват на разстояние до 100 м от автомобилните пътища. Очевидно автотранспортът, а особено личният, е не-

ефективен в икономически, хигиенен и социален аспект.

От гледна точка заемане на земни площи въздушният транспорт също не е конкурент - имат се предвид необходимите терени за летища и други инфраструктури. Следният пример е достатъчно убедителен - 8000 км нови жп-линии заемат терен 1/2-1/3 от този на едно съвременно летище.

Очевидно с по-нататъшното развитие на транспорта ще растат и нуждите от терени. Опазването на земята не се състои в това да не се дава никаква земя за тези комуникационни системи, а тя да се използва най-рационално и най-пестеливо.

Условията на живот на цивилизования човек трябва да са съобразени максимално с неговите нужди. Използването на технически средства, които не оказват вредно влияние върху околната среда е част от тази теза и затова неслучайно в ЕКСПО - 2000 в Ханوفر "Човек-природа-техника" на природосъобразните релсови системи за близък превоз е обърнато особено внимание, въпреки че в европейски и световен мащаб тези транспортни средства не са в периода на най-добрите си времена.

При проектиране и строителство както и при реконструкции на съществуващи жп-трасета трябва да съществува едно неотменимо правило - да не се нарушава екологичното равновесие, всички необходими изменения на околната среда да бъдат извършвани крайно внимателно. Бъдещето ще покаже доколко тази наша дейност е била удачна.

Прекарването на ново или реконструирането на съществуващо жп-трасе е една сериозна финансова инвестиция. Като се изключи проектантската дейност тук влизат сериозни вложения в следните области: отчуждаване на терени (около 3-3,6 ха/км), горно строене на железния път, изкуствени съоръжения по железния път (мостове, водостоци, тунели, подпорни стени, гарови съоръжения, прелези), сигнални и съобщителни устройства, контактна мрежа, шумозаглушителни съоръжения. Преди реализирането им те подлежат на строг контрол по отношение на следните критерии: съществуващи възможности за поява на екологични рискове от всякакъв характер, оказване на минимална намеса и промяна в съществуващия ландшафт, оказване на ми-

нимално влияние върху хората и тяхната дейност, върху водите и почвите, биопроцесите в тях, историческо и културно наследство, съобразяване с тенденции и проекти за бъдещето развитие на областта [4].

При строежът на Байкало-Амурската магистрала проектантите и строителите на мостове и тунели трябваше да осигурят както трайността на съоръженията, така и да поддържат непроменено състоянието на околната среда. Тези две изисквания са свързани едно с друго, тъй като осигуряването на висока степен на надеждност и дълъг живот на всички изкуствени съоръжения по железния път е възможно само тогава, когато не се нарушава екологичното равновесие на природата в районите през които минава трасето. Така например, ако земният слой, който е вечно замръзнал не е много дебел, той се отстранява изцяло и тогава се полагат необходимите фундаменти. Ако обаче този слой е десетки метри и повече в изкопите се полагат различни пластове, включително и полимерни материали, които имат за задача да пазят замръзвания терен от възможен процес на топене [5].

Към германските федерални железници съществува звено за екологичен надзор при строителните работи. Неговата задача е всички строителни дейности да бъдат съобразени с опазване на околната среда. То е посредника между инвеститора на строежа от една страна и местния екологичен надзор и ръководството на строежа от друга [6].

При прекарването на нови жп-трасета или при реконструиране и разширяване на стари, когато ограниченията от екологичен характер са непреодолими, се налага използване на нови, съвременни методи и материали. Така на места при разширяване на основната площадка на железен път върху насип и с оглед спестяване на пръст за насипване са използвани армиращи мрежи от стомана и полимерни материали [7].

Когато някои стари изкуствени съоръжения по железния път, които имат историческа, художествена или архитектурно-инженерна стойност, като например стари каменни мостове, чиито носещи възможности не отговарят напълно на всички съвременни изисквания, се подла-

гат на реставрация и укрепване чрез нови технологии и материали [8].

Както вече беше споменато и с оглед пестене на земни маси от средата на 70-те години при изграждане на земното платно на железния път се използват все повече т.н. геотекстилни материали, които повишават носещите му свойства. Тези материали могат да изпълняват разделящи, дрениращи, филтриращи и армиращи функции. Например при слой геотекстил между земното платно и баластовото легло се повишава устойчивостта към напречни движения. Основната роля на тъканта освен предпазване от замръзвания е и ограничаване проникването на частички от грунда между трошения камък на баласта, ограничаване на зацапването на този материал с фракции от почвата. Зацапаната баластова призма престава да филтрува водата, което влошава състоянието на земното платно. Геотекстилните материали са под формата на мрежи, решетки, уплътняващи материали, тъкани, нетъкан текстил. Изработват се главно от полимерни материали, някои от които рециклирани - полиетилен, полипропилен, полиестер, полиамид, полиакрил, поливинилхлорид и др. При изграждане на облицовката на тунели някои геотекстили се използват като уплътнители [9].

ВРЕДНИ ЕМИСИИ В ПОЧВАТА И ВОДОЕМИТЕ

Железопътният транспорт оказва вредно въздействие върху качеството на почвите в районите на депата, маневрените участъци, гарите и самото трасе. Замърсяването става чрез отпадни продукти от обслужването - нефтопродукти, води, разсипване на товари, битови отпадъци, хербициди и др. Те се натрупват в най-голяма степен в баластовото легло, откъдето особено при ремонтни дейности в земната маса около железния път постъпват различни вредни емисии. Така например като резултат от интензивното изтриване на чугунените спирачни калодки трасето се насища с метален прах, което води до повишаване на концентрацията на желязо в почвата и растенията около него. Според литературни данни количеството на загубения по този начин метал е 300-350

хиляди тона годишно. Използването на синтетични или композиционни материали вместо чугунени калодки заменят един вид прах с друг. Железният път и теренът около него са обект на замърсявания и от превозваните товари - въглищен и руден прах, продукти на химичната промишленост, нефтопродукти и др. в резултат на лоши уплътнения и отвяване на леки частици при превоз в открити вагони [5].

Необходимо е обслужването на подвижния жп-състав да се извършва без да се нанасят вреди на околната среда. Местата за зареждане с гориво, за ремонти, смяна на масла и други технологични звена трябва да бъдат снабдени с ефективни пречиствателни съоръжения, които да гарантират безвредното събиране и унищожаване на продуктите от обслужването. В Германските федерални железници участъците, върху които се извършва товаро-разтоварна дейност на вредни за водите вещества, са съоръжени с вани от бетон, в които са положени релсите. За други товари, които също биха могли да замърсят сериозно почвата, се използват стоманени вани, вани с постелка от нетъкан текстил, гумени адсорбционни пътеки с непронируем долен слой и др. [10]. Тези покривни материали са производствен продукт [11].

Количеството на маслото, изтичащо в резултат на недобри уплътнения от различни агрегати на локомотивите и вагоните, трябва да бъде сведено до минимум. Това изисква и нови конструктивни решения, като например въвеждане на ролкови лагери във вагоните вместо използваните преди втулковидни [5]. Използването на смазочни материали от ново поколение с по-добри качества (например безхлорни моторни масла) допуска работа с по-фини филтри, по-доброто им почистване и при евентуални изтичания те оказват по-слабо вредно влияние на почвата.

Маневрените участъци и разпределителните гари поради големия брой стрелки и хидравлични релсови спирачки също могат да бъдат сериозен замърсител на почвата с масла. Затова напоследък се използват стрелки върху ролкова плоча, които не се нуждаят от смазване. Те имат по-висока надеждност, за обслужването им е необходим по-малък персонал, монтажът

им е опростен и не замърсяват почвата около тях [12]. При хидравличните устройства за релсови спирачки също са въведени усъвършенствувания, които силно ограничават емисиите на масло [13].

Попадналите в подпочвените води нефтопродукти влошават техните физични, химични и биологични свойства. Онечистените води са с променен вкус, мирис, често помътнели, понякога със следи от масло. Промяна на вкуса се усеща при съдържание на нефтопродукти над 0,5 мг/л, а на нафтенени киселини над 0,01 мг/л. Химичните свойства на водата се променят чувствително при съдържание на нефтопродукти над 100 мг/л. Ако такива води попаднат във водоеми, то на повърхността се образува тънък непронируем слой, който забавя скоростта на аерация и намалява съдържанието на кислород във водата.

Замърсяването на почвата с метални аерозоли (оловни, кадмиеви и др.) чрез дъждовните води е незначително в сравнение с това, предизвикано от автомобилния транспорт. Железопътната тяга е до голяма степен електрифицирана, отходните газове от дизеловите двигатели не са толкова вредни, съществуват възможности за използване на растителни масла (например рапично) вместо дизелово гориво.

Железопътният транспорт е голям потребител на вода. Освен за измиване на подвижния състав и за производство на пара, тя участва в почти всички производствени и експлоатационни процеси. Обратното количество, което се използва повторно е не повече от 30%, а останалата част, макар и повече или по-малко пречистена, се изхвърля в повърхностните водни обекти. Поради това опазването на почвите и водите от подобни онечиствания е един от основните елементи в еко-политиката на всяка цивилизована страна.

Често пъти поради липса или наличие на недостатъчно ефикасни пречиствателни съоръжения почвите около депата и измивните центрове са извънредно силно замърсени от наличието в отпадните води на киселини, основи, повърхностно-активни вещества, органични и неорганични диспергирани субстанции и др. Особено критично е завишаването на

нормите за съдържание на нафтопродукти и феноли при измиване на локомотиви и цистерни, на хромени и други тежки метални съединения при небрежно сменяне на охлаждащи течности и др.

При съвременните автоматични измивни съоръжения консумацията на подавана вода варира според степента на замърсяване между 10 и 60 л на линеен метър превозно средство. Към края на 80-те години в Германските федерални железници за такива цели изразходваната вода е както следва: питейна - 60,6%; подпочвена - 39,1%; дъждовна, речна - 0,3% [14].

За качествата на рециклираната вода трябва да съществуват санитарно-хигиенни нормативи. В използваната оборотна вода се натрупват химични онечиствания, микроби, вируси и др. Тя трябва така да се смесва със свежа, че да е безопасна за здравето на работещите с нея. Така че пред всички пречиствателни съоръжения, които съпътстват комплекси-те за измиване на подвижния състав, трябва да бъдат поставени следните изисквания: спазване на пределно-допустимите концентрации за изхвърляните води, както и възможно максимално използване на рециклирана вода. При външното миене се използват няколко типа препарати: за прах, кал и други подобни - неутрални; за маслени зацапвания - алкални; и срещу метални прахове (от калодки) и ръжда - кисели (понякога и органични киселини). Количествата се подбират така, че отпадните води да са с приблизително неутрален характер. Почти всички пречиствания минават през следните етапи: утаяване на пясък и тиня, очистване от нафтопродукти, освобождаване от други онечиствания, контрол на стойността на рН и евентуална неутрализация. Използват се следните методи: филтриране, утаяване, флотация, седиментация, аерация, сорбция с използване на различни активни адсорбенти и др.

В почвата могат да попаднат нафтопродукти в резултат от небрежна работа, аварии и др. Там вредното им влияние се свежда до изпарения, отлагане на тънък повърхностен слой върху води и отлагане на по-тежки компоненти в по-долните водни слоеве. Като противодействие се препоръчват следните мерки: аерация чрез разравяне, интензивно промиване с

повърхностно-активни вещества, ограждения и изпомпвания и др. Добри резултати показва и микробиологичното обработване на зацапаните с масла почви. Въпреки че научните изследвания в тази област продължават, методът вече е доказал своята икономическа целесъобразност чрез следните предимства: висока степен на разлагане, прилагане при всяка специфика на терена, възможност за работа без спиране на трафика и т.н. Установено е, че вкарването на хранителни вещества, които увеличават популацията на микроорганизмите и на кислород при влажност 50-70% и неутрална среда увеличава ефективността на разлагането.

Пунктовете за импрегнация на траверсите с креозот трябва да бъдат задължително снабдени с пречиствателни съоръжения, които да гарантират непопадането на феноли и въглеводороди в подпочвените води. Неизбежните утайки, които се образуват в резервоарите с пропивни течности, трябва периодически да се обработват за неутрализиране на вредното им действие и едва тогава да се пристъпи към изхвърлянето им.

Железопътното трасе и теренът около него силно се замърсяват и от изхвърлящите се от санитарните възли течности. Към средата на 80-те години в СССР [15] ежегодно на всеки километър релсов път са се изхвърляли до 200 м³ канални води, които съдържат патогенни микроорганизми, както и голямо количество отпадъци от друг тип. Долните части на вагонните тоалетни са силно замърсени. Твърдите вещества се вбиват в баластовия материал и се разлагат. Съвременният подход към проблемите от този вид включва употреба на циркулиращи обмивни течности, обработвани с формалдехид и периодически изхвърляни в специални депа, както и вакуумни тоалетни, при които обмивната вода е отпадната от умивалника и подлежи на дозиране. Резервоарът с каналната вода периодически се изпомпва в цистерна [16] и поради характера на онечистванията може да се излива в биологически отстойници или да се обработва с енергични окислители - O₂, KMnO₄ и др. Така тези отпадни продукти се унищожават по безвреден начин.

Остатъците след прочистването на баластовите материали би трябвало да се извозват на безопасни места или поне да не се оставят произволно край железния път, тъй като съдържат ред онечиствания - битови отпадъци, нефтопродукти, токсични съединения на тежки метали и т.н., които се смесват с дъждовната вода и постъпват директно в почвата под тях. Натрупването им трябва да става на места, където опасността от замърсяване на водоизточниците да е минимална. Съществува възможност след съответно почистване тези остатъци да бъдат използвани като вторични суровини за инертни материали с различни фракции. Като се има предвид, че на един километър железен път количеството на трошения камък е 3000 - 5000 м³, става ясно, че разумното стопанско използване на този огромен материален резерв, който пести природните ресурси, никак не е за пренебрегване [17].

Не е за пренебрегване замърсяването на почвата и водата при химическото обезтревяване на железопътните линии. През последните години във връзка с нарасналото използване на хербициди за премахване на растителността около железния път все по-остро се поставя въпросът за нежелателното въздействие на химичните вещества върху природната среда и токсичността им за човека и животните.

Използването на големи количества пестициди и непрекъснатото въвеждане на нови съединения, освен пряко въздействие, в много случаи има и косвен ефект върху природната среда. При неправилното им използване и дозиране има реална опасност почвата и водата да се замърсят, а на крайпътните насаждения, селскостопански площи и горски масиви, намиращи се в непосредствена близост до железопътните линии, да се окаже неблагоприятно въздействие.

Макар и слабо отровни използваните в железопътния транспорт хербициди имат различен период на разграждане. За голяма част от тях този период е не по-малък от 18 месеца. Някои от тях дори могат да останат в почвата от 3 до 5 години и да причинят интоксикация на микроорганизмите и на другите почвообитаващи животни [18]. Отравящ ефект върху организмите и

замърсяването на почвата могат да окажат и метаболитните продукти на някои хербициди. Правилният подбор на подходящи хербициди за работа трябва да се основава на познаването на биологичната им активност, на механизма на действие, на дълбочината на проникване в почвата, токсичността им за хора, животни и т.н.

Друг важен момент е правилното дозиране на работния разтвор и неговото равномерно разпределение по железния път. Голям напредък в това отношение са постигнали Холандските железници, които използват екологически чист метод за борба с растителността по железния път. Принципът на този метод се състои в избирателната обработка на трасето - използва се система от видеокамери, които показват на монитора цветно изображение на баластовата призма пред локомотива. В бордовия компютър са въведени данни за разположението на прелезите, мостовете, природоохраняваните и водоохранителните зони, за които са в сила ограничителни разпореждания. Този метод позволява при движение на специализирания влак със скорост 60 км/ч да се пръскат с хербициди само тези места, по които се виждат растения. Предимството на такова избирателно пръскане се състои в 10% икономии на химикали. Освен това се намалява и вредното въздействие върху околната среда [19]. Използват се и съоръжения за механично обрязване на храстите около железния път [20].

Описаните начини за опазване на почвите и водите от замърсяване, съчетани с една актуализирана нормативна база, неминуемо биха дали очаквания резултат чрез оказване влияние върху качеството на околната среда и оттук върху здравето и благополучието на хората.

Земни участъци, главно в индустриални зони, но също и околни транспортни възли и трасета, които по една или друга причина са силно онечистени, могат да бъдат оградени с вкопани реакционни стени - филтри с различен пълнеж, които да ограничат разпространението на вредните емисии за един достатъчно дълъг период [21]. По този начин се запазват макар и в известна граница основно необходимите за растителния свят почвени параметри - влажност, киселинност, съдържание на соли, азот, тежки метали и др.

Железопътното трасе е и източник на пожари. Те могат да бъдат предизвикани в резултат на аварии, от искри, отделени от неизправни агрегати, или от нажежени чугунени калодки и др. Всички изисквания за ограничение на бедствия от такъв род трябва да се спазват най-строго, защото освен жертвите и материалните загуби трайните поражения върху околната среда са чувствителни.

Както е известно железницата в сравнение с другите видове транспорт най-малко оказва влияние върху околната среда. Тя минава през различни площи - населени, водни, горски, стопански (ниви, ливади) и др. При това разнообразие тя не винаги се "вписва" еднакво добре в околния ландшафт. Едно почти универсално средство за изолация на трасето от околната среда представляват масивите с насаждения около него. Това са живи системи, подчиняващи се на природните закони и зависещи от почвено-климатичните условия. Състоят се от храстова и дървесна растителност, разположена по подходящ начин около трасето (компактни групи, газозащитни и шумозащитни пояси и др.). Към тях се предявяват ред изисквания - да ограничават ерозията на почвата, да пазят от натрупване на преспи, да не затрудняват зрителното поле, сигурността, превозите на по-едрогабаритни товари и др. [22]. Дървесните насаждения са едно надеждно средство за опазване на природата около трасето от твърди аерозоли (прах), замърсяване от изгорели газове, разсипвания и изпарения на вредни вещества. Поглъщателната и пречиствателната способност на този "зелен филтър" зависи от морфологичните свойства на листата. Възможно е там където се налага овощни и зеленчукови насаждения да се заменят с други, които в последствие да могат да бъдат използвани и за дърво-добив.

Отделно тези насаждения поглъщат и шума, което допринася за един още по-добър микроклимат.

При озеленяване на нови площи около железния път се взимат предвид следните фактори: максимално напасване към ландшафта, специфика на местността, екологични изисквания, опазване на околната среда, възможност за система-

тични и редовни грижи, вегетационен контрол и др.

Почти при всяка топография около трасето се формират три зони:

- Зона без дървесна растителност - 2-4м широка. Започва от канавката край железния път и е най-близо до преминаващите композиции.

- Зона с храстовидни насаждения. Ширина - 4-6 м. При наклонен скат разликата между най-ниската част на терена и най-високата на насажденията може да е 5-7 м.

- Дървесна зона - без ограничения за ширина. Здрави и масивни дървесни видове, засадени в зависимост от изискванията, климатичните условия и състава на почвата [23].

Първата зона обикновено е затревена. Там не се използват хербициди, а тревата се коси периодично. За поддържането на тези зони има специални релсови и колесни съоръжения [23,24].

Съвременното цивилизовано общество има нужда от модерни превозни средства, с които да не влиза в конфликт, макар и чрез дискретни екологични връзки. Показаните възможности за борба с отрицателните последици, които железницата оказва на околната среда, говорят за голямата роля на субективния фактор. Поради своята концепция - контролирано трасе и възможност за композиция от различни видове вагони, железопътният транспорт е максимално пригоден да задоволи изискванията на бъдещата транспортна политика. Необходима е ефективна връзка с другите транспортни системи и рационално експлоатиране на транспортния процес.

Литература

- [1] Ellwagner G., Eisenbahntechnische Rundschau, 38, №6, 353 (1989).
- [2] Weinzierl H., Jahrb. Eisenbahnv., Folge 38,50, Darmstadt, 1987.
- [3] Голубев И.Р., М., "Транспорт" 1987.
- [4] Gassner E., Winkelbrandt A., Umweltvertraeglichkeitspruefung in der Praxis, Jehle-Rehm, Muenchen, 1992.
- [5] Иванов Б.А., Инженерная екология, Изд.Лен. Университета Л., 1981.
- [6] Sieler J., Schliebe M., Der Eisenbahningeneur, 4, 15 (2000).
- [7] Liberenz K., Alexiew D., Pohlmann H., Der Eisenbahningeneur, 4, 70 (2001).

- [8] Graeve H., Der Eisenbahningeneur, 5, 46 (2001).
- [9] Wefelscheid D., Schlueter A., Der Eisenbahningeneur, 6, 50 (1998).
- [10] Frohn J., Der Eisenbahningeneur, 8,22(1997).
- [11] Рекламен материал на фирмата Clouth Gumiwerke AG, Кьолн, ФРГ.
- [12] Рекламни материали на фирмите Austroroll, Enzessfeld - Caro Metallwerke AG, A-2551, Enzesfeld, Austria и Schwihag GmbH, CH8274 Taegerwilen, Schweiz.
- [13] Meuters G., Der Eisenbahningeneur 2, 17 (1997).
- [14] Hermann-Grabow J., Rabe M., Rosmanith P., Eisenbahntechnische Rundschau, 38, № 6, 385 (1989)
- [13] Meuters G., Der Eisenbahningeneur 2, 17 (1997).
- [14] Hermann-Grabow J., Rabe M., Rosmanith P., Eisenbahntechnische Rundschau, 38, № 6, 385 (1989)
- [15] Голубев И.Р., Новиков Ю.В., Окружающая среда и транспорт, М., “Транспорт”, (1987).
- [16] Рекламен материал на фирмата Sanivac, 22880 Wedel, ФРГ.
- [17] Misar H., Der Eisenbahningeneur 8,38 (2001).
- [18] Францова А., Железопътен транспорт, 4 (1989).
- [19] Тисен К., Железопътен транспорт, 7, 31 (1990)
- [20] Без автор. Путь и путевое хозяйство, 1,40 (1996).
- [21] Bruх G., Der Eisenbahningeneur, 4,34 (2000).
- [22] Без автор. Путь и путевое хозяйство, 4,40(1996).
- [23] Garburg E., Kuipers R., Der Eisenbahningeneur 8,588 (1995).
- [24] Loegler G., Stolper E., Roehlig Ch. Der Eisenbahningeneur 8,16 (1997).



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ОЦЕНКА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ ОТ АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ В НАСЕЛЕНИ МЕСТА ЗА ПРОДЪЛЖИТЕЛНИ ПЕРИОДИ ОТ ВРЕМЕ С ОТЧИТАНЕ ИНТЕНЗИВНОСТТА НА ДВИЖЕНИЕТО И МЕТЕОРОЛОГИЧНИТЕ УСЛОВИЯ

Радостин Куцаров, Димитринка Славова

Университет “Проф.д-р Асен Златаров”, Бургас. Бул. Проф. Якимов №1, Бургас 8010,
България, E-mail: rkutsarov@btu.bg

АНОТАЦИЯ

Настоящото изследване има за цел да даде количествена оценка на замърсяването на атмосферния въздух на град Бургас от транспорта с отчитане на интензивността в рамките на денонощието, разпределение на интензивността по сезони, емисиите на вредни вещества по категории превозни средства и оценка на разсейването при реални метеорологични условия.

Ключови думи: автотранспорт, азотен оксид, атмосферен въздух, бензинови двигатели, дизелови двигатели, емисионни фактори, моделиране, разсейване на замърсителите.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните десетилетия, основен замърсител на атмосферния въздух в големите градове е транспорта, от който челна позиция заема автомобилния. Независимо, че всеки автомобил отделя незначително количество замърсители, в условията на интензивен трафик мощността на емисиите рязко нараства, възниква общо замърсяване на въздуха, а вредните вещества се разпространяват в приземния слой на равнището на активното му използване от човека.

Независимо, че новите технологии в автомобилостроенето доведоха до рязко снижаване на нивата на емисии на вредни

вещества, в експлоатация продължават да бъдат хиляди моторни превозни средства /МПС/, произведени по стари технологии и с износени двигатели, чийто нива на емисии значително надхвърлят допустимите норми на страните от Европейския съюз /ЕС/.

Доколкото опитното установяване на относителния дял на замърсяване от автотранспорта е много трудно, един ефективен и широко прилаган подход е установяване на емисиите чрез емисионни фактори и моделиране на разсейването с отчитане на голям брой параметри на моделите, включително специфичните метеорологични условия.

Целта на настоящото изследване е да предскаже замърсяването на атмосферния въздух с азотни оксиди от автотранспорта в град Бургас на базата на данни за интензивността на движението, вида на използваното гориво и препоръчителни емисионни фактори за различните видове превозни средства. Прогнозната оценка на приземните концентрации на азотни оксиди е получена чрез математическо моделиране на разсейването.

До настоящия момент такова изследване за град Бургас не е правено.

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Обект на изследване са 27 улици (или части от тях) от транспортната схема на Бургас с обща дължина 22.88 км, при което се обхваща централна градска част /ЦГЧ/, ж.к. “Зорница”, ж.к. “Лазур”, ж.к. “Братя Миладинови”, ж.к. “Възраждане” и част от кв. “Акациите”, ж.к. “Славейков”, ж.к. “Изгрев”.

С цел ограничаване обема на задачата, в изследваната транспортна схема не са включени: магистралата Варна-Бургас, магистралата Бургас-Созопол, изход Бургас-Лукойл-Нефтохим, изход Бургас-ж.к. “Меден Рудник”, множество второстепенни улици, и паркинги.

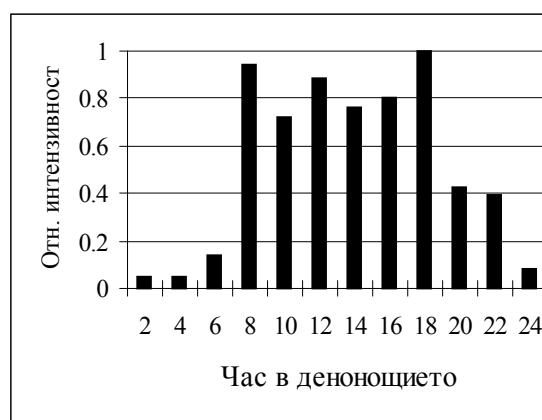
На фиг. 1 е представена карта на Бургас с нанесена транспортна схема. Номерацията на улиците съответства на номерата на източниците от таблица 1.



Фиг.1.Карта на изследваната транспортна схема.

ИЗХОДНИ ДАННИ

Трафикът на движение по основните артерии на гр.Бургас (таблица 1) е установен чрез преки измервания в периода март-май 2001 година. Изменението на интензивността на трафика в рамките на денонощието (от 0 до 24 часа през интервал от два часа) е определено за три от основните пунктове. На тази база е изчислена средната промяна на интензивността в рамките на денонощието, която е приложена за цялата изследвана транспортна схема (фиг.2).



Фиг.2.Относително изменение на интензивността на трафика в рамките на денонощието.

С цел да бъде съставена по-пълна картина на автомобилния трафик в едногодишен период, получените от нас резултати бяха допълнени с официални данни от измервания на Областно пътно управление - гр.Бургас и ХЕИ - гр.Бургас (таблица 1). При регистрация на трафика МПС бяха разделени в три категории: леки автомобили, товарни автомобили и автобуси. Това разпределение е в съответствие с официалните данни на КАТ – гр. Бургас за регистрация на моторните превозни средства.

По официални данни от регистрите на РО “Инспекция Държавен технически надзор”- гр. Бургас, броят на автомобилите с регистрирани газови уредби към 11.06.2001 г. е 17100. В резултат на предоставената ни информация и направените изследвания е установено, че 88% от автомобилите са с бензинов двигател (в това число 15% с

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
газови уредби), а 12% с дизелов двигател (основно товарни автомобили и автобуси).

Таблица 1.

Обобщени данни за трафика на моторните превозни средства по изследваните 27
основни транспортни артерии на гр. Бургас в периода март-май, 2001 г.

№	Източник	Дължина km	Леки авт./2h	Товарни авт./2h	Автобуси/ 2h	сума	МПС/h
1*	ул.Транспортна	0.200					272
2**	магистрала София-Бургас	0.100					574
4	бул.Димитър Димов	0.465	900	72	51	1023	512
5	бул.Стефан Стамболов	1.360	3115	215	201	3531	1766
6*	бул.Никола Петков	0.950					1072
7*	бул.Професор Яким Якимов	0.370					974
9	ул.Одрин	1.440	1010	240	59	1309	655
10	бул.Струга	0.890	2850	243	121	3214	1607
11	бул.Стефан Стамболов	0.610	6200	552	378	7130	3565
12	бул.Стефан Стамболов	0.220	4110	258	252	4620	2310
13	бул.Стефан Стамболов	0.950	2370	174	117	2661	1331
14	ул.Сан Стефано	0.270	2610	151	105	2866	1433
15*	ул.Одрин	0.500					1790
16	бул.Демокрация	1.100	1960	121	139	2220	1110
17	ул.Сан Стефано	0.390	1800	74	122	1996	998
18	бул.Демокрация	0.750	1930	101	223	2254	1127
19*	бул.Димитър Димов	3.240					922
20*	бул.Демокрация,Булаир	1.400					1366
21*	бул.Христо Ботев	1.300					1186
22*	ул.Иван Вазов	1.000					1751
23*	бул.Княгиня Мария Луиза	1.000					812
24	ул.Сан Стефано	0.820	1060	95	60	1215	628
25*	бул.Гочо Иванов	1.650					1669
26	ул.Спортна	0.550	1120	148	42	1310	655
27	ул.Индустриална	0.560	2050	181	123	2354	1177
28*	ул.Индустриална,Чаталджа	0.520					1544
29	ул.Гочо Иванов	0.260	2680	322	119	3121	1561

Забележка:

* - интензивност на движение по официални данни на ХЕИ- гр.Бургас

** - интензивност на движение по официални данни на Областно пътно управление- гр.Бургас

ЕМИСИОННИ ФАКТОРИ

За определяне на емисиите на азотни оксиди за едноминутен период са използвани емисионни фактори за двигатели с вътрешно горене в съответствие с опростения модел за оценка на емисиите от моторни превозни средства на Европейската агенция за опазване на околната среда (ЕАОС) [1]. Те са приложими за всички основни типове двигатели с вътрешно горене, използващи бензини или дизелово гориво, при условията на движение в

населени места и фиксиран среден разход на гориво.

Опростеният модел се базира на средния разход на гориво или на мощността на двигателя. За целите на настоящето изследване е приложено уравнението:

$$E_i = FC \cdot E_f \quad (1)$$

където:

E_i - масата на емитираното замърсяващо вещество за определен период от време (в конкретния случай 1 час).

FC- изминат път, km

ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

E_f –емисионен фактор в зависимост от вида на автомобила, g/km.

За изчисляване на емисиите на азотни оксиди в настоящето изследване са използвани два емисионни фактора: 1,89 g/km за леки бензинови автомобили със среден разход 12,3 l/100 km и 10,9 g/km за тежкотоварни дизелови автомобили и автобуси със среден разход 30,8 l/100 km.

Таблица 2.

Изчислени стойности на общата и относителната емисия за всеки източник.

Изт. №	Дължина km	МПС/h	Емисия g/s	Емисия g/s.m
1*	0.200	272	0.045	0.225
2**	0.100	574	0.047	0.47
4	0.465	512	0.196	0.421
5	1.360	1766	1.981	1.456
6*	0.950	1072	0.840	0.884
7*	0.370	974	0.297	0.802
9	1.440	655	0.778	0.540
10	0.890	1607	1.180	1.325
11	0.610	3565	1.794	2.940
12	0.220	2310	0.419	1.904
13	0.950	1331	1.043	1.097
14	0.270	1433	0.319	1.181
15*	0.500	1790	0.738	1.476
16	1.100	1110	0.458	0.416
17	0.390	998	0.321	0.823
18	0.750	1127	0.697	0.929
19*	3.240	922	2.465	0.760
20*	1.400	1366	1.578	1.127
21*	1.300	1186	1.272	0.978
22*	1.000	1751	1.445	1.445
23*	1.000	812	0.670	0.670
24	0.820	628	0.425	0.518
25*	1.650	1669	2.272	1.376
26	0.550	655	0.297	0.540
27	0.560	1177	0.544	0.971
28*	0.520	1544	0.662	1.273
29	0.260	1561	0.335	1.288
Сума	22.865	34367	23.118	1.011

ОБЩИ ЕМИСИИ

Общите емисии на азотни оксиди от отделните източници и общо за изследваната транспортна схема са изчислени на базата на уравнение (1) с отчитане на реалния трафик при върхово натоварване (относителна интензивност 1), дължината на всеки

източник и специфичния емисионен фактор. Резултатите са представени в таблица 2. По данни на Областно пътно управление Бургас, максималната интензивност достигана през летния сезон (100%) намалява през пролетния и есенния сезон до 76.92%, а през зимния сезон до 71.43%.

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА РАЗСЕЙВАНЕТО

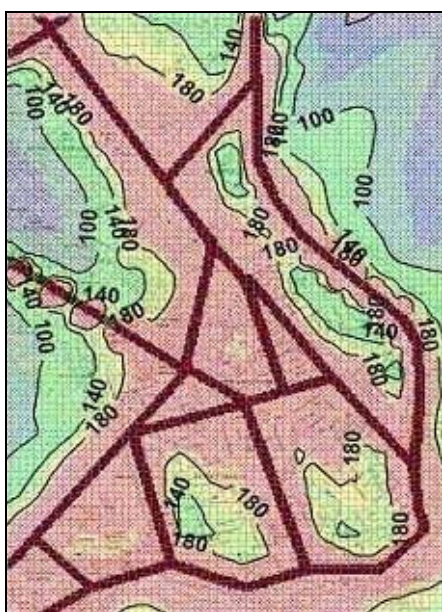
За оценка на разсейването на емисиите от азотни оксиди е използван модела на Американската агенция за опазване на околната среда (EPA) ISC3 (Industrial Source Complex) с интерфейс на канадската софтуерна фирма Lakes Environmental за работа в операционна система Windows [2]. Това е гаусов модел за оценка на разсейването от комплексни източници за краткосрочни и дългосрочни периоди, включително многогодишни периоди. Крайните резултати се представят във вид на концентрации на замърсителя в мрежа от предварително избрани рецептори. За изчислителните процедури са използвани множество модификации на гаусовото уравнение, включително с отчитане на релефа на терена (равнинен и пресечен) и обтичането на прилежащите към източника сгради. Осредняването на резултатите (концентрациите) може да се осъществява за различни периоди от време, но за целите на настоящето изследване са приложени периоди 1, 24 часа и една година. Всички изследвани източници са дефинирани като линейни, а мощността на емисиите е в съответствие с табл.2. Отчитането на неравномерността на емисията е осъществено чрез въвеждане на корекционни фактори по сезони (пролет, лято, есен, зима) и по часове в денонощието (фиг.2).

Използваният метеорологичен файл обхваща изцяло периода 1.01.1999 - 31.12.1999 година. Изходните данни за метеорологичния файл за получени от автоматичната метеорологическа станция на Летище Бургас, които са с честота 10 минути. Те съдържат информация за посоката и силата на вятъра, температурата и височина на слоя на смесване. Чрез допълнителна обработка са получени и внесени данните за категориите на устойчивост на атмосферата за всеки едночасов интервал.

Мрежата от рецептори е разположена в картезианска координатна система с широчина 3 км, височина 4.4 км и покрива цялата изследвана транспортна схема. Общият брой на рецепторите е 5429 и са разположени по върховете на квадрат със страна 50 м.

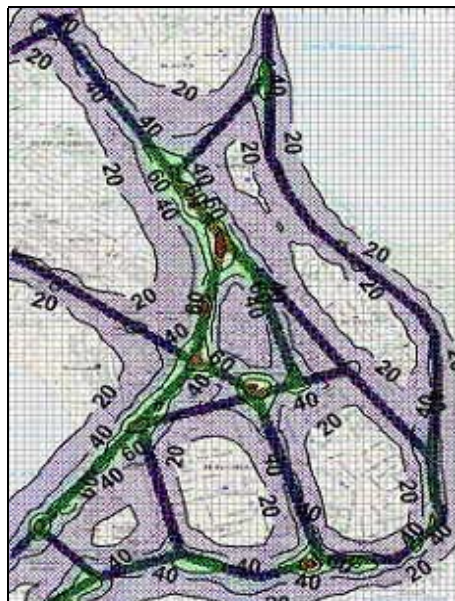
РЕЗУЛТАТИ

Крайните резултати от математическото моделиране на разсейването са представени графично на фиг.3, 4 и 5.



Фиг.3. Най-високи максимални едночасови концентрации на азотни оксиди в $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

На фиг.3 е представена картина на най-високите едночасови концентрации на азотни оксиди в рамките на едногодишен период (максималната едночасова концентрация за всеки рецептор в рамките на годината). Максималната стойност на концентрацията на азотни оксиди е $1650 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 пъти ПДК) в близост до кръстовище Трапезица (източници 9,10,15 и 25). От фиг.3 се вижда, че зоната, в която е възможно да се достигнат максимални еднократни концентрации над $180\text{-}200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е обширна и обхваща почти цялата градска част. За зоните на централните кръстовища картината е значително по-тежка – еднократните концентрации могат да достигнат до няколко пъти ПДК).

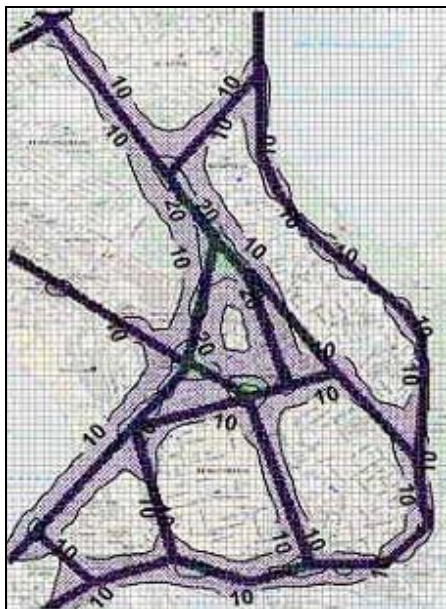


Фиг.4. Най-високи 24-часови концентрации на азотни оксиди $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Картина на най-високите средноденонощни концентрации за едногодишен период (най-високата средноденонощна концентрация за всеки рецептор) е представена на фиг.4. Най-високи стойности на концентрациите се наблюдават в зоните на всички големи кръстовища и достигат до $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.6 пъти ПДК). В сравнение с фиг.3 територията на засегнатата зона силно намалява, което се дължи основно на намаления трафик през тъмната част от денонощието. Отношението между максималните еднократни и максималните средноденонощни концентрации на азотни оксиди е приблизително 10:1, а съотношението между максималния и минималния трафик е около 20:1.

Средногодишните концентрации на азотни оксиди за едногодишен период са представени на фиг.5. Най-високата средногодишна концентрация ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) е определена за рецептор, в непосредствена близост до кръстовище Трапезица. Подобни концентрации (около 90% от ПДК) са отчетени и за всички други големи кръстовища. Засегнатата зона с концентрации $20\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ е разположена в непосредствена близост до транспортните артерии и общата и територия намалява

значително спрямо тази на фиг.4. Основна причина за това е силно променливия трафик както в рамките на денонощието, така и през отделните годишни сезони.



Фиг.5.Средногодишни концентрации на азотни оксиди в $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от настоящия доклад представят един първи опит за комплексна оценка на замърсяването на атмосферния въздух на град Бургас с азотни оксиди от автотранспорта. Този замърсител е основен за града, тъй като средногодишната му концентрация е около 70% от ПДК [3]. В някои от пунктовете за мониторинг, разположени в централната градска част (Дом на НХК – в близост до източник 21) средногодишната концентрация за 1999 г. достигна 1.27 пъти ПДК, а за месец юли същата година – 2.55 ПДК . Максималните еднократни концентрации на азотни оксиди измерени от този пункт между 16 и 20 часа са в границите $320\text{-}400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Подобна е картината и за пункта за мониторинг “Морска градина”, който е разположен в близост до източник 19, но много отдалечен от всички промишлени източници на азотни оксиди. Независимо от това този пункт отчита средногодишна концентрация 65% ПДК, а за отделни месеци – превишаване на ПДК.

Анализът и на други данни от мониторинга на Бургас показват, че основният източник на азотни оксиди за града е автомобилното движение.

Сравнението на получени чрез моделиране концентрации с официални данни от системата за мониторинг на Бургас показва добра съпоставимост. Моделните резултати като правило са по-ниски от експерименталните, но това се дължи основно на два фактора:

- системите за мониторинг регистрират приземни концентрации, резултат от въздействието на всички източници , включително и автотранспорта;
- при съставяне на модела на транспортната схема на Бургас не са отчетени множество малки източници (по-малки улици, паркинги и др.), които могат да променят съществено картината в пространствата между главните артерии, а от там и изчислените средноденонощни и средногодишни концентрации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]European Environment Agency, CORINAIR, Atmospheric emission inventory guidebook, 1996.
- [2]Usre’s Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Model. U.S Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North California, 1995.
- [3]Доклад по мониторинг на околната среда на Община Бургас 1992-1999г., трето издание, Община Бургас, 2000.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ЕКОЛОГИЧЕН МОДЕЛ НА ЕЛЕМЕНТАРНА ТРАНСПОРТНА ЕДИНИЦА .

Александър Димитров *

ВТУ “Тодор Каблешков”, 158 “Гео Милев” София 1574, София, България,
E:mail:aldim@yahoo.com

А н о т а ц и я

В статията са анализирани и обобщени въздействията на транспортните средства върху обкръжаващата среда. Съставена е обобщена схема на връзките между характеристиките на транспортните средства и тяхния ефект върху два различни екологични ариала-вътрешната зона, обитавана от пасажерите и екипажа, и външната обкръжаваща среда-биотопа на околните екосистеми. Изследването има програмна методична насоченост.
Ключови думи: Екология, Модел, Пасажерски салон, Операторска кабина, Сервитутна ивица, Урбанизирана среда, Транспортни средства.

ВЪВЕДЕНИЕ

В края на XIX и началото на XX век в транспорта се извършва пълна замяна на живата тяга с механична на основа на внедряване на двигателя с вътрено горене. За изминалите сто години, този процес на “моторизиране” на транспорта обхваща всичките му видове по суша, вода и въздух. Броят само на леките коли за 1998 г. достигна 500 милиона, а темпът на нарастването им – 37 мил./год [1]. Днес моторните транспортни средства, поради посевместното им разпространение, са се превърнали в един основните замърсители на планетата по всички компоненти на замърсяване (на тях се падат 15-20% от 6-те милиарда t/год. вредни газове емисии-[2]). В критично състояние се намират екосистемите в големите градове и много от затворените водни екосистеми, които са и транспортни пътища. През настоящия век, във връзка с протичащият процес на глобализиране на световната икономика се очаква транспортната активност да нараства, а следователно ще се интензифицира и породеното от транспорта

замърсяване на въздушния басейн на планетата.

Прогнозите сочат, че ще се променят климатичните условия в биотопите в различните региони на Земята. Традиционните енергоресурси ще бъдат изчерпани, а поради очакваното глобално затопляне, световният океан ще повиши нивото си и ще отнеме нови земеделски земи от сушата.

Отговорността на транспорта като един основните генератори на вредни емисии е била изследвана и дискутирана от редица автори, в т.ч. и от България. Тези изследвания обаче, касаещи конкретни типове транспортни средства и техните емисии, имат частен характер. Например, в [3, 4 и 5] са анализирани замърсителите на въздуха с газовите емисии на ДВГ от видовете сухоземен транспорт, в [5 и 6] се третират шумовите им емисии, а в [7] пък -стоковете във водна транспортна среда.

Цялостна картина на въздействието на транспортните средства (в следващото положение ще се използва по-абстрактния термин - “транспортна единица – Т.Е.”) върху околната среда, обаче отсъства. Тази

* Александър Димитров, доц.д-р, “Механика”, ВТУ, 158 Гео Милев, 1574 София, България

празнина в нашите знания за влиянието на Т.Е. върху околната среда има и своите практически аспекти в т.ч. и управлението на това влияние.

СЪСТАВЯНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИЯ МОДЕЛ.

Познаването на пълния спектър от въздействия на Т.Е. върху екологичните системи и неговият анализ са важни предпоставки за окачествяването на самата Т.Е. и за получаване на сравнителни оценки между различни видове Т.Е..

Настоящата разработка е насочена към систематизиране на действащите връзки между Т.Е. и околната среда, за което ще бъде изготвена съответстваща графична схема наричана “Екологичен модел на транспортната единица”. Съставянето на този модел беше изпълнено като се отчете комплексното влияние на Т.Е. върху околната среда в две направления:

1. Чрез отчитане на влиянието ѝ върху т.н.” вътрешна обкръжаваща среда “, състояща се от пасажерския салон и операторската кабина и обитаващите ги пасажери и екипаж;

2. Чрез обобщение и систематизиране на действащите влияния на Т.Е. върху “външната“ обкръжаваща среда.

На основание на това, в настоящата работа е прието, обсъжданият тук Екологичен модел на Т.Е. да се състои от две главни подсистеми: “Т.Е. –Пасажери-(екипаж)” и “Т.Е.-околна среда” (виж табл.1).

Всяка главна подсистема, обхваща множество общи и частни характеристики на Т.Е., поддържащи корелационни зависимости с параметрите на вътрешната и външната околна среда, съответно.

Предлаганият Екологичен модел тези характеристики са систематизирани в **осем групи**. (В първата главна подсистема те са две, а във втората – шест.) Принципът на формирането им беше залегнал в изискването, съответните групи характеристики да задоволяват общи потребности на пасажерите, екипажа, обществото, урбанизираната или неурбанизираната среда.

Например, в групата т. 1.2 от табл.1 – “Т.Е.-сигурно и комфортно пътуване” са включени

–три общи характеристики на Т.Е., чието съблюдаване до дадена стандартна степен ще осигури комфортното пътуване с нея. В

групата т. 1.1 от табл.1, пък са включени пет общи характеристики, чието удовлетворяване би осигурило надеждното управление на Т.Е.

Същият принцип е използван при създаване на групите от **втората главна подсистема** на Екологичния модел. Така например, в т.2.3 от табл.1 – “Т.Е. – пътно трасе” са включени три общи характеристики, предявени и очаквани при проектирането на Т.Е. относно връзките ѝ с пътното трасе за сигурно движение и безконфликтните ѝ връзки с околния ландшафт.

Предлаганата схема на екологичен модел е отворена и може да бъде допълвана.

В настоящата статия е направена графическата интерпретация на структурата на Екологичния модел, структуриран в **табл.1**, която пък е изложена на **фиг.1**.

Както се вижда от чертежа, **Екологичният модел** се състои от: **ядро и периферия**.

В **ядрото на модела** са изобразени двете главни подсистеми, а в **периферията** му са изобразени съставлящите групи и общите характеристики на Т.Е.

Извън графическия образ на ядрото и периферията на модела (**фиг.1**) чрез **подходящо насочени вектори** са изобразени връзките на Т.Е. с вероятните следствия от въздействието ѝ върху **пасажерите (екипажа) и върху обкръжаващите екосистеми и биотопите им**.

Очакваните въздействия на Т.Е. върху **вътрешната среда** са посочени чрез векторни връзки в долната дясна част на **фиг.1**.

Неудачното проектиране и организиране на вътрешното пространство в пасажерския салон, или биоклиматичния, шумовия и вибрационен режим биха породили **чувство за дискомфорт, фобии, алергии и умора в пасажерите. Застрашава се здравето на пътниците, а понякога възникват и условия за разпространение на зарази и епидемии**.

Комплексното въздействие на Т.Е. върху пасажерите може да бъде оценявано чрез психофизичната величина “комфортна возия”, показваща степента на задоволство, възникващо у пасажерите по време на пътуването. Извличане на информация, относно въздействието на Т.Е. върху пасажерите в салона се постига чрез симулационни моделни изпитания или при **натурни условия** чрез **стандартни социологически методики**.

В долната централна част на фиг.1 , пък могат да бъдат проследени корелационните връзки на характеристиките на Т.Е. , касаещи организацията на **вътрешната среда на операторската кабина** (вътрешно пространство , разположение на командните и контролни органи , биоклиматичния , вибрационен , шумов и бактериологичен режим).

Причинените от неправилната организация на вътрешната среда в операторската кабина: **фобии , дискомфорт , умора и болести** , резултат в нарастване на процента на **операторските грешки , конфликтни ситуации , инциденти , или аварии в контролното оборудване.**

В горната част на фиг.1 са посочени векторните връзки на Т.Е. с **обкръжаващите екосистеми и прилежащият им биотоп** , както и в по-общ план , с произтичащите промени на характеристиките на биосферата.

В лявата и дясна част на фиг.1 , пък са посочени корелационните връзки между характеристиките на Т.Е. и влиянието им върху организацията на социалните отношения в обществото и на урбанизираната среда.

Тези корелации изразяват фактът , че транспортната дейност в национален и международен план има основополагащ социален характер.Последствията от тази дейност засягат както вътрешнодържавните и международнодържавните икономически и социални отношения , така и урбанизацията на територии. Тя се явява базата за развитие на междурегионалните отношения , осъществявайки пренос на стоки , поща , хора и пр.

На фиг.1 са посочени множество такива вектори - връзки между компонентите на **втората главна подсистема** на екологичния модел и последиците в обществото и урбанизираната среда при губене на хармония с природата.На фиг.1 са обозначени корелациите между характеристиките на Т.Е. и позитивите социални ефекти като: **подобряването на междурегионалните комуникации , организацията на социалния живот и цивилизацията на необитавани райони.** От друга страна , в урбанизираните райони могат да бъдат установени ефекти , основаващи се на активната транспортна дейност , респ. на действието на транспортните средства с негативно влияние върху екзистенциалните условия , изразяващи се в **влошаване на**

микроклиматичните и шумовите характеристики на селищните системи , прекомерното разрастване на градовете, влошаване на транспортната безопасност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният екологичен модел на Т.Е. ще послужи за дефинирането на екологичните характеристики на Т.Е. ,които да бъдат стандартизирани .

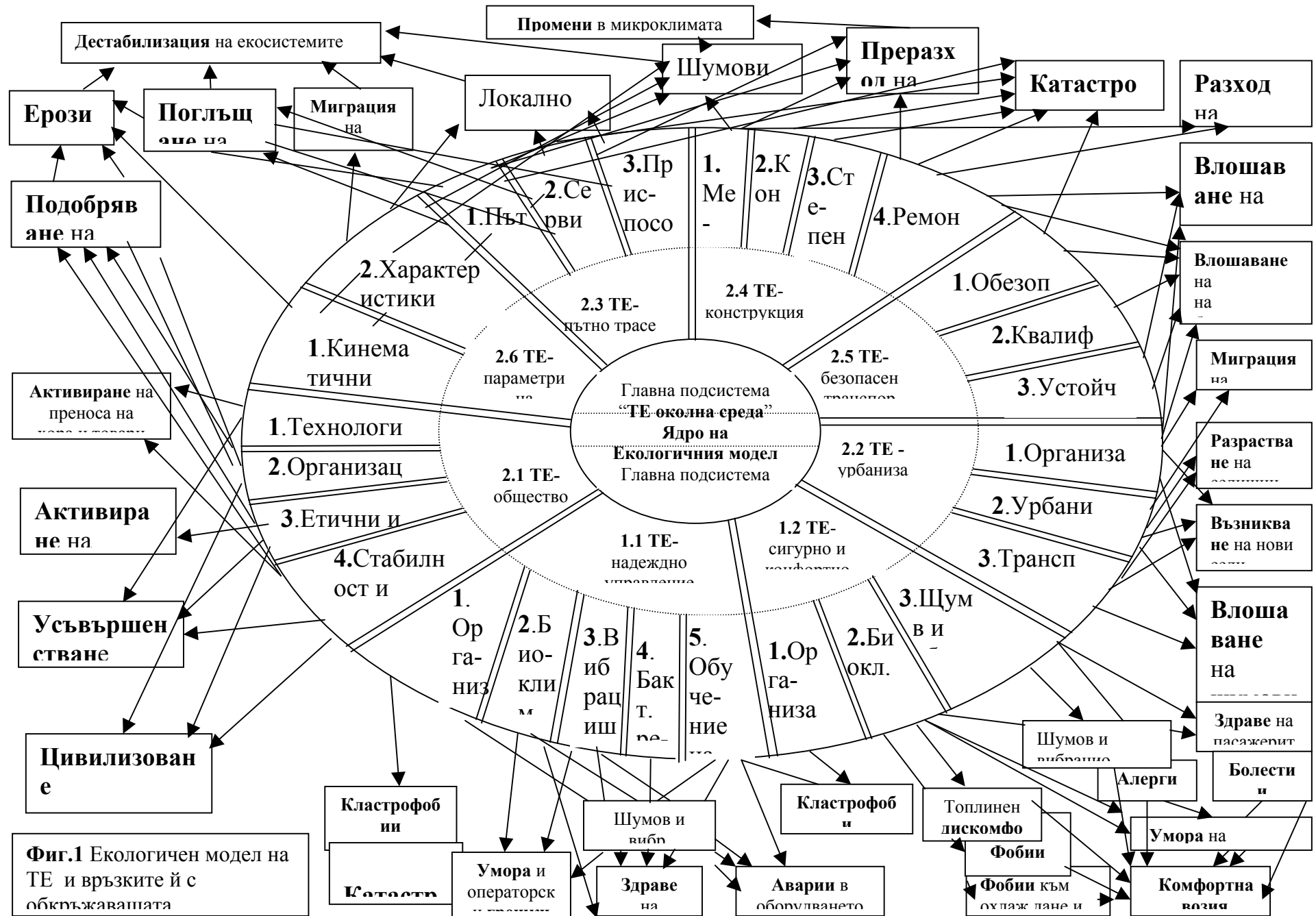
На второ място , на базата на предлаганата структурна схема , могат да се систематизират поредица от “програмни управляващи ” въздействия върху националната транспортна система с цел контролиране въздействието ѝ върху обкръжаващата среда.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Шийън Моли,Търсене на оптимални транспортни решения.,State of the World 2001,World watch Institute 2001
- 2.Рудман Д.,Изграждане на устойчиво общество State of the World 1999,Worldwatch Institute 1999
- 3.Близнаков Г.,Транспортът и проблемите на обкръжаващата среда.,Ж.П.Транспорт 10,93
- 4.Францова А.,Екологични проблеми в системата транспорт-околна среда.,Ж.П.Техника 5,98
- 5.Мусков М.,М.Месарска,Екологични проблеми в транспорта.,Конф.с меж.участие”Метрология и екология ”,Русе 24-25.X.91
- 6.Върбанов А.и к-в,Относителен дял на шумовия фактор., Конф.с меж.участие”Метрология и екология ”,Русе 24-25.X.91
- 7.Атанасова И.и к-в,Опазване на моретата от замърсяване..., Конф.с меж.участие”Метрология и екология ”,Русе 24-25.X.91

Таблица 1. Структура на екологичния модел на Т.Е.

1. ТЕ –пасажири (екипаж) (първа гл.подсистема)		2. ТЕ-околна среда (втора главна подсистема)					
1.1. ТЕ-надеждно управление	1.2. ТЕ- сигурно и комфортно пътуване	2.1. ТЕ-общество (цели)	2.2. ТЕ-урбанизация	2.3. ТЕ-пътна траса	2.4. ТЕ-конструкция	2.5. ТЕ-безопасен транспорт	2.6. ТЕ-параметри на движението
1 Организация на операто-кабина; 2 Биоклиматичен режим в кабината; 3 Вибрационен и шумов режим в кабината; 4 Бактериологичен режим в кабината; 5 Обучение на екипажа в екологично управление.	1 Организация и обзавеждане на вътрешното пространство на пасажерския салон; 2 Биоклиматичен и бактериологичен режим в салона; 3 Шумов и вибрационен режим.	1 Технология на транспорта; 2 Организация на транспорта; 3 Етични и социални цели на транспорта; 4 Стабилност и адаптивност на транспорта.	1 Организация на движението; 2 Урбанистично планиране; 3 Транспортна инфраструктура.	1 Пътна настилка; 2 Сервитут; 3 Приспособяемост към ландшафта.	1 Механична тяга; 2 Контакт с пътя; 3 Степен на автоматизирано управление; 4 Ремонтопригодност и рециклируемост на възли и агрегати от конструкцията.	1 Обезопасен сервитутните граници; 2 Квалификация на екипажа; 3 Устойчивост на движението.	1 Кинематични характеристики на движението; 2 Характеристики на топлинния, шумовия и вибрационен комфорт.
<p>О П Р Е Д Е Л Е Н И Я :</p> <p>1. група 1.1 “ТЕ-надеждно управление”-включва характеристиките на ТЕ ,които осигуряват всички изисквания за постигане на устойчиво и безаварийно управление на ТЕ;</p> <p>2. група 1.2 “ТЕ-сигурно и комфортно пътуване”-включва характеристиките на ТЕ, осигуряващи комфортна обстановка в пасажерския салон;</p> <p>3. група 2.1 “ТЕ-общество(цели)”-съдържа характеристиките на ТЕ , удовлетворяващи изискванията на обществото;</p> <p>4. група 2.2 “ТЕ- урбанизация”- включва общи характеристики за урбанистичност на ТЕ ;</p> <p>5. група 2.3 “ТЕ –пътна траса” – съдържа общи характеристики , предявявани към връзката на ТЕ с пътно траса , осигуряващи безопасно движение и безконфликтната й връзка с околния ландшафт;</p> <p>6. група 2.4 ”ТЕ – конструкция” – включва характеристиките , предявявани към конструкцията на ТЕ ,осигуряващи икономичен разход на гориво,безстоково движение , степен на автоматизираност , ремонтпригодност и рециклируемост на възли и агрегати;</p> <p>7. група 2.5 “ТЕ – безопасен транспорт”- съдържа общи характеристики , предявявани към ТЕ , осигуряващи безопасността на движението;</p> <p>8. група 2.6 “ТЕ –параметри на движението” – включва съвкупност от технически параметри на работните режими в ТЕ ,налагани по екологични съображения.</p>							



ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта



Аудио-визуално студио

Аудио-визуалното студио към ВТУ "Тодор Каблешков" разполага с модерна мултимедийна техника и комфортна видео зала. За онагледяване и за издигане на още по-високо ниво на учебния процес, в студиото се изготвят учебни и научни филми, рекламни клипове, видео заснемане на крупни мероприятия в училището. Разполагаме с 151 броя технически филми специфични за железопътния транспорт, безопасност и охрана на труда, екология, транспортно строителство, много документални филми за историята на училището.

Audio and video studio

The audio and video studio with the Higher School of Transport has at its disposal modern multimedia equipment and comfortable room. In order to illustrate and increase the quality of teaching the studio is used to prepare educational films, advertising clips, video recording of the most important school events. There are available 151 technical films, specific for the railway transport, safety and labor protection, ecology, transport building, a lot of documentary films about the school history.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ПРОГНОЗИРАНЕ НА ПОСЛЕДИЦИТЕ ОТ ГОРЕНЕ ТИП “ОГНЕНО КЪЛБО” ПРИ ИНЦИДЕНТИ С ЖП ЦИСТЕРНИ С ПРОПАН-БУТАН

Веселин Симеонов

ВИПОНД – МВР, факултет “Пожарна и аварийна безопасност”, 1309 София, ул. “Пиротска” № 171, Р. България, e-mail: s-vesselin@hotmail.com

АНОТАЦИЯ

В практиката са известни много случаи на катастрофи с ЖП цистерни, транспортиращи пропан-бутан. Много често тези инциденти са съпроводени с горене тип “огнено кълбо”. Основната цел на настоящия доклад е да прогнозира опасните последици за околните обекти и хората, намиращи се на територията на реален ЖП разпределителен възел при възникване на подобен инцидент.

Ключови думи: прогноза, огнено кълбо, горене, опасности, параметри на огненото кълбо.

ТРАНСПОРТ И ЕКОЛОГИЯ

ВЪВЕДЕНИЕ

Анализът на инцидентите с ЖП цистерни [1], показва че най-голям брой от тях възникват в района на разпределителните ЖП гари, където става прекомпозирането на ЖП съставите. При това най-голяма концентрация от подобни инциденти се наблюдават при спускане на цистерните от гърбицата и в началото на приемните коловози. Тези инциденти много често са съпроводени с дерайлиране на ЖП цистерните. Често дерайлирането е съпроводено с разгерметизиране на цистерните, образуване на горима среда и възникване на пожар, при който една или няколко ЖП цистерни, транспортиращи различни вещества, остават в зоната на активното горене или в зоната на топлинното действие на този пожар. Резултатите от направеното по-рано проучване [1], обхващащо период от 60 години (1940 – 2000 г.), показват че в световната практика има много случаи, когато инциденти с ЖП

цистерни, превозващи втечени газове, са били съпроводени с горене тип “огнено кълбо” (ОК). Както беше посочено в [2] най-голям дял от тези инцидентите са станали с ЖП цистерни, превозващи пропан-бутан. Това до голяма степен се обяснява с широкото приложение на този втечен газ, както под формата на суровина в промишлеността, така също и под формата на едно от най-широко използваните горива, намиращо все по-голямо приложение не само в бита, но и в автомобилния транспорт.

От друга страна ЖП разпределителните възли се характеризират с голяма концентрация на различни товари. Много често те са разположени в жилищни или промишлени райони на големи населени места. В тази връзка възникването на инциденти с ЖП цистерни, транспортиращи пропан-бутан и съпроводени с горене тип ОК, представляват реална заплаха, както за хората, пребиваващи на територията на ЖП възела, така също и за хората, намиращи се на територията на прилежащите жилищни или промишлени райони.

Целта на настоящата работа е да установи опасните последици за хората и обектите, намиращи се на територията на реален ЖП разпределителен възел, при възникване на горене тип ОК като следствие от инцидент с ЖП цистерна, транспортираща пропан-бутан.

1. Общи сведения за горенето тип “огнено кълбо”

Механизмът на възникване и протичане на горенето тип ОК е изследван и описан подробно в предишни работи [2, 3, 4]. Съществува характерна разлика между протичане на горене тип ОК при съдове с горими течности и при съдове с втечнени газове. Тази разлика се дължи на факта, че в условията на пожар, втечненият газ е изложен на въздействието на температури, превишаващи многократно температурата му на кипене. Поради това при разхерметизирането на съда и при протичане на явлението BLEVE, цялото количество на втечнения газ преминава в обема на образуващия се газов облак. Частта от течната фаза, която не успява да се изпари за краткото време, бива увлечена от газа под формата на ситни диспергирани капчици, разпръснати в обема на облака. Ето защо горене тип ОК при инциденти със съдове с втечнени газове от една страна не е съпроводено с изхвърляне на горяща течност около местото на съда и от друга страна в самото горене участва цялото количество втечнен газ, намиращо се в съда.

Издигането във височина на огненото кълбо и горенето продължават докато изгори цялото количество газ.

2. Прогнозиране на последиците при възникване на горене тип “огнено кълбо”

Реалността на всяка една прогноза зависи от реалността на изходните данни, заложили при нейното извеждане. От тази гледна точка в настоящата работа е приет подхода на прилагане на резултатите от хипотетична обстановка, потвърдена от практиката, към реален обект. Освен това, за да бъде осигурена максимална степен на безопасност при използване на резултатите от прогнозата, е приет най-тежкия вариант на инцидент за разглеждания реален обект.

Като обект на прогнозата е приет един от най-големите разпределителни ЖП възли в гр. София – “Подуене – разпределителна”, Централен район.

Приета е следната хипотетична обстановка: при прекомпозиране на състав от ЖП цистерни, транспортиращи различни лесно запалими и горими течности и втечнени газове, поради нарушаване на технологичните изисквания от маневрената бригада, ЖП цистерна с бензин е спусната по гърбицата със скорост по-голяма от допустимата. При навлизане в централния коловоз № 16 цистерната се удря в стояща пред нея и запълнена с пропан-бутан ЖП цистерна и в резултат дерайлира. Дерайлиралата цистерна се разхерметизира и около двете цистерни се образува разлив от бензин, който се запалва от искри, изсечени от спирачните накладки, поставени за спиране на вагон на съседния коловоз № 15. Възниква интензивно горене на разлятото количество бензин и в резултат цистерната с пропан-бутан остава в зоната на активното горене. Протича явлението BLEVE и ЖП цистерната с пропан-бутан се разкъсва и възниква горене тип ОК.

За да може да бъдат прогнозирани последиците от въздействието на възникнало ОК след инцидент с ЖП цистерна, транспортираща пропан-бутан, е необходимо да бъдат изчислени основните параметри на ОК. Към тези параметри се отнасят:

диаметър на ОК ($D_{ок}$) – [m];

времетраене (време на съществуване) на ОК ($t_{ок}$) – [s];

изменение на плътността на топлинния поток като функция от разстоянието до повърхността на ОК (E) – [kW/m^2];

доза на облъчване, падаща върху хората, намиращи се на открито ($D_{об}$) – [kJ/m^2].

Изходни данни за изчислението

Както беше посочено и по-горе в интерес на сигурността е да бъде приет възможно най-тежкия вариант на инцидент. Това означава в изчисленията да участва възможно най-голямо количество горимо вещество и инцидента да е станал на най-опасното за разглеждания обект място.

В конкретния случай:

Количество пропан-бутан – 46 t, най-голямото количество, транспортирано с ЖП цистерни.

Място на възникване – коловоз № 16 – централен, при този вариант опасните последици от горенето тип ОК ще оказват въздействие върху възможно най-голяма площ от територията на ЖП възел “Подуене – разпределителна” – Централен

район, защото инцидента е възникнал в средата на обекта.

В [3] е разработена подробно методика за определяне опасните параметри на горене тип ОК. В настоящата работа ще бъде описан само математическия апарат за изчисляване на тези параметри. Предложените уравнения за определяне параметрите при горене тип ОК са получени в резултат на проучване и математическа обработка на известни в литературата уравнения на други автори и са потвърдени чрез експериментални изследвания.

Определяне диаметъра на ОК – за целта се използва следното уравнение:

$$D_{OK} = 5,5986e^{0,7724 \lg(m)} \text{ [m]} \quad (1)$$

където: m – маса на горимото вещество, [kg].

Определяне времетраенето на ОК – осъществява се с помощта на уравнението:

$$t_{OK} = 0,2785 \lg^2(m) + 1,9052 \lg(m) + 2,6525 \text{ [s]} \quad (2)$$

Определяне плътността на топлинния поток като функция на разстоянието от повърхността на ОК – използва се уравнението:

$$E = 315 \frac{1^{0,91} r_{OK}^2}{(1^2 + r_{OK}^2)^{1,5}} \text{ [kW/m}^2\text{]} \quad (3)$$

Определяне дозата на облъчване, падаща върху хората, намиращи се на открито – определя се чрез уравнението:

$$D_{OB} = Et_{OK} \text{ [kJ/m}^2\text{]} \quad (4)$$

В литературата [5, 6] в зависимост от стойностите на дозата на облъчване (D_{OB}), са определени три нива на опасност, предизвикващи различни степени на изгаряне върху хората. Граничните стойности на дозата на облъчване за съот-ветните нива са представени в Таблица 1.

Замествайки изходните данни и получените резултати в дадените по-горе уравнения за параметрите на ОК се получава, както следва:

- за диаметъра на ОК – $D_{OK} = 205,21 \text{ m}$;
- за времетраенето на ОК – $t_{OK} = 17,59 \text{ s}$.

Таблица 1

Нива на опасност за хората при горене тип ОК, по данни на [5, 6]

Ниво на опасност	D_{OB} [kJ/m ²]	Поражения върху хората
I-во	375	Изгаряне III-та степен
II-ро	250	Изгаряне II-ра степен
III-то	125	Изгаряне I-ва степен

Получените стойности за плътността на топлинния поток (E) и за дозата на облъчване (D_{OB}), падаща върху хората, намиращи се на открито, на различни разстояния от повърхността на ОК са представени в Таблица 2.

От изнесените данни в Таблица 2 се вижда, че:

- на разстояние до 278,25 m от повърхността на ОК (380,86 m от местото на инцидента), намиращите се на открито хора най-вероятно ще загинат;
- на разстояние от 278,25 m до 348,78 m от повърхността на ОК (451,39 m от местото на инцидента), намиращите се на открито хора най-вероятно ще получат изгаряния от III-та до II-ра степен;
- на разстояние от 348,78 m от повърхността на ОК до 500,77 m (603,38 m от местото на инцидента), намиращите се на открито хора най-вероятно ще получат изгаряния от II-ра до I-ва степен;
- на разстояние по-голямо от 500,77 m от повърхността на ОК (603,38 m) няма да има изгаряния.

На основата на направената по-горе прогноза може да бъдат направени следните изводи:

ИЗВОДИ:

1. Като се има предвид, че напречната ширина на коловозното развитие на “Подуене разпределителна – Централен район” е около 200 m, при инцидент с ЖП цистерна с пропан-бутан в началото на централния коловоз № 16, почти цялата територия на възела попада в зона, в която вероятните последици за хората, намиращи се на открито са смърт и изгаряния от III-та степен.

2. Съществува значителна заплаха за хората, намиращи се на открито в прилежащите към ЖП възела обекти и територии, където хората ще получат изгаряния от II-ра и I-ва степен.

Таблица 2

Стойности на плътността на топлинния поток, дозата на облъчване и вероятните последици за хората на различни разстояния от повърхността на ОК, при инциденти с ЖП цистерна транспортираща пропан-бутан

Разстояние [m]	Плътност на топлинния поток	Доза на облъчване [kJ/m ²]	Вероятни последици
100	74,4979	1310,4186	смърт
200	36,2508	637,6530	смърт
278,25	21,3192	375,0055	изгаряне III-та ст.
300	18,6824	328,6247	изгаряне III-та ст.
348,78	14,2128	250,0042	изгаряне II-ра ст.
400	10,9867	193,2563	изгаряне II-ра ст.
500,77	7,1064	125,0026	изгаряне I-ва ст.
600	4,9611	87,26506	няма изгаряне

3. При инциденти от подобен род особено внимание трябва да се отделя на отцепването на застрашените територии и незабавно евакуиране на намиращите се там хора.

4. Съставът на оперативните подразделения от службите за ПАБ задължително трябва да действа с топлоотразяващи защитни облекла при създадени условия за охлаждане на бойците и да използва прикрития.

5. Противопожарната техника трябва да се разполага от наветрената страна на инцидента, на максимално допустимо разстояние, разположена зад прикрития за защита от летящи части от цистерните при възникване на BLEVE и от лъчистата топлина.

6. При поява на признаци за възникване на BLEVE оперативния състав и техниката трябва незабавно да бъдат изведени на безопасни разстояния и зад подходящи прикрития

ЛИТЕРАТУРА:

1. Симеонов В., Анализ на инциденти с ЖП цистерни, транспортиращи горими течности и газове, Бюлетин № 20/2001, ВИПОНД-МВР, София, 2001 г. (под печат).

2. Симеонов В., Възникване, протичане и последици от горене тип “огнено кълбо” при аварии с ЖП цистерни, Сборник материали на Научна конференция “Технологии, сигурност и екология”, 21-22.06.2001 г., ВВОВУ “В. Левски”, В. Търново (под печат).

3. Симеонов В., Изследване на параметрите на огненото кълбо, възникнало от съдове с течности, намиращи се в зоната на пожар – Автореферат на дисертация, Полиграфическа база на МВР, Рег. № 3305/10.12.1999 г., София, 1999 г.

4. Симеонов В., Последици от възникване на горене тип “огнено кълбо” при аварии с летателни апарати, Сборник материали на Юбилейна научна сесия “40 години от първия полет на човек в космоса”, 12-13.04.2001 г., ВВВУ “Г. Бенковски”, Д. Митрополия, (под печат).

5. Brik A., R. Anderson, A. Coppens, “J. of Hazardous Mater.”, 1990, 25, 121- 147.

6. Crocker W. P., D. H. Napier, Proceedings of the 4th Technical Seminar on Spills, 1987, Environment Canada, EN 40-327/1-1987.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

ИЗЧИСЛИТЕЛНИ МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ СКОРОСТТА НА НАРАСТВАНЕ НА НАЛЯГАНЕТО И МАКСИМАЛНОТО НАЛЯГАНЕ ПРИ ВЗРИВ НА БИОГАЗ

Веселин Симеонов

ВИПОНД – МВР, факултет “Пожарна и аварийна безопасност”, 1309 София, ул.
“Пиротска” № 171, Р. България, e-mail: s-vesselin@hotmail.com

АНОТАЦИЯ

В наше време се обръща все по-голямо внимание на екологията. Основно звено в тази дейност е пречистването на отпадните битови и промишлени води. Тя е свързана с получаване на големи количества биогаз. Целта на настоящата работа е да направи сравнителен анализ между известните методи за определяне скоростта на нарастване на налягането при взрив и максималното налягане на взрива на газ, които са отправна точка за оценка на пожарната и взривна опасност на тези процеси.

Ключови думи: биогаз, скорост на нарастване на налягането при взрив, максимално налягане на взрива, изчислителни методи.

НАИМЕНОВАНИЕ НА РАЗДЕЛА –

ТРАНСПОРТ И ЕКОЛОГИЯ

ВЪВЕДЕНИЕ

За да може да се направи реална оценка на пожарната и взривна опасност на инсталациите за получаване на биогаз във всеки момент от тяхната експлоатация, е необходимо наред с концентрационните граници на възпламеняване на биогаза да се знаят и скоростта на нарастване на налягането при взрив на смес от биогаз и въздух и максималното налягане при взрив на тази смес.

Както беше посочено в [1], в литературата не се съобщава за изследвания върху тези показатели на сместа биогаз – въздух. Това

наложи, да се анализират известните изчислителни методи за определяне скоростта на нарастване на налягането и максималното налягане при взрив на газовъздушни смеси.

АНАЛИЗ НА ИЗЧИСЛИТЕЛНИТЕ МЕТОДИ

В литературата [2] е публикуван метод на Водяник и колектив за определяне скоростта на нарастване на налягането при взрив на газовъздушна смес, когато липсват експериментални данни. Същността на метода се състои в използване на уравнението:

$$\frac{dP}{dt} = \varepsilon SP_0 \frac{U_H}{V} \left(\frac{P_m}{P_0} \right)^{1/\gamma} \left(\frac{P_{\max}}{P_0} - 1 \right), [\text{Pa/s}], (1)$$

Веселин Симеонов, гл. асистент, доктор, ВИПОНД-МВР, София 1309, ул. “Пиротска” 171

където: P_0 – налягане в апарата преди взрива, [Pa];

P_m - налягане в апарата след взрива, [Pa];

U_n - нормална скорост на разпространение на пламъка по горимата смес, [m/s];

P_{max}/P_0 - максимално относително налягане на взрива за дадена горима смес в затворена бомба;

S - максимално възможна повърхност на фронта на пламъка по горимата смес, [m²];

ε - степен на турбулизация, приема се от 1,5 до 2,0;

γ - показател на адиабатата.

Стойностите на U_n и P_{max}/P_0 се определят експериментално или си вземат от справочници.

Стойността на S за апарати със сферична форма е равна на вътрешната им повърхност. За апарати близки по форма до сфера S може да се определи като повърхност на сфера, чиито обем е равен на обема на апарата. В общия случай за апарати с произволна форма и размери $A \times B \times C$, където A е по-голямо или равно на B , а B е по-голямо или равно на C , стойността на S е равна на страничната повърхност на слой с радиус $B/2$ и височина C , т.е.

$$S = \pi BC \quad (2)$$

В частност за цилиндрични апарати, за които $H \geq D$, $S = \pi D^2$ и когато $H < D$, $S = \pi DH$.

Както беше посочено в [3], биогазът е тройна смес CH_4 – Въздух – CO_2 . При направения преглед на литературата не бяха намерени данни за стойностите на U_n , P_{max}/P_0 и за $(dP/dt)_0$ на тройната смес, където $(dP/dt)_0$ е

максимална скорост на нарастване на налягането, определена в съд с обем 10 l.

В литературата [2] са посочени стойности за U_n и P_{max}/P_0 за сместа CH_4 – Въздух. За сравнение беше изчислена максималната скорост на нарастване на налягането на тази смес в сферична бомба с обем 10 l, като беше игнорирано участието на флегматизиращия компонент (CO_2) поради липса на експериментални и литературни данни. Така изчислената стойност е по-висока от тази на сместа CH_4 – Въздух – CO_2 и ще бъде сравнявана с получени експериментални стойности.

Според [2] за метана $U_n = 0,34$ m/s и $P_{max}/P_0 = 8,2$. След заместване в уравнение (1) се получава за $dP/dt = 43,202$ MPa/s.

Съществува и друг метод, описан в [4], за определяне динамичните характеристики при изгаряне на газове в сферичен затворен съд. Този метод се основава на следния комплекс:

$$\frac{a}{P \cdot S_u} \frac{dP}{dt} = f_1 \left(\frac{P}{P_i}, \frac{P_e}{P_i}, \frac{C_{pu}}{C_{vu}}, \frac{C_{pb}}{C_{vb}}, \frac{S_u}{S_{ui}} \frac{t \cdot S_{ui}}{a} \right) \quad (3)$$

където: P – налягане;

t – време;

S_u – нормална скорост на пламъка;

a – радиус на съда;

u, b – индекси, обозначаващи готовата газова смес и продуктите на изгаряне;

i, e – начално и крайно състояние.

Процесът на горене протича в затворен сферичен съд с радиус $a = 0,0801$ m, обем $V = 0,0022$ m³.

Авторите въвеждат безразмерните променливи:

$$\pi = \frac{P}{P_i}; S_r = \frac{S_u}{S_{ui}}; \tau = \frac{t.S_{ui}}{a}; \gamma = \frac{C_p}{C_v} \quad (4)$$

където: $\tau=f_2(\pi, \pi_e, \gamma_u, \gamma_b, S_r)$ и $S_r=f(\pi, \varepsilon)$

ε - степенен показател на адиабатата.

Отчитайки това, уравнение (3) може да се представи във вида:

$$\frac{\tau}{\pi} \frac{d\pi}{d\tau} = f_2(\pi, \pi_e, \gamma_u, \gamma_b, S_r) \quad (5)$$

$$\text{или } \frac{\tau}{\pi-1} \frac{d\pi}{d\tau} = f_3(\pi, \pi_e, \gamma_u, \gamma_b, S_r) \quad (6)$$

Авторите са доказали, че комплексите (5) и (6) са подобни, а броят на параметрите може да бъде съкратен. С достатъчна за практиката точност, при инженерните изчисления може да се приеме $\gamma_k=\gamma_b$. Оттук:

$$\frac{\tau}{\pi} \frac{d\pi}{d\tau} = f_4(\pi, \gamma_u, \varepsilon) \quad (7)$$

$$\frac{\tau}{\pi-1} \frac{d\pi}{d\tau} = f_5(\pi, \gamma_u, \varepsilon) \quad (8)$$

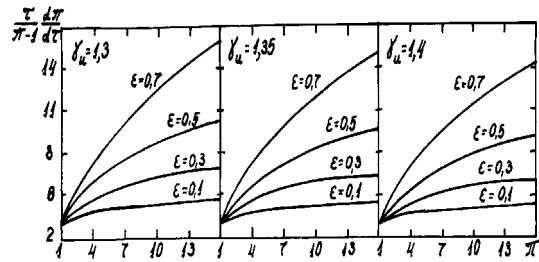
където производната $d\pi/d\tau$ се определя аналитично, а функциите f_4 и f_5 – числено и в случай, че $\gamma_u=\gamma_b$, производната има вида:

$$\frac{d\pi}{d\tau} = 3\pi^{\frac{\varepsilon+1}{3\gamma_u}} \left(\pi^{\frac{1}{\gamma_u}} - \frac{\pi_e - \pi}{\pi_e - 1} \right)^{\frac{2}{3}} (\pi_e - 1) \quad (9)$$

В частност при $\pi=\pi_e$

$$\left(\frac{d\pi}{d\tau} \right)_e = 3\pi^{\frac{\varepsilon+1}{\gamma_u}} (\pi_e - 1) \quad (10)$$

Построявайки номограми за стойностите на комплекса (7) или (8) при различни стойности на γ_u и ε , могат да бъдат определени динамичните характеристики за всеки стадий на горенето. На фиг. 1 са показани номограмите за стойностите на комплекса (8) при $\gamma_u=1,3$ и $\gamma_u=1,4$.



Фиг. 1. Номограми за значенията на комплекса (8).

За илюстрация на описания по-горе метод в Таблица № 1 са поместени резултатите от изчислените динамични характеристики на процеса горене за стехиометрична смес на метан и въздух в съд с радиус $R=0,0801$ m при начално налягане $P_i=0,101$ МПа и температура $T_i=291$ °К (18 °С) и при параметри на сместа, както следва: $\pi_e=8,93$; $\gamma_u=1,39$; $S_{ui}=0,35$ m/s и $\varepsilon=0,26$.

Предлаганият от Шебеко в [5] метод за изчисляване скоростта на нарастване на налягането при взрив на парогазови смеси се основава на описания по-горе и същността му се състои в следното:

Съгласно теорията за взрив на парогазови смеси в затворен обем, важен параметър, определящ dP/dt е отношението $V^{1/3}/(S_{ui}P_i)$, където V е обемът на съда. Авторът въвежда величините K_{max} и K_{cp} , които се определят от уравненията:

$$K_{max} = \left(\frac{dP}{dt} \right)_{max} \frac{V^{1/3}}{S_{ui}P_i} \quad (11)$$

$$K_{cp} = \left(\frac{dP}{dt} \right)_{cp} \frac{V^{1/3}}{S_{ui}P_i} \quad (12)$$

като предполага, че те слабо зависят от характеристиките на горимата смес.

Таблица № 1

Динамични характеристики на процеса горене на стехиометричната концентрация на сместа метан и въздух

P [MPa]	t [°C]		dP/dt [MPa/s]		<dP/dt> [MPa/s]		(dP/dt).t/ (P-Pi)	
	изч.	експ.	изч.	експ.	изч.	експ.	изч.	експ.
0,111	0,014	0,014	2	1,72	0,86	0,67	3,04	2,56
0,128	0,02	0,02	4,24	8,7	1,36	1,34	3,15	2,77
0,206	0,03	0,03	12,9	11,1	3,54	3,49	3,65	3,18
0,348	0,038	0,038	28,3	22,5	6,57	6,49	4,31	3,46
0,401	0,04	0,04	34	26,6	7,68	7,51	4,5	3,55
0,538	0,043	0,044	40,1	36,6	10,2	9,92	4,81	3,68
0,605	0,048	0,053	89,9	55,5	16,6	10,1	5,4	3,84

В [5] е установено, че стойностите за K_{max} и K_{cp} при различните вещества са относително близки и съответно са : $K_{max} = 84 \pm 22$ и $K_{cp} = 53 \pm 16$.

Използвайки получените стойности за K_{max} и K_{cp} са пресметнати $(dp/dt)_{max}$ и $(dp/dt)_{cp}$ по уравнения (11) и (12).

ИЗВОДИ:

Направеният анализ на съществуващите методи за определяне на максималното налягане и скоростта на нарастване на налягането при взрив на газовъздушни смеси дава възможност да бъдат направени следните изводи:

1. Посочените изчислителни методи в основата си се базират на експериментални данни, което ги прави сравнително надеждни, а получените по тях стойности на $(dp/dt)_{max}$ имат достатъчна за практиката точност.

2. Всички посочени по-горе методи за изчисляване на $(dp/dt)_{max}$ и P_{max} на взрива на газовъздушни смеси, се отнасят за смеси от въздух и горимо вещество. Ако в сместа е добавен инертен компонент (напр. CO_2), методите не могат да бъдат използвани без допълнително преработване.

3. За да може да се направи реална оценка на пожарната и взривна безопасност на инсталациите за получаване на биогаз е необходимо провеждане на опити за получаване на данни за $(dp/dt)_{max}$ и P_{max} на смеси от метан, въздух и CO_2 . След получаване на тези резултати може да се пристъпи към адаптиране на описаните методи за смеси горимо вещество – въздух – инертен газ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Цветанов Т., В. Симеонов, Бюлетин № 19, ВИПОНД-МВР, 2001, с. 83-95.
2. Водяник В. И. и др. Предохранительные мембраны: Справочное пособие, М., "Химия", 1982, с. 22.
3. Симеонов В., Т. Цветанов, Бюлетин № 19, ВИПОНД-МВР, 2001, с. 58-63.
4. Бабкин В. С., П. К. Сеначин, В. И. Бабушок, А. В. Вьюн, Сб. науч. тр., М., ВНИИПО, 1979, №6, с. 3-6.
5. Шебеко Ю. Н., А. В. Иванов, Н. Б. Расулова, Сб. науч. тр., М., ВНИИПО, 1984, с. 25-32.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ПОСЛЕДИЦИТЕ ЗА РЕАЛЕН ЖП РАЗПРЕДЕЛИТЕЛЕН ВЪЗЕЛ ПРИ ИНЦИДЕНТИ С ЖП ЦИСТЕРНИ

Веселин Симеонов

ВИПОНД – МВР, факултет “Пожарна и аварийна безопасност”, 1309 София, ул.
“Пиротска” № 171, Р. България, e-mail: s-vesselin@hotmail.com

АНОТАЦИЯ

В по-раншни разработки беше направена прогноза на вероятните последици при инциденти с ЖП цистерни, запълнени с различни опасни вещества. Главната цел на настоящата работа е да направи сравнителен анализ между тези прогнози и да бъдат направени препоръки към службите за ПАБ и ЖП администрацията за повишаване степента на безопасност при отразяване на подобни инциденти.

Ключови думи: прогноза, детонационно изгаряне, взивна вълна, горене тип “огнено кълбо”, последствия, анализ, препоръки.

НАИМЕНОВАНИЕ НА РАЗДЕЛА - ТРАНСПОРТ И ЕКОЛОГИЯ

ВЪВЕДЕНИЕ

Целта на настоящият доклад е изведена на основата на получените резултати в [1]. Анализът на тези резултати е основната причина за концентриране на вниманието върху вероятните опасни последици от подобни инциденти. В тази връзка бяха направени прогнози за евентуалните последици при разхерметизиране на цистерна с пропан-бутан и детонационно изгаряне на образувалата се газовъздушна смес [2], при възникване на горене тип ОК при разхерметизиране на цистерна с авиационен бензин [3] и такава с пропан-бутан [4].

Целта на настоящата работа е да се направи сравнителен анализ на резултатите от различните прогнози и на тази основа да бъдат изведени препоръки, както към органите за ПАБ, така също и към ЖП администрацията, за повишаване нивото на безопасност при възникване на подобни инциденти.

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПРОГНОЗИТЕ

Прогнозите са направени за реален ЖП възел – Централен район на “Подуене – разпределителна”. На територията на възела, спрямо коловозното развитие, са разположени следните обекти:

Веселин Симеонов, гл.асистент, доктор, ВИПОНД-МВР, София 1309, ул.”Пиротска”171

- на изток – Главен административен център, стол, компресорно, пост № 3, пост № 4 и служебни сгради 1, 2 и 3;

- на юг – жилищен блок 20 ет., жилищен блок 24 ет., две двуетажни тухлени жилищни сгради;

- на север – територията и цеховете на вагоноремонтно депо, на депо дизелови локомотиви и на депо електрически локомотиви;

- на запад – на разстояние до окло 900 m продължава коловозното развитие на Централен район.

Резултатите от сравнителния анализ са представени в **Таблица 1**.

От изнесеното в **Таблица 1** може да бъдат направени следните изводи:

1. От гледна точка на разрушителното действие най-опасно се оказва детонационното изгаряне на газовъздушната смес при инциденти с ЖП цистерни с пропан-бутан, съпроводени с тяхното разхерметизиране. При такава ситуация близо 67 % от сградите на територията на ЖП възела ще бъдат разрушени.

2. От гледна точка на опасността за здравето на хората, намиращи се на открито, най-опасно е горенето тип ОК. И в двата случая на възникване на такова горене зоните на опасното въздействие върху хората, намиращи се на открито, почти се покриват. Малко по-голяма е зоната на опасните въздействия при горене тип ОК при инцидент с ЖП цистерна с авио бензин, което се дължи на по-голямото количество горимо вещество, участващо в горенето.

3. Докато разрушителните последици от детонационното изгаряне на газовъздушна смес при инцидент с ЖП цистерна с ПБ се ограничават в границите на територията на ЖП разпределителен възел “Подуене – разпределителна” – Централен район, зоните на въздействие на опасните последици от горене тип ОК се простират далеч извън територията на възела.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Като се има предвид, че инциденти с ЖП цистерни, транспортиращи опасни вещества, може да възникнат навсякъде по територията на ЖП разпределителния възел, и че представляват сериозна заплаха за живота и здравето на хората, намиращи се не само на територията на възела, но и далеч извън нея, може да бъдат направени две групи препоръки, насочени към повишаване на безопасността. Тези препоръки може да бъдат адресирани, както следва:

Към органите за ПАБ:

Наред с посочените в [4] препоръки по отношение на безопасността на участващия, в операциите по ликвидиране на последиците от инцидента, състав от ПАБ е необходимо да бъде изпълнено и следното:

1. Като използват представените в [2,3,4,5] методики, териториалните поделения за ПАБ, съвместно с ЖП администрацията, трябва да определят хипотетично най-тежките варианти на инциденти с ЖП цистерни, транспортиращи ЛЗТ, ГТ и ВГ и на тази

Таблица 1

Вероятни поражения върху обектите на територията на ЖП възел "Подуене - разпределителна" и върху хората, намиращи се на открито, при различни прогнозирани ситуации

№ по ред	Наименование на обекта	Детонационно изгаряне на ПБ V _{жпц} = 45 t		Горене тип ОК на ПБ V _{жпц} = 46 t Док = 205,21 m		Горене тип ОК на авиобензин V _{жпц} = 60 t Док = 208, 56 m		Сумарен резултат
		Разстояние до обекта [m]	Вероятни поражения върху обектите	Разстояние до обекта [m]	Вероятни последици за хората на открито	Разстояние до обекта [m]	Вероятни последици за хората на открито	
1	Главен административен център	17	Пълни разрушения	190	смърт	190	смърт	X1, X2, X3
2	Стол	20	Пълни разрушения	230	смърт	230	смърт	X1, X2, X3
3	Компресорно	28	Пълни разрушения	215	смърт	215	смърт	X1, X2, X3
4	Пост № 3	42	Пълни разрушения	250	смърт	250	смърт	X1, X2, X3
5	Пост № 4	27	Пълни разрушения	242	смърт	242	смърт	X1, X2, X3
6	Сгради 1, 2, 3	20 - 25	Пълни разрушения	215 - 225	смърт	215 - 225	смърт	X1, X2, X3
7	Двуетажни тухлени жилищни сгради	150 - 160	Средни разрушения - изкъртване на врати и прозорци, разрушаване на носещи стени, разрушаване на покрива.	297	изгаряне III ст.	297	изгаряне III ст.	X1, X2, X3
8	Жилищен блок 20 ет.	200	Слаби разрушения - изкъртване на врати и прозорци, напукване на мазилката.	379	изгаряне II ст.	379	изгаряне II ст.	X1, X2
9	Жилищен блок 24 ет.	260	Повреди - счупване остъклението на прозорците.	420	изгаряне II ст.	420	изгаряне II ст.	X1, X2

X - показател за зоната на въздействие върху съответния обект

X1 - обектът се намира в зоната на поражение при детонационно изгаряне на ПБ

X2 - обектът се намира в зоната на поражение при горене тип ОК на ПБ

X3 - обектът се намира в зоната на поражение при горене тип ОК на авиобензин

основа да разработят и проиграт оперативни планове за ликвидиране на последиците.

2. Териториалните поделения за ПАБ съвместно с ЖП администрацията и администрацията на териториалните единици, на чиято територия се намира ЖП възела, изхождайки от хипотетично най-тежката ситуация, да разработят подробен план за отцепване на района на инцидента и евакуация на хората от опасните зони.

Към ЖП администрацията:

1. За да се намали опасността за хората, по възможност операциите с ЖП цистерни да се извършват на най-отдалечените коловози спрямо прилежащите територии и жилищни зони.

2. ЖП администрацията съвместно с органите за ПАБ да разработи правила за повишаване безопасността на маневрените операции с ЖП цистерни.

3. Да се създаде необходимата организация за осигуряване на ЖП цистерни с вода или метални вагони с инертни материали, които да бъдат използвани от оперативните подразделения за ПАБ като прикритие за близки действия при възникване на подобни инциденти.

4. Съвместно с органите за ПАБ да бъде разработена таблица за степените на заплаха при различни ситуации и съответните мерки за безопасност, начини за действие и редът за евакуация на ЖП персонала, намиращ се на територията на ЖП възела.

5. Преминаването през района на ЖП гарите на транзитни ЖП състави, съдържащи ЖП цистерни, да става по най-отдалечения коловоз при понижена скорост и при условия, определени от ЖП администрацията.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Симеонов В., Бюлетин № 20/2001, ВИПОНД-МВР, София, 2001 г. (под печат)

2. Симеонов В., Т. Цветанов, Прогнозиране на пораженията при разхерметизиране на ЖП-цистерна с пропан-бутан, Сб. мат. на Науч. конф. "Технологии, сигурност, екология", 21 – 22.06.2001 г., ВВОВУ "В. Левски", В. Търново (под печат).

3. Симеонов В., Възникване, протичане и последици от горене тип "огнено кълбо" при аварии с ЖП цистерни, Сб. мат. на Науч. конф. "Технологии, сигурност, екология", 21 – 22.06.2001 г., ВВОВУ "В. Левски", В. Търново (под печат).

4. Симеонов В., Прогнозиране на последиците от горене тип "огнено кълбо" при инциденти с ЖП цистерни с пропан-бутан, Сб. мат. на XI науч. конф. "ТЕМПТ 2001 – ТРАНСПОРТЪТ НА XXI ВЕК", 15 - 16.11.2001 г., ВТУ "Т. Каблешков", София.

5. Симеонов В., Изследване на параметрите на огненото кълбо, възникнало от съдове с течности, намиращи се в зоната на пожар – Автореферат на дисертация, Полиграфическа база на МВР, Рег. № 3305/10.12.1999 г., София.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

АНТИКРИЗИСНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В ВЕДОМСТВЕ ТРАНСПОРТА СЛОВАСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ладислав Новак – Владимир Новотны *

Факультет специального инженерства Жилинского университета, Улица 1-ого мая 32,
010 26 Жилина, Словацкая республика, novak@fsi.utc.sk

АННОТАЦИЯ: Антикризисное планирование в ведомстве транспорта Словацкой республики является составной частью антикризисного планирования в рамках целой территории Словацкой республики. Оно содержит все элементы транспортной инфраструктуры. Итоговым документом антикризисного планирования является „Антикризисный план“ или „План антикризисовых мероприятий“, вырабатываемый антикризисными менеджментами предназначенных рабочих мест ведомства. Антикризисные планы имеют единую структуру. Для их обработки и актуализации применяется специализированный СОФТВАРЕ. Этот позволяет передачу избранных данных между антикризисными менеджментами ведомства и целой Словацкой республики.

Ключ шифра: антикризисное планирование, антикризисный план, антикризисный менеджмент.

ВВЕДЕНИЕ

Прогресс человеческого общества приносит не только благоприятные влияния для жизни человека и целого общества. Кроме того он приносит и большую опасность возникновения кризисных обстановок. Под влиянием природных сил или злоупотреблением прогресса могут освободиться разрушительные силы, ведущие к потерям человеческих жизней и уничтожению созданных ценностей.

Для ограничения человеческих и материальных потерь и последствий кризисных обстановок создают все развитые общества системы антикризисных менеджментов. Во всем мире известно понятие

ЕМЕРГЕНСЫ МАНАГЕМЕНТ можно перевести понятием „управление кризисными обстановками“. Известно тоже понятие РИСК МАНАГЕМЕНТ, соединяющийся с рисиком предпринимателей. Это понятие решает и вопросы защиты от пожаров, от наследствый экологических аварий и дальнейших чрезвычайных событий. Приведенные системы подготовлены таким образом, чтобы они могли комплексно решать любие кризисные обстановки

На каждой ступени управления для решения кризисного положения создаются антикризисные штабы которые в связи с антикризисными штабами дальнейших ступеней образуют цельную систему. Её элементы возможно использовать для решения

* Инж. Ладислав Новак, ктн., Инж. Владимир Новотны
Кафедра специального менеджмента Факультета специального инженерства Жилинского университета, Улица 1-ого мая 32, 010 26 Жилина, Словацкая республика, тел. 00421 41 7633320, 5620477, факс 00421 41 7234972, e-mail novak@fsi.utc.sk

более объемистых кризисных положений, превосходящих пределы одного региона или области. Такой, на самом деле наиболее объемистой кризисной обстановкой является и военное положение.

АНТИКРИЗИСНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СЛОВАЦКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Антикризисное планирование является процессом, при помощи которого уже в мировом состоянии создаются предпосылки для обеспечения производственной способности Словацкой республики и функциональности ее общественной неэкономической надстройки во время войны и для решения кризисных обстановок в мировое время.

Результатом процесса антикризисного планирования является планировочный документ „Антикризисный план“ или „План антикризисных мероприятий“, содержащий предварительно назначенные информации и задачи. На их основе органы компетенции управляют действительностью организации, или организаций в рамках своей компетенции. Антикризисный план содержит задачи организаций во время решения чрезвычайных или мировых кризисных положений.

Составной частью антикризисного планирования является обработка единых и специфических данных, их оценка и рередача документов по данным высших ступеней управления. Для обеспечения этой задачи имеется в Словацкой республике изготовленная и функциональная „Единая информационная система хозяйственной мобилизации“. Данные в систему обрабатывают антикризисные менеджменты при помощи использования вычислительной техники и специально обработанного СОФТВЕРА.

Исходным пунктом антикризисного планирования является внедрение организации в систему хозяйственной мобилизации на основе действительности, что в мировое время:

- ◆ заключила договор о заключении будущего договора на поставку или службы во время войны,
- ◆ или заключила договор о сохранении производственных способностей,
- ◆ или заключила другой договор на поставки или службы во время войны,

- ◆ или им было издано решение уполномоченного органа (напр. министерства) с определением предмета их деятельности во время войны.

Исходным пунктом для антикризисного планирования министерств, органов местного государственного управления, юридических лиц (больницы, учреждения социального обеспечения, детские приюты, дома для рантье, почты, железные дороги и т.п.) является их внедрение в систему на основе действительности, что эти выполняют задачи защиты по закону.

КРИЗИСНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В ВЕДОМСТВЕ ТРАНСПОРТА

Антикризисное планирование в ведомстве транспорта состоит в обработке „Антикризисных планов“ или „Планов антикризисовых мероприятий“ для отдельных ступеней управления и для избранных организаций ведомства. Решение о том, какой тип плана будут организации обрабатывать, издает Министерство транспорта, связи и телекоммуникаций Словацкой республики.

Антикризисные планы содержат:

- ◆ единные данные,
- ◆ специфические данные.

Единые данные антикризисного плана содержат обязательные постановления структуры и содержания. Они определены для передачи, обработки и использования на высших ступенях управления ведомством и в рамках Словацкой республики. Между характеристические единые данные принадлежат прежде всего:

- ◆ избранные организации ведомства транспорта,
- ◆ деловые средства,
- ◆ производство по антикризисовым планам,
- ◆ финансовое обеспечение,
- ◆ специальное имущество хозяйственной мобилизации,
- ◆ материал гражданской обороны,
- ◆ опасные деятельности,
- ◆ материальное обеспечение,
- ◆ объекты особого значения и дальнейшие объекты особого значения,
- ◆ организационное и персональное обеспечение,
- ◆ профессии и работники,
- ◆ рабочие указатели (таблицы),

- ◆ системные инструменты программного обеспечения.

Специфические данные антикризисного плана служат для выполнения особых задач ведомства транспорта во время войны и для решения кризисных положений в мировое время. Их поручение и использование происходит в рамках надстроечной информационной структуры (анализа) для следующих отраслей ведомства транспорта:

- ◆ дорожного транспорта,
- ◆ железнодорожного транспорта,
- ◆ почтовых служб,
- ◆ телекоммуникационных служб,
- ◆ водного транспорта,
- ◆ воздушного транспорта.

Особая составная часть надстроечного анализа содержит проблематику общую для целого ведомства. Это прежде всего:

- ◆ финансирование и возмещение затрат соединенных с выполнением специальных задач,
- ◆ регистрация подвижного состава и механизационных средств,
- ◆ регистрация объектов особого значения и дальнейших объектов особого значения.

В структуре **дорожного транспорта** исследуются прежде всего данные об избранной дорожной сети для нужд вооруженных сил, постоянных учреждениях на дорожной сети, станциях технической помощи, автозаправочных станциях горючих, возможностях запасных мостовых переходов, точечных изъянах дорожных коммуникаций и дислокации управляющих органов дорожного транспорта.

В структуре **железнодорожного транспорта** исследуются данные об железнодорожных путях и железнодорожных станциях избранных для нужд вооруженных сил, мобильных железнодорожных средствах, мостах, тоннелях, возможностях запасных мостовых переходов, данные о человеческих и технических строительных и возобновительных мощностях, ремонтирующих субъектах, данные о возможностях объезда важных городских и промышленных центров.

В структуре **почтовые службы** исследуются прежде всего почтовые курсы следования по дорожной сети, трассы и станции почтовых курсов.

Структуры **телекоммуникационных служб, водного и воздушного транспорта** находятся в стадии разработки.

Структура **финансирования** содержит статьи:

- ◆ План финансовых средств для выполнения специальных задач на следующий год.
- ◆ Требования для рефундации финансовых затрат.
- ◆ Отчеты черпания финансовых средств.
- ◆ Статьи финансируемые из средств особых счетов.

В структуре **подвижного состава и механизационных средств** исследуются собственный подвижной состав и механизационные средства, их регистрация, назначение и использование при чрезвычайных мероприятиях.

В структуре **объектов особого значения и дальнейших объектов особого значения** исследуются избранные объекты важные для обеспечения способности эксплуатации транспортных сетей (тоннели, мосты, трансформаторные подстанции, заправочные станции горячих и т.п.)

ЕДИНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Для автоматизированной обработки антикризисовых планов используется в ведомстве транспорта Словацкой республики „Единая информационная система“. Это комплекс технических и программных средств и методических инструкций изготовленных на основе данных программы АТОН и ее вспомогательных программ АМОН и АМИОН.

Посредством единой информационной системы обрабатываются и оцениваются данные об отдельных субъектах внедренных в антикризисное планирование и средств, которые субъекты планируют использовать для выполнения задач при чрезвычайных мероприятиях и во время решения кризисных положений.

Структура, масштаб, форма отчета данных, содержание информации назначения и периодичность их передачи определена в наборе методических инструкций. Набор методических инструкций издается отдельно для определенных ведомств и по уровню антикризисного планирования.

Использованная литература:

- [1] Общая методика для обработки плана кризиса. Министерство хозяйства СР, Братислава 1999. 17 с.
- [2] ТРПКА, Л.: Единая информационная система хозяйственной мобилизации в ведомстве транспорта. ФШИ ЖУ, Žilina 2001. 42 с.
- [3] ШИПОШ, Й.: Хозяйственная мобилизация и кризисное планирование. Министерство хозяйства СР, Братислава 1999. 85 с.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на ХХІ век”

КРИЗИТЕ И ТЯХНОТО УПРАВЛЕНИЕ

Софрон Софронов*

Министерство на транспорта и съобщенията, София 1000, ул. ”В. Левски” № 9

АНОТАЦИЯ

Редица нерешени проблеми от национален и междудържавен характер пораждаат напрежения, водещи до създаването на конфликтна ситуация. Тази ситуация, ако не бъде овладяна прераства в криза. В съвременните условия управлението на кризите е изкуство.

Ключови думи: криза, конфликт, баланс, интереси, противоречия, стабилност

1. УВОД.

Едно от безспорните достижения на политическата философия на 60-те години на миналия век е осмислянето и създаването на концепцията за управление на кризите, наложена от извода, че криза от каквото и да е естество може да бъде управлявана. На световно равнище осмислянето на проблема за управление на кризите води началото си от анализа на Карибската криза от 1961г. и създадения по късно модел за управление на кризи, в които все по ясно се очертаваше тенденцията, че чрез съпоставяне на сила (основно военна) не може да се диктува разрешаването на сложни международни проблеми. Този извод поставя начало на новото политическо мислене, а именно, че демократичното разрешаване на всички сложни международни и обществени проблеми могат да се постигнат единствено с политически средства.

2. СЪЩНОСТНА КРИЗИТЕ

Многообразието на кризите, на източниците за тяхното пораждаване и генезиса на протичането им не позволява да се даде определен типизиран модел за тяхното разрешаване или възможност за някаква

класификация, тъй като индивидуалността им във всички случаи налага строго определени стратегически и тактически подходи за тяхното разрешаване.

Все още няма точно определение на понятието “криза”, тъй като по същество то е чисто субективно понятие и е по-лесно да се определи липсата на предпоставки за създаване на кризисна обстановка, отколкото при създаването ѝ да се определят точните ѝ параметри. Според някои автори това е състояние, при което не са предприети враждебни действия или ако те са се проявили са своевременно туширани и последвани от мирни споразумения.

По своята същност, кризата е нарушено състояние на баланса на интересите, както и на баланса на противоречията между страни, групировки от хора, групи и личности, при което съществува заплаха за националните интереси и установените норми.

На местно равнище между държавите или между големи групи от хора зараждането на кризисна ситуация най-често носи икономически, идеологически, етнически, екологически или друг характер, но винаги политическите мотиви са основни. На по-ниски нива преобладават икономически,

* Софрон В. Софронов, Министерство на транспорта и съобщенията, София 1000, ул. “В. Левски” № 9

финансови, колективистки, професионални и личностни мотиви, в които не винаги политическият елемент е определящ. Актуално стана схващането, че причина за криза може да бъде и корупцията в ешелоните на властта.

Следователно кризата е такава ситуация на вътрешно, национално или международно ниво, в което съществува заплаха за териториалните, материалните или други ценности, интереси или цели на въвлечените в кризата страни.

От военна гледна точка военнополитическата криза е такова състояние на международните отношения, в които България е страна, при което съществува непосредствена заплаха от употреба на въоръжени сили срещу суверенитета, териториалната цялост и независимостта на държавата.

3.ЕЛЕМЕНТИ НА КРИЗАТА. КОНФЛИКТИ.

За да се управлява кризата, трябва да се познават нейните елементи; характер, фактори на влияние и ескалация.

Първият елемент на кризата е **опасност от криза**. Тя представлява такова състояние на обстановката, когато в относително еднаква степен са налице, както потенциалната вероятност от избухването на определен конфликт, така и вероятността от предотвратяването му.

Потенциалната опасност може да дойде от стремежа на определена страна да реализира агресивни политически цели, съществуващи териториални спорове и претенции, етнически, религиозни, икономически, финансови, личностни и други противоречия, за решаването на което могат да бъдат задействани военни, паравоенни или други силови фактори с определен потенциал.

Вторият елемент на кризата е **заплаха от криза**. Тя представлява такова състояние на обстановката и отношенията между страните в конфликта, при което значително се съкращава възможността за намаляване на противоречията и рязко нараства вероятността от избухването на конфликт, т.е. възможността от избухването на конфликта е нараснала чувствително и е налице ясно очертана потенциално агресивна страна.

Третият елемент е **непосредствената заплаха** и представлява ескалация на заплахата при доминиращата роля на агресивната страна в преследването на поставените си цели. Така се стига до

конфликт като остро стълкновение за разрешаване на определени противоречия.

Кризата може да се разглежда и като един от възможните и постепенно развиващи се степени от даден конфликт и да формира неговия характер.

Определено могат да се очертаят три степени на конфликтите:

- конфликт с ниска интензивност, при който страните в конфликта явно си разменят закани, съществува скрито напрежение и неприязън. Възможно е овладяване на положението, помиряване, разбирателство;

- конфликт със средна интензивност, при който съществува ясно изразено противопоставяне и конфронтация, от време на време се разменят удари. Възможностите за овладяване на положението са намалели. Разбирателството по проблемите е почти невъзможно;

- конфликт с висока интензивност – конфронтацията е в пълна сила, ударите са непрекъснати, липсва каквато и да е възможност за овладяване на положението до изчерпването на един от потенциалите на страните на военен език това е война с явно изразено въоръжено противопоставяне и насилие.

Кризата е не винаги завършващ етап на конфликта и може да има обратим характер. Не всяка криза води до конфликт. Една или друга криза може да бъде преодоляна, докато конфликтът като цяло е в състояние да се запази и придобие **скрита форма**, т.е. съществува противоречие, което остава да тлее и да чака своето време, за да избухне отново.

Кризата е и субективно понятие и зависи от гледната точка. Поради това за една страна може да съществува криза, а за друга да не съществува. Нашата поговорка “Сит на гладен вяра не хваща”, точно определя гледната точка.

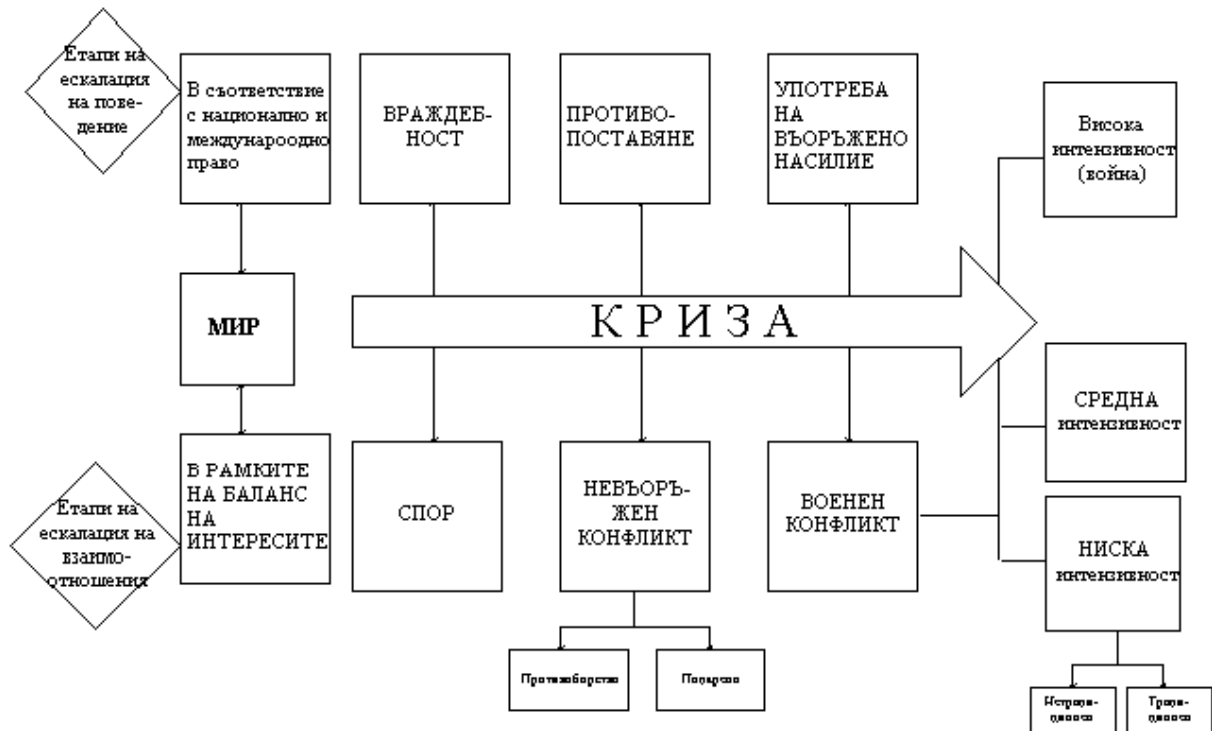
Характерът на кризата се определя от правдоподобността, границите на нейното разширяване и сериозност. Дадена криза се счита за сериозна, когато представлява заплаха за ценности от висок порядък и налага да се вземат спешни мерки, т.е. в този случай тя е от висок разряд. Ако заплахата е малка, независимо от това, че се налага вземането на спешни мерки, кризата се счита, че е от по-нисък разряд. (пример – стачката на локомотивните машинисти).

Комбинацията от тези фактори – мащабност, продължителност и разрядност определят сложността на кризата.

Друг фактор, характеризиращ кризата, е интензивността или нивото на насилие. Колкото по-агресивни са действията, толкова е по-висока интензивността. Тук е

необходимо да се прави разлика между сериозността и интензивността на кризата, защото при определени условия може да е налице висока сериозност и ниска, дори никаква интензивност, т.е. има сериозност, но няма действие.

ЕСКАЛАЦИЯ НА КРИЗА



4. УПРАВЛЕНИЕ НА КРИЗИ.

Управлението на кризите е свързано с провеждане на мероприятия и действия, имащи за цел да поставят кризата под контрола на хората, които чрез своите подходи, намерения и действия да формират бъдещата насока на кризата. Тази дейност се заключава в събиране и анализиране на информация, оценка на обстановката, определяне на целите, разработване на способите за действие, сравнение на планираните варианти за действие, получаване, обработване и анализиране на обратната информация и анализ на решенията на въвлечените в кризата страни.

За точния анализ е необходимо да се познава ескалацията на кризата.

Исходното начало винаги е в баланса на противоречията и баланса на интересите, създаващи нормални взаимоотношения между страните, при което всеки защитава и постига безпрепятствено своите интереси и цели.

Ескалацията започва с нарушаването на съществуващия баланс и се извършва постепенно. Етапите са с условно определени граници, в които се развива кризата до прерастването ѝ в открит конфликт. Те зависят от конкретните показатели и характеризират целите и средствата, използвани от участниците в кризата. Етапите се формират, макар и условно, на базата на ескалация на поведение и ескалация на взаимоотношения.

Първият етап е зараждане на кризата – характеризира се с поведение на враждебност, в резултат на което се поражда спор. Няма заплаха за ценности от висок ранг. Възможно е проява на елементи на насилие. Основните дейности на този етап са рутинно наблюдение на ситуацията, включваща събиране и анализиране на информация и разузнавателни данни и прогнозиране на развитието на създаващата се ситуация. Възможно е вземане на превантивни мерки за намаляване на

противоречията и туширане на конфликта при проявено желание на страните.

Вторият етап е изостряне на кризата - характеризира се с несъгласие и противопоставяне, което означава, че има заплаха за ценности от висок разряд. Страните проявяват подозрителност и неяснота, предизвикващи повишено внимание, тенденции на засилване на противоречията, позиция на сплашване на опонента.

Основните дейности на този етап са свързани с повишаване на вниманието за откриване на огнищата създаващи напрежения, източниците на кризата и разработване на планове за отпор. Събира се информация за изясняване на фактичката обстановка и се определят целите и стратегията на действие.

Третият етап е конфронтация – характеризира се с действия, водещи до повишаване на насилието. На лице е ескалация на конфликт с ниска интензивност. Основната дейност на този етап цели да се постигне съдържане от насилствени действия въпреки, че те стават реалност.

Четвъртият етап е застои на кризата, което не означава, че заплахата е намалела, че кризата е приключила или е благоприятно разрешена.

Пети етап – характеризира се като състояние на стабилност, в което преобладава убедеността, че най-критичните елементи от развитието на кризата са вече минало. Опонентите полагат усилия за стабилно следкризисно състояние, чрез преговори постигат определени договорености.

Шести етап – може да се нарече завършващ и се характеризира с ниска интензивност, често пъти по-ниска от тази на първия етап. Това съвсем не означава, че противоречията между страните са окончателно преодолени или изчезнали. Налага се двете страни да положат още много допълнителни усилия за постигане на желаното равновесие в отношенията и необходимия баланс на противоречията и интересите.

Принципите на управление на кризите се заключават в: ефективност, гъвкавост, непрекъснатост, консенсус и контрол.

Широкият спектър на видовете кризи предполага и широк диапазон на подходите за управление на кризите. В операциите по управлението на кризите се използват различни форми за тяхното предотвратяване: посредничеството; ранното предупреждение;

посредничеството; развърщането на политически и други организационни структури за разрешаване на проблемите, програми за оказване на помощ; определяне на статуса на страните.

Ранното предупреждение е система за разкриване на най-ранните признаци на кризата, което от своя страна значително повишава шанса за нейното предотвратяване. За по-висока ефективност на превантивната работа и вземане на мерки с висока надеждност, оценката на обстановката трябва да бъде пълна и подробна и налага обективен анализ на фактите, постоянно наблюдение и контрол.

Посредничеството най-често се заключава в създаване на организация от близки на страните среди, способстваща за разсейване на омразата, намаляване на напрежението чрез преговори с лидери. Възможно е на посредниците, заинтересованите страни да предоставят помощни елементи, както и да привлекат независими експерти и наблюдатели.

Разработването на ефективни програми за оказване на помощ е другата форма за предотвратяване на кризата. Това се налага поради факта, че всяка криза или конфликт са съпътствани от сложни проблеми. В междудържавен и регионален аспект те са свързани и с бежански потоци. При определени моменти и създадени условия на това ниво може да се стигне и до въвеждане на статут на автономия, което може да се яви като съществена част от една програма. В рамките на програмата би могло да се използват експерти, наблюдатели и друг персонал в т.ч. военен и полицейски контингент като миротворчески сили, който да подкрепя и контролира местните служби или със своето присъствие да предотвратява насилието. Това отрежда нова роля на военните, на хората в униформа - не да водят бойни действия, а да опазват мира.

При решаването на някои от досега възникналите конфликти подобни форми са използвани многократно и света натрупа опит в операциите по опазването на мира.

Анализът на тяхното приложение очерта три типа трудности:

Първата е свързана с превантивната дипломация, на която често се противопоставят и двете враждуващи страни, считащи я за намеса във вътрешните им работи. Тази намеса често пъти усложнява решаването на проблема. Ако местните власти

се окажат податливи, твърде е възможно това да се използва от опозицията. Например, възможно е да се създаде световно обществено мнение, че човешките права в определена страна се нарушават, а самата страна да не споделя подобно мнение. От тук възниква първия проблем, който е свързан с приемането на необходимостта за намеса в конфликта от световните организации за опазване правата на човека и на сигурността. От друга страна – трудно се ангажира световното обществено мнение, когато липсва необходимия интерес. Повече от ясно е, че кризата в Косово бе съчетана с определени интереси. Участващите в конфликта, както и тези, които поемат мисията по неговото уреждане и предотвратяване на ескалацията, обикновено срещат трудности при мотивирането на действията и разходите по тях, поради което често се въвличат определени партии и политически сили при решаването на проблема. А от тук напрежението и съперничеството, подкрепяно от определени интереси са постоянни съпътници на кризата. Когато експертите се разминават в своите анализи това още повече я изостря, създава се допълнително напрежение.

Вторият проблем е свързан с обстоятелствата, при които е възникнал конфликта и с отношенията между страните, участващи в него. Дори, когато е налице политическата воля на страните за неговото разрешаване, трудно може да се оцени характерът на предстоящите трудности и способите за тяхното преодоляване. Ударението в случая следва да се постави на възможните приноси и на двете страни и възприемането на общ подход и обща система на преценки.

Третият проблем е свързан с ръководството и контрола в процеса на управлението на кризата. С това се решава по същество дилемата дали да се ограничи кризата във времето и пространството или чрез превантивни мерки да се преследва някаква по-далечна цел за окончателното туширане на противоречието, пораждащо условията за криза.

През последните години значително се измени подхода на НАТО по управление на кризите. Ако във времето на “студената война”, НАТО поставяше ударението на отбраната и възпирането от агресия като цяло с военни средства, то сега все повече се

търсят политически средства за решаването на кризисните проблеми.

Новата стратегическа концепция на НАТО и възприетите доктринални схващания в нея в Рим – 1991г. показва, че кризите след края на “студената война” значително се различават от тези преди разпадането на Варшавския договор. Внимателният анализ показва, че кризите сега са с намалена глобалност, имат по-малък обхват, но са със значително по-широк спектър от проблеми, по-непредсказуеми и по-скоротечни. Върху техния характер, възникване и развитие оказват влияние множество фактори от исторически, териториално, национално, етническо, социално, религиозно и екологично естество. За управлението на подобни кризи се изисква широко ангажиране на общественото мнение.

От тази гледна точка е безспорно, че кризата в Югославия, а сега и в Македония ще даде нов принос в теорията и практиката по управлението на кризи и конфликти.

Формираният нов подход към разрешаването на възникналите проблеми има ясно очертани три страни:

- първата е свързана с активното използване на политическите и дипломатическите средства за предотвратяване и управление на кризите, чрез създаване на благоприятни възможности за контакти и сътрудничество;

- втората страна е свързана със създаването на гъвкави и мобилни многонационални сили и създаване на определен контингент от сили, който да бъде в състояние да изпълни внезапно възникнали задачи в най-кратки срокове. За евросилите в рамките на ЗЕС се предвижда състав от около 10 000 като сили за бързо реагиране на европейския контингент;

- трета страна е предварителната подготовка и създаване на условия за прилагане на колективни мерки и възможности за управление на операциите и кризите за осигуряване на общата сигурност на континента.

При управлението на кризите би следвало да се преследват няколко цели, по-важни от които са:

- намаляване на напрежението;
- ефективност на управлението, водеща до предотвратяване на конфликта;
- спечелване на време за извършване на определени реформи;

- създаване на определени групировки от сили и привеждането им в готовност за действие;

- договаряне и взаимно сътрудничество на страните за постигане на ефективно споразумение и др.

Като структура в управлението на кризите се открояват следните три елемента:

- материална основа със съответен персонал;

- дейност по набиране, обработка и анализ на информацията;

- прилагане на мерки за предотвратяване или за отпор на кризата.

Материалната основа е свързана със създаването и изграждането на единен ситуационен център, за ведомството той е ВСУ. В него се приема, съхранява, обработва, обменя и разпределя политическата, икономическата, разузнавателната, оперативно-техническата и др. информация, касаеща процеса по управление на кризите.

Дейността по оценката на обстановката и определянето на границите, нивото и др. параметри на кризисната ситуация изисква да се направи анализ на протичащите процеси и на базата на анализа да се подготви, предложи и вземе обективно решение. За своевременното реагиране на всяка конкретна ситуация е необходимо предварително да се разработят широк кръг от мерки за действие,

които да позволяват изборът на най-подходящия вариант при вземане на решение.

Ефективността на този процес се постига чрез многократно проиграване (протрениране) на дейността по вземане на решения и тяхното изпълнение чрез провеждане на учения и тренировки по управление на кризите, отработвани при една условна изходна обстановка.

5.ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Направеният анализ на същността на кризите и тяхното управление налага извода, че борбата с кризата трябва да започва на възможно най-ранен етап, да се използват и усвояват разнообразни и ефективни форми и методи за управление, както и гъвкавото им подмяне в процеса на управлението с оглед на резките и динамични промени на обстановката. За да се реагира своевременно на широкия спектър и динамичният характер на кризите е наложително използването на всички възможности на съвременните електронно-информационни средства, както и предварително разработени и проиграни модели и програми за тяхното управление.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рачев В. Управление на кризи и конфликти, лекция ВА "Г.С.Раковски" 1995 г.

[2] Софронов С. Войникът и войната в съвременния свят, Сборник трудове на ВА "Г.С. Раковски" т.2, 1996 г.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

THE SOLVING CRISIS SITUATIONS IN TRANSPORT

LADISLAV ŠIMÁK - ZDENĚK DVOŘÁK *

Faculty of Special Engineering University of Žilina, 1. Maja 32, Žilina, Slovakia,
simak@fsi.utc.sk, dvorak@fsi.utc.sk

ABSTRACT

Crisis and crisis situations are occurred continuously in nature and also in society. Crisis situation in transport. Transport accidents. Transporting of dangerous loads and their accidents. Crisis management in transport. Economical solving of transformation process in large transport firms.

KEY WORDS

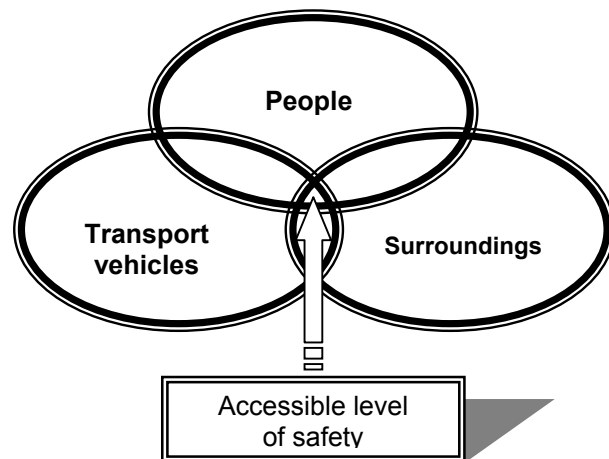
Crises situation, transportation in crises situation, dangerous loads.

INTRODUCTION

The ending of 20-th century is connected with the whole series of crises events, which have influence for developing of humanity. During the analyses crises has the main consequence not only the stay, but dynamics of crises. The negative outcome of crises situation is possible to see also in transport. Since a small accidents with material damages, through accidents with maihematus to catastrophic transport accidents with tens deaths. The worst are large nature crises situation, which bring destroying of transport continuity and transport process. Security of transport is defined by three basic factors listed on the picture No. 1.

The quality of preparing workers in transportation is needed to increase. The quality of transport vehicles is based on state legislative norms and quality of surroundings which is based on transport infrastructure and guard or communication technology.

Contradictions in the nature, technology and society, but also the nature



Picture No.1

and economy are the sources of crisis, which are more or less negative reflecting the evolution of mankind.

If the society wants to face it effective, she needs to make rules, set of laws, orders, obligations and directions, by which every individual has to be managed and submitted. In a critical position are staying the methods and procedures, which fix the general rules. It's directly connected with total directions of society, but a man, who's affected by proper

Prof. Ing. Ladislav Šimák, PhD., Dean, Faculty of Special Engineering, University of Žilina, 1.Mája 32, 01117 Žilina, Slovak Republic,

*** Ass.Prof. Ing. Zdeněk Dvořák, PhD., Teacher in Departement of Reconstruction Railways , Faculty of Special Engineering, University of Žilina,**

thought streams, makes it, ideas, political and social dispositions and here could be the potential source of crisis.

The methodical instructions for processing of crisis plans, issued by the ministry of economy in Slovak Republic in 1993, they have defined the crisis situation as a state which can by its character and range serious break or change economical or social being of state, casually territorial integrity. It's interesting that at present the most critical situations are involved in industrial crashes, extensive fires and explosions, ecological catastrophes, but also terrorism, organised crime and big accidents at transport. In the social sphere it could be unassumed saving measures in the social politics.

1. SOLUTION OF CRISIS SITUATIONS IN OTHER COUNTRIES

At the "Green book" of the European Union (next EU) concerned in transport is stated the most serious problems of the present transport are:

- transport accidents,
- overcharge and narrow places in the transport networks,
- pollution of the environment,
- noise.

A big problem in transport is a great discordance among payments for using the transport infrastructure and expensive of society for the providing of transport system service ability.

Mentioned problem is not solved singular in states of EU and especially in the states, which are prepared to get into EU.

The one of principles recommended by "Green book" is reimburse of expensive for transport infrastructure by users of transport, if the transport nets aren't built from another, for example political or defensive reasons.

We are choosing the engagement between politic decisions in our conditions, and separating volume of financial sources for infrastructure building and direct overcharge of transport users by these expensive.

Besides unsuited infrastructure is another serious problem at transport accidents, in the connection with two factors - harmful emissions and noise, which together are endangering the man's life space. The statistics are saying that average amount of killed persons on milliard kilometres is:

- 13 on roads,
- 2 on railways,
- 0,5 waterways and airlines.

Within the EU are yearly dying about 500.000 people by transport accidents and this information is really for thinking. It's necessary to mention, that material damages by the accidents are almost astronomical.

2. SOLUTION OF CRISIS SITUATIONS IN SLOVAK TRANSPORT

In conditions of Slovak Republic is in one year dying about 600 people on roads, till 3.000 heavy and 9.000 lightly injured. Material damages presents sum of 1.855.4 million Slovak crowns, while the transport accidentality has increasing tendency for a few years. View of road accidents in Slovak Republic for five years is at tab. number 1.

Road accidents in Slovak Republic			
	1992	1995	1999
Accidents	42557	60538	55685
Fataly injured	599	592	647
Severly injured	2179	2293	2929
Slightly injured	6025	5826	5935
Only material losses	33754	51827	62929

Table 1 View of road accidents in Slovak Republic [3]

We can affirm that critical situations in transport, including transport accidents is not caused by chance, but always with its reasons. It is result of the causality for being, causality of existence. We can't understand the critical situations as something uniformed, border occurrence but as a part of uninterupting always existing process. It's necessary to see it in context of wider temporal part.

Analysis of long-lasting processes enables gets the real conceptions and development trends.

Crisis situations and accidents in transport challenge to the activity. It possible to obstruct a lot of then by a positive thinking, or restrict negative results of proper activity and by a prepared organisation precantivas, powers and conditions for minimise of negative results of crisis.

Decreasing of the transport accidentinlity and indirectly expensive for transport demands to make a lot of precautions with character like this:

- restricting with accent on speed, intensity decreasing and change of the transport character at the dirigism by it's aiming,
- improving the quality of technical level in means of transport and the security of technology in transport processes,
- increasing the transport infrastructure parameters,
- improving the managing and information system in transport,
- create the emergency services and conditions for rescuing and eliminating works by the traffic accidents.

In spite of fact that we can add a different standard of importance to lach precaution, the decreasing of accidents could have different influence in different situations and in connection with the enter conditions, any of mentioned precautions should be left out. Also the quantity of expensive used to adapt into practice and their activity is different.

From the introducing notices is evident, that the crisis situations and accidents will accompany us continually, independently of our will and society can only restrict their quantity and decrease the negative results by mentioned precautions.

3. MANAGEMENT FOR SOLUTION CRISIS SITUATIONS

We can't react on arising crisis situations by chance and without preparation. In world is declared using of the particular management, which is often marks as a crisis management. In developed countries is mentioned term used by the eliminating of

the production company's crisis, what can be caused by the market destruction, raw material crisis, legislation restrictions,... Crisis management is referring to the company economy, commercial politics, public management and local economy, creation of strategic, material and financial reserves, reliability and vulnerability of information system, financial risk cover and other questions.

Effective activity of crisis management has to be supported:

- by existing of universal readjustment of legislation,
- quality personal security,
- developed and vertically connected structure of management,
- effective technical means and equipment's,
- sufficient financial cover,
- understanding and individual interest of top management.

Crisis management has to appeared as a sphere of decisive prevent and preparing programs, operative decisions and activities, professional reliability for appropriate sector and simultaneously effective purposive renovation. The task of crisis managers is to prompt, quickly, successfully change the "real" threat on "possible" endanger. In case of crisis appearing the crisis management has to minimalism the human and material losses. The real top crisis manager has to be able to manage the crisis as a mean causing the most awaiting change and in extreme case the implement of speed up development.

The biggest problem connected by the crisis and accidents in transport are accidents by carrying danger loads, linked with producing of harmful emissions.

Wherever in SR can create unexpected situation and the solution demands assembling of extraordinary regime and specialised powers and means setting.

Serious problem connected with a crisis situations evoked as a result of accidents (crashes) by a danger loads transport is their variety. At a present about 1.200 these material in registered. Situation is complicated by fact, that every mean of transport has the rules of its own about the

organisation of danger loads transport, including their marking. The United Nations is setting the system into the danger loads marking. Accidents of this type were in our country at the beginning of 90. years minimally medialised, or direct concealed. From dates of program "Thesesus" in Germany is evident that there's about 1.000 accidents cisterns transporting danger loads, while around hundred persons in injured and approximate 60 of these accidents has permanent and negative consequences on environment.

Effective damages and losses preventing with state-wide activity with necessary personal and technical providing, prepared to eliminate the results of accidents and able to do primary rescuing works in infested environment:

- creating of great organisation for state-wide radius with full personal and technical security, preparing for liquidation after-effects at accidents and to be able perform first rescue works in contaminate environment
- building of singular state-wide information net with ability to have permanent access into databank on dangerous loads,
- quality of personal security.

The mentioned facts and experiences obtained in Scandinavian countries led at the beginning of 90. To the creation of comprehensive rescuing system in last Czechoslovakia. The proposal of its creation wasn't discussed till year 1992 in Parliament of Czechoslovakia, but after rise of independent Slovak Republic these question gets into background. In this time proposal of law about creation of Integral rescuing system had to be legislatively prepared .

4. SOLUTION OF CRISIS SITUATIONS TODAY AND TOMORROW

The law proposal was prepared by Office of civil protection, Section of public management of the Ministry of Security Slovak Republic. It comes from the similar systems long-lasting used in developed western states, but also from the unrealised proposal from the making of comprehensive

so rescuing system in Czechoslovakia, with regards to the new information and different of Czechoslovakia, with regards to the new information and different of Czechoslovakia.

The creation of mentioned system is requiring a long-lasting legislation process, which won't end by acceptance of lave about making integral rescuing system. This should start the long way of legislation, organisation and personal creation of system and respectation by exerted rules of resorts.

In the new system professional and voluntary interest organisations should find its place, like fireman, civil protection, rescuing system SLOVAKIA, the fire protection of railways, ecological and accidentally units of Railway corps of Ministry of transport, post and telecommunications of Slovak Republic, health service, police corps and in some cases Army of SR.

When we evaluate the present state and possibilities of solving the crisis situations and accidents in transport, we think, that best prepared for the removing of results is Railways of Slovak Republic. In it's organisation structure there are formations of fire service accidents helping conditions and another, which can together with Railways corps in short time and effectively operate and make primary rescuing and eliminating works. In this case the integral rescuing system could improve the quality and standard of prevents and rescuing works, it can save lives and material values.

References

1. **Pavlíček,F.:** **Mimořádné události v dopravě**, Zborník z 2. konferencie s medzinárodnou účasťou " Riadenie v krízových situáciách", Vojenská fakulta ŽU, Žilina, 1997
2. **Šimák,L.:** **Možný postup systematického zavádzania krízového manažmentu do praxe**, Zborník z 2. konferencie s medzinárodnou účasťou " Riadenie v krízových situáciách", Vojenská fakulta ŽU, Žilina, 1997
3. **Štatistické ročenka SR 2000**, Štatistický úrad SR, VEDA vydavateľstvo SAV, Bratislava, 2000



“TEMPT 2001–Транспортът на XXI век”

УЧАСТИЕТО НА ТРУДОВИТЕ ВОЙСКИ В ИЗГРАЖДАНЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА В БЪЛГАРИЯ

Анна Джалева-Чонкова¹

ВТУ “Тодор Каблешков” ул. “Гео Милев” 158, София, България

Abstract: *The paper examines the role of the Labour Troops in building up the railway lines in Bulgaria. The statistics shows that until the end of 1940s their task both in its volume and importance occupied the second position among the other activities of that specific, unique organization. Then the Railway Troops and a number of civil building companies took up building new lines as well as repairing and modernization the existing ones.*

Ключови думи: Labour Troops, railways building.

ВЪВЕДЕНИЕ

В условията на следвоенната криза България е изправена пред значими проблеми в стопанската сфера. Един от тях е, че поради недостатъчните средства в бюджета и невъзможността да се вземат външни заеми спира изграждането на всякакви обществени обекти. От друга страна, младежите в наборна възраст не могат да преминават военно обучение, тъй като българската армия е редуцирана до минимум съгласно Ньойския мирен договор. Тези обективно възникнали затруднения намират сполучливо решение чрез Закона за трудовата повинност от 1920 г. Това е една оригинална по своя характер структура, която доказва своите възможности и предимства независимо от противодействието на страните от Съглашението, които обвиняват правителството в нарушаване на Мирния договор и на международната Конвенция

против прилагането на принудителен труд. Отчетите на Трудовата повинност (ТП) показват нейния безспорен принос за възстановяване на страната след Първата световна война и нейния напредък в следващите периоди, в това число и в железопътното строителство.

ИЗГРАЖДАНЕТО НА ЖЕЛЕЗНИЦИ - ОСНОВНА ДЕЙНОСТ НА ТП

Още след създаването си Трудовите войски се заемат със задачи от приоритетните направления на ф строителството: направата на шосета, завършването на започнати железопътни отсечки и изграждането на нови, както изискват законите за разширяване на железопътната мрежа в България. От 1920 до 1930 г. в железопътното строителство са ангажирани 30 на сто от контингента им, а стойността на извършените работи възлиза на 180 милиона лева. По този начин е

¹ Анна Джалева-Чонкова, гл. ас. д-р, ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” 158, гр. София.

решен въпросът за труда, което значително облекчава финансирането на тази дейност. Това е коренно различен начин на изграждане на нови железопътни линии, за което до войните са използвани средства предимно от външни заеми, а строителството се е извършвало на принципа на търговете и предприемачеството. Ограниченията, наложени от Ньойския мирен договор, довеждат до разформироването и на Железопътните войски, които по време на войните извършват значителни възстановителни и строителни работи по железопътната мрежа в страната и извън нея.

Участието на формирования от Трудовата повинност в изграждането на железопътни линии и съоръжения е най-интензивно до началото на 30-те години. Това е периодът на стопански подем, подпомогнат и от осигурената със Стабилизационния заем (1928 г.) финансова подкрепа. След това темповете на железопътно строителство спадат както заради неблагоприятните последици от Световната икономическа криза, така и поради появата на силен конкурент на железниците в лицето на автомобилния транспорт.

В равностметката, направена за петнадесетгодишното съществуване на Трудовата повинност, се включват 118 км напълно завършени и 313 км поправени и разширени железопътни линии, 380 км землени работи по железниците и близо 800 000 кв.м рампи. Зад тези цифри стоят реални обекти с голяма значимост за БДЖ: линиите Дъбово – Сливен, Левски – Ловеч, Александрово – Видин, Бяла Слатина – Оряхово, нормализирането на линията Ямбол – Елхово, Раковски – Хасково, Пловдив Карлово, Пловдив – Панагюрище, Пазарджик – Варвара – Чепино (Велинград), Варвара – Саранбей (Септември) и др. Прави впечатление, че по-голямата част от тези железопътни трасета минават през трудни планински терени, но това не се оказва пречка да бъдат постигнати добри резултати. Те се

дължат до голяма степен на компетентната помощ, която трудовите подразделения получават както от главната, така и от местните железопътни администрации. От голямо значение се оказва фактът, че във Висшия трудов съвет, който е координатор между ТП и държавните институции – “потребители” на нейната работна сила, Министерството на железниците и пощите се представлява от инж. Вл. Каракашев – водещ специалист във ведомството, заемал редица ръководни длъжности в Главната дирекция на железниците и пристанищата в България.

През втората половина на 30-те години трудовите дружини отделят 1000 души за работа по линията Карлово – Казанлък, 1 700 души – по линията Карнобат – Шумен, 700 – по линията Якоруда – Неврокоп. Най-забележителният успех е завършването на 100-километровата теснопътна линия Септември – Белица, строена 18 години. По протежението ѝ има 34 тунела и се намира най-високата гара на Балканите – Аврамови колиби (сега Аврамово). Тържественото откриване на 1 август 1939 г. се превръща в незабравим празник за местното население, което на гара Белица сърдечно посреща цар Борис III като машинист на първата влакова композиция.

Предвоенната 1940 година е свързана с окончателната промяна в статута на Трудовата повинност, започнала след Солунското споразумение от 1938 г., което фактически отменя ограниченията на Ньойския мирен договор. Процесът на постепенно военизиране на структурите на ТП завършва с приемането на Закона за военните сили на Царство България от 13 юни 1940 г., с който тя влиза в състава на действащата армия като отделен род войски. Наред с новите си функции, Трудовите войски продължават работата си по започнатите железопътни трасета, като за линията Шумен – Карнобат са мобилизирани две нови дружини. Строят се нови обекти на гарите Казичене, Саранци, Асеновград, Нова Загора, Карнобат, Бургас и други места.

Табл.1

Отчет за дейността на трудовата повинност от 1921 до 1931 г.

Финансови години	Брой на заетите	% от общия състав	Нови ж. п. линии				Ремонтна дейност	
			Землени работи км	Поза (км)	Теснопътни линии	Рампи (бр.)	Разшир. и ремонт.	Теснопътни линии
1921/22	2620	22,50	-	-	-	-	-	-
1922/23	6638	23,80	-	-	-	-	-	-
1923/24	5570	18,60	211		-	175	82	-
1924/25	5400	33,60	85	14	6	187	90	-
1925/26	5200	32,60	84	51	14	103	1	-
1926/27	4500	32,60	47	22	18	130	9	-
1927/28	3800	31,00	45	11	-	28	-	18
1928/29	2400	23,60	21	2	3	47	-	18
1929/30	1100	14,80	12	7	-	1	-	-
1930/31	1000	5,60	12	-	-	16	-	3
Всичко:			547	107	42	687	183	39

ТП И ЖЕЛЕЗНИЦИТЕ ПРЕЗ И СЛЕД ВТОРАТА СВЕТОВНА ВОЙНА

Присъединяването на България във Втората световна война поставя като приоритет пред Трудовите войски изграждането на стратегически обекти, в това число железопътни линии и други съоръжения. Редица от обектите са в “новоприсъединените” територии, поради което настъпват структурни промени в поделенията и тяхното дислоциране. Създава се Скопска трудова област и трудови отряди в Беломорието.

Почти всички линии, на които работят Трудовите войски, са част от изпълнението на плана за свързването на железниците от “новоприсъединените” територии с тези в “старите предели” на страната. През 1942-1944 г. трудовите дружини работят на жп линии Кочани – Царево село и Куманово - Гюешево (днес в Република Македония), Момчилград – Гюмюрджина) и Крупник - Демирхисар (днес в Гърция). Строи се удвоената линия София – Перник през Волюяк и Околовръстната линия на столицата, възстановява се линията Килиндир – Поликастрон, свързваща линиите за Солун, идващи от Одрин и от Митровица (днес в Гърция), разширяват се гарите между Скопие и Гевгели (днес в Република Македония). Същевременно подразделенията в Беломорието и Вардарска Македония, които действуват по заповед на командванията на групите

армии “Е” “F”, получават разнообразни задачи за укрепване на съществуващите и строителство на нови съоръжения срещу евентуален англо-американски десант на Балканите. При необходимост трудовите отряди участвуват в товарно-разтоварните работи по гарите и възстановяване на железопътни отсечки. През 1943 г. им е възложено възстановяването на железопътната линия Килиндир – Карасули (днес в Гърция). Следва да се отбележи, че вземането на решения, свързани със строителство и ремонти на железопътни трасета и съоръжения, става след съглаване с техническите лица, назначени от различни ведомства към Трудовите войски, в това число и от Пинистерството на железниците, пощите и телеграфите.

Извършената през септември 1944 г. правителствена промяна довежда до коренни преобразования във всички сфери на обществения живот. След участието си в първата фаза на Отечествената война Трудовите войски се връщат към обичайните си задачи. Работният сезон през 1945 г. включва като важен обект продължаване на работите по линията Крупник – Кулата, а през 1946 г. – железопътните линии Перник - Волюяк, Самуил – Силистра, София – Макоцево, Дупница – Бобов дол, като в експлоатация са предадени 47 км железопътни линии.

Успешно са изпълнени задачите от Двегодишният народно-стопански план – ускоряване на строителството на

Подбалканската линия и линията Перник – Волуяк и завършването на линията през Кресненското дефиле, както и планът за първата петилетка. През периода 1948-1953 г. най-големите постижения са пробиването на тунела “Козница” – най-дългият на Балканския полуостров (5 801 м) – и построяването на Дунав мост. Това са и последните големи обекти на Трудовите войски в железопътното строителство, което се поема изцяло от Бригадата за железопътно и свързочно строителство, прераснала през 1975 г. във Войски на Министерството на транспорта, както и от няколко други организации, специализирани в транспортното строителство

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проследяването на дейността на Трудовата повинност (Трудовите войски) в изграждането на железопътни линии и съоръжения в България показва, че в периода до, по време и в първите години

след Втората световна война те извършват значителна строителна дейност. Без тяхното участие не би могло да се осъществи оформянето на железопътната мрежа в страната, което в общи линии завършва през 40-те години на миналия век.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] История на железниците в България, С., 1997, с. 72-73.
- [2] Кратка история на Строителните войски в България 1920-2000, С., 2000, с. 11, 34, 38-39, 43-44, 62, 70-71, 89, 91-92, 96, 101-102, 113, 364, 367.
- [3] Списание на държавните железници и пристанища в България, 1928-1944 г.
- [4] Стопанска мисъл, 1931-1933 г.
- [5] Централен исторически архив, ф. 157, оп.1.



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

СИСТЕМА ЗА РЕГИСТРИРАНЕ, ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ

ИВАН ДИМИТРОВ ДИМИТРОВ

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ-БАН, София-1000, ул. "Московска" 6,
Република България, e-mail: Idimitrov@space.bas.bg

Разгледана е възможността за създаване на система за регистриране, изследване и анализ на техническото състояние на летателните апарати (ЛА) при тяхната експлоатация. Представени са основните средства за регистриране, изследване и анализ на възникналите неизправности при експлоатацията на ЛА, и очакваните резултати от прилагането на системата.

Ключови думи: Летателни апарати, техническо състояние, информационна система, релационна база данни, регистрация

При експлоатацията на ЛА е необходимо регистрация на възникналите събития-неизправности, техния анализ и изследване [1]. Възникналите събития могат да бъдат регистрирани в релационна база данни [2]. Тя позволява бързо въвеждане на данните, експресен анализ по заявка на потребителя и генериране на отчети.

Към системата са предявени следните изисквания (Фиг.1):

- Въвеждане на възникналите събития;
- Въвеждане на номенклатури;
- Изпълнение на заявки-запитвания на потребителя;
- Сервизни функции.

Въвежданите събития в системата ще имат следната структура (Фиг.2):

- Данни за събитието;
- Данни за ЛА;
- Данни за системата на ЛА;
- Данни за агрегата;
- Механик, обслужвал ЛА, системата и агрегата;
- Организация, ремонтирала ЛА, системата, агрегата;

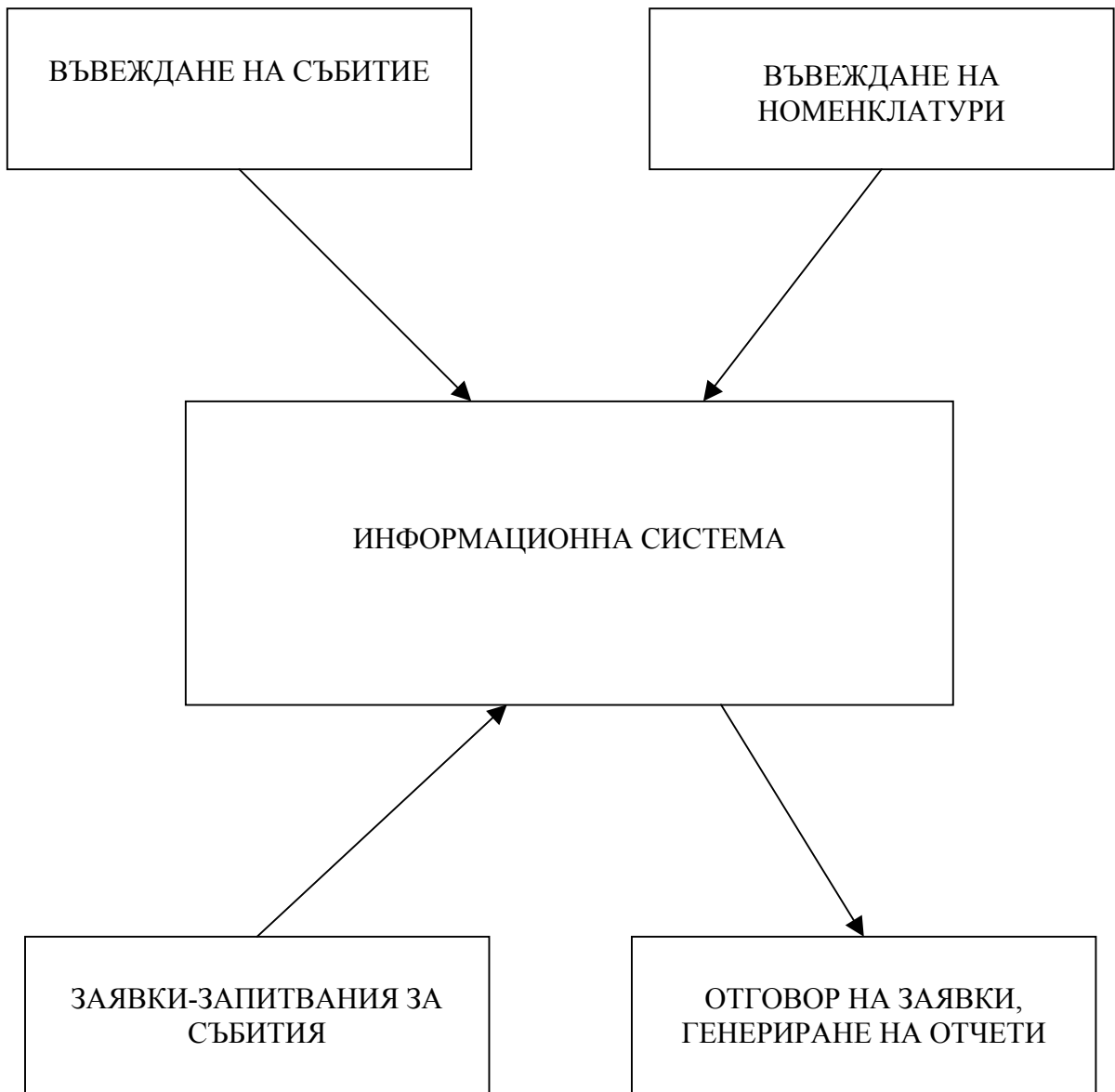
- Лице, регистрирало събитието;
- Оператор, въвел събитието.

Системата ще позволява самостоятелно, вън от възникналите събития, да се въвеждат номенклатури, необходими за работата и. Ще бъде възможно да се обработват и изпълняват заявки-запитвания за вече възникнали и въведени събития и други данни.

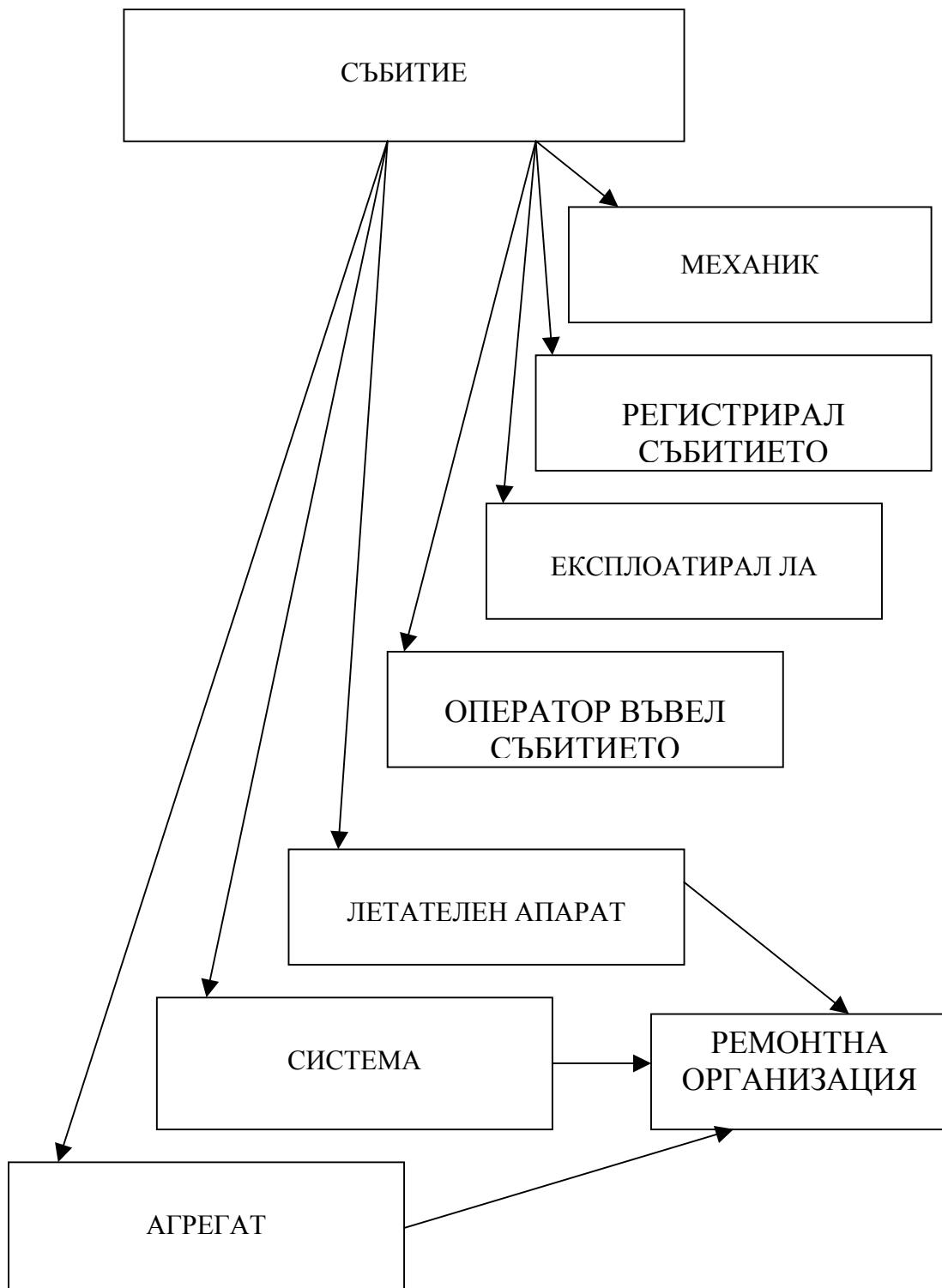
Ще се генерират отчети по желание на потребителя.

За да се създаде релационна база данни и оценъчно ядро за регистриране, изследване и анализ на неизправностите, отказите и техническото състояние на летателните апарати ЛА при експлоатацията им е необходимо:

1. Създаване на релационна база данни за регистриране на техническото състояние при експлоатация на ЛА.
2. Класификация на регистрираните събития:
 - вид на събитието (пълен, частичен или параметричен отказ);
 - място на събитието (географско, полет, излитане, кацане, обслужване и др.);



Фиг.1



Фиг.2

- местонахождение на отказа (система, агрегат, вид оборудване, групи и др.);
- вид на ЛА (модел, модификация, номер на машината);
- сезон на годишна експлоатация;
- дата на събитието;
- дата на производство на ЛА;
- дата на производство на системата и агрегата;
- дата на ремонт на ЛА, системата и агрегата;
- дата на удължаване на живота на ЛА, системата и агрегата;
- дата на снемане от експлоатация;
- наработка в летателни часове, кацане, излитане, цикли и др.;
- наработка от началото на експлоатацията;
- наработка от основно-възстановителен ремонт;
- наработка от регламентиран преглед;
- вид на извършеното обслужване;
- честота на обслужването;
- дата на последното обслужване;
- номер на ЛА, системата и агрегата;
- място на производство или ремонта;
- причини за отказа-неизправността;
- последици;
- мерки и предложения за предотвратяване на дефекта;
- начини за отстраняване на дефекта;
- уникален номер на събитието;
- пълно текстово описание на събитието;
- оператори експлоатирали ЛА или системата;

- техник поддържал ЛА или системата;
- съставил протокола за отказа или неизправността;

3. Създаване на статистически отчети за възникналите откази или неизправности.

- отчети с фиксирани структури;
- отчети с избрана структура от потребителя.

4. Прогнозиране на бъдещи неизправности или откази по избрана методика.

ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Предложената система дава възможност за:

- систематизирано регистриране на отказите на ЛА;
- създаване на типови (предварително дефинирани) отчети за възникналите откази и неизправности;
- създаване на отчети по желание на потребителя;
- анализ на възникналите откази и неизправности;
- следене на текущото техническо състояние на ЛА;
- прогнозиране на техническото състояние на ЛА.

Литература:

1. Димитров И.Д. Отчет по тема Б-26/89, 1989, Институт по оптика, София
2. Martin J., Computer data-base organization, 1978, Prentice Hall Inc., New Jersey



“ТЕМРТ 2001–Транспортът на XXI век”

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ НА НАЦИОНАЛНА КОМПАНИЯ “БЪЛГАРСКИ ДЪРЖАВНИ ЖЕЛЕЗНИЦИ” В ПАЗАРНИ УСЛОВИЯ

Веска Трифонова,¹
Петко Петков,²
Тинка Рангелова,³
Даря Манева,⁴

НИТИЖТ, София, кв.Илиянци

АНОТАЦИЯ

Докладът коментира ценообразуването като един от начините за увеличаване на конкурентоспособността на НК“БДЖ” в пазарни условия. Маркетинг база данни за конкуренцията, предимно за автомобилния транспорт, е изградена за идентифициране на конкурентите на железопътната компания, вида на предлаганите логистични услуги и нивото на цените за товарни превози. Системата Маркетинг база данни за конкуренцията дава възможност за разработване на алтернативни ценови решения за железопътни превози съобразно вида на товара, клиента и пазарната стратегия на НК“БДЖ” на обслужвания сектор от транспортния пазар.

Ключови думи: транспорт, логистика, маркетинг, база данни, конкуренция, конкурентоспособност, ценообразуване.

Конкурентоспособност на отрасъл “транспорт”

Актуалната ситуация в страната и постепенното установяване на новия икономически порядък промениха поведението на икономическите субекти.

Изследването на пазара и конкуренцията се превърна в изключително важен въпрос.

Новите условия налагат своевременно вземане на самостоятелни решения в условия на неопределеност и в зависимост от много фактори – икономически, социални, нормативни и др., с цел изработване на фирмена политика, която да съответствува на динамично

¹ Веска Трифонова, н.с. инж.-НИТИЖТ

² Петко Петков, н.с.инж.- НИТИЖТ

³ Тинка Рангелова, н.с. инж.- НИТИЖТ

⁴ Даря Манева н.с. инж.- НИТИЖТ

променящите се пазарни условия и на действията на конкурентите. Адекватното поведение на фирмата спрямо конкурентите е главно условие за нейното оцеляване.

Конкуренцията е реалност за българската икономика и всеки предприемач изпитва силното ѝ влияние. Налице е една постоянна тенденция към засилване на конкурентната борба както на вътрешния, така и на външните пазари, където българските фирми се стремят да се наложат със своята продукция.

Конкурентоспособността на транспорта намира израз в съотношението между цените и качествата на превозите осъществени от различните транспортни фирми.

Конкурентоспособността представлява относителна оценка на преимуществата на фирмата, на транспортните услуги, които ѝ позволяват с най-голяма ефективност да удовлетвори потребностите на определен кръг клиенти.

Основна роля за конкурентоспособността на транспорта като отрасъл играят благоприятните факторни условия. Това е географското положение на страната – кръстопът между Европа, Средния Изток и Азия. През България минават пет от десетте общоевропейски транспортни коридори:

- Дрезден – Истанбул (шосеен, железопътен – коридор IV);
- Рейн – Майн – Дунав (речен – коридор VII);
- Дурас – Бургас – Варна (шосеен, железопътен – коридор VIII);
- Хелзинки – Александруполис (шосе, железопътен – коридор IX);
- Залцбург – Солун, основен коридор с разклонение: Ниш – София (Димитровград – Истанбул през коридор IV) – шосеен, железопътен – коридор X.

Участието на транспорта на международния транспортен пазар се характеризира с добри традиции в сферата на автомобилните превози. По експертна оценка¹ 30 – 40% от автотранспортните услуги (измервани в тонкм) са насочени към международния пазар и 50 – 60% – към вътрешния. Вътрешното търсене не е особено взискателно поради което в

конкурентната борба определящо място има цената, а не качеството на услугата. Въпреки това, силната вътрешна конкуренция стимулира фирмите да предлагат нови продукти и да усъвършенстват пазарните си стратегии. В сектора на автомобилния транспорт, който е почти изцяло монополизиран и приватизиран, се развиват отношения на остра конкурентна борба, водеща до понижаване на цените, повишаване на качеството на услугите и по-голямо предлагане на международни превози за сметка на вътрешни такива.

На националния транспортен пазар конкуренцията протича в няколко направления: между различните видове транспорт, между превозвачите от един и същи вид транспорт, между българските и чуждестранните превозвачи. Конкурентоспособността на НК “БДЖ” и другите видове транспорт се определя от специфичните им технико-икономически особености².

В Европейския съюз за периода 1970 – 1995 г пазарния дял на железопътния транспорт намаля от 32% на 15%, докато пазарния дял на автомобилния транспорт се увеличи от 48% на 73%. Специалистите считат, че ако тази тенденция се запази, то през следващите 10 години пазарния дял на железопътния транспорт ще се сведе до не повече от 9%.

Подобна тенденция се очертава и у нас. Автомобилният транспорт непрекъснато увеличава участието си на транспортния пазар както във вътрешно, така и в международно съобщение. Той е предпочитан поради предимствата, които предлага:

- Висока маневреност и подвижност;
- Минимален срок за доставка на товара;
- Разходите за начални и крайни операции за превоз на товари са значително по-малки в сравнение с железопътния и водния транспорт;
- Изключително удобен за дребнопартидни и бързоразвалящи се товари;
- Възможност да превозва товарите от склада на изпращача до склада на получателя;

- Не изисква големи капитални вложения и сравнително бързо и лесно се организира.

Автомобилният транспорт поддържа високо равнище на такива показатели за качеството като запазването на потребителната стойност на превозваните стоки и редовност на превозите, което има голямо значение за по-голямата конкурентоспособност в транспорта.

Водният транспорт (морският и речният) извършва превози с кораби, които многократно превишават товароспособността на превозните средства в железопътния и автомобилния транспорт. В резултат на това себестойността на превозите във водния в сравнение с железопътния, автомобилния и въздушния транспорт е по-ниска. Това прави водния транспорт силно конкурентен при превозите на евтини стоки, каквито са суровините и продуктите с ниска степен на преработка, върху чиято цена в мястото на потреблението е сравнително силно влиянието на транспортната съставляваща.

Съществени недостатъци на водният транспорт, които действат в посока на намаляване на конкурентоспособността му, са:

- ниската скорост на доставка на товарите;
- големият размер на разходите за начално-крайни операции (товарно-разтоварни, складови и др.);
- сезонни фактори: замръзване на водните пътища и басейни през зимата, падане нивото на речните води през лятото и др.

Независимо от изброените недостатъци водният транспорт успешно конкурира железопътния транспорт при превози на суровини. Този сегмент от транспортния пазар (суровините) е приоритет и на железопътния транспорт, който също така е по-конкурентоспособен от автомобилния в сухопътния транспорт.

Водният транспорт обслужва външнотърговския стокообмен на страната по вноса, износа и транзита на товарните превози. Морските пристанища имат голямо значение за националното ни стопанство защото извършват превози между чужди пристанища, с което се

увеличават валутните приходи и се подобрява платежния баланс на страната.

Около 80 - 85% от вноса и 70% от износа се реализира с воден транспорт (по данни на НСИ - Таблици №№ 1. и 2.).

Таблица 1

Износ и внос по видове транспорт в хил.т

Направление	износ		внос	
	1998	1999	1998	1999
морски тр.	6901	6635	11173	10285
речен тр.	357	235	2472	1243
ж.п.транспорт	999	975	688	626
автомобилен тр.	1900	2250	1401	1525
въздушен тр.	5	4	6	14
обща сума	10162	10099	15740	13693

Източник: Външна търговия на РБ 2000

Таблица 2

Износ и внос по видове транспорт в %

Направление	износ		внос	
	1998	1999	1998	1999
морски тр.	67,91	65,70	70,98	75,11
речен тр.	3,51	2,33	15,71	9,08
ж.п.транспорт	9,83	9,65	4,37	4,57
автомобилен тр.	18,70	22,28	8,90	11,14
въздушен тр.	0,05	0,04	0,04	0,10
обща сума	100,00	100,00	100,00	100,00

Източник: Външна търговия на РБ 2000

Основните преимущества на въздушния транспорт като висока скорост на доставка и възможност за организиране на редовни връзки между всички райони на страната и света го правят незаменим при транспортирането на бързоразвалящи се товари и товари, които изискват бърза доставка. Високите разходи за товарните превози с този вид транспорт, сравнително ниския капацитет и зависимостта от метеорологичните условия практически намаляват неговата конкурентоспособност

в сегментите от транспортния пазар, обслужвани от железопътния и водния транспорт.

Тръбопроводният транспорт притежава голям капацитет и позволява висока автоматизация на транспортния процес на течни и газообразни товари, но ограничената достъпност стеснява сферата на приложението.

Железопътният транспорт притежава голяма превозна способност. Този факт повишава конкурентоспособността на железопътния транспорт в сухопътния транспорт при преvoза на масови товари - каменни въглища и кокс, кариерни материали, течни горива, метали, изкуствени торове и др. На дълги разстояния превозите на масови товари с железопътен транспорт са значително по-евтини отколкото по автомобилен транспорт.

Железопътният транспорт осигурява висока редовност на превозите през цялата година независимо от метеорологичните условия и през денонощието и поради това той е предпочитан транспорт за фирмите с непрекъснато производство. Редовността на превозите и независимостта от климатичните фактори позволяват да бъдат сведени до оптималния минимум материалните запаси на фирмите, което го прави по-конкурентоспособен в сравнение с автомобилния транспорт.

В този контекст, отчитайки технико-икономическите особености на различните видове транспорт и оптималната сфера на приложението им, изборът на вариант за транспортиране на товари става на базата на следните критерии: време за доставка от врата до врата, разходи за транспорт, надеждност по отношение срок на доставка, опазване на товарите от похабяване и посегателства и др. (Таблица 3)³.

Таблица 3. Избор на вариант за транспортиране

Критерии за избор	ВИД ТРАНСПОРТ				
	Железопътен	Морски (речен)	Шосеен	Тръбопроводен	Въздушен
1. Скорост (време за доставка от врата на врата)	Средна	Най-ниска	Висока	Ниска	Най-висока
2. Разход за транспорт	Средна	Най-малки	Големи	Малки	Най-големи
3. Надеждност по отношение срок на доставка	Средна	Ниска	Добра	Висока	Средна
4. Разнообразие от превозни стоки	Най-голямо	Много голямо	Средно	Много ограничено	Донякъде ограничено
5. Брой географски райони, които обслужва	Много, ако има жп линии	Ограничен	Неограничен	Много ограничен	Много, ако има летница
6. Съображения по отношение на стоките	Най-удобен за големи количества, при които разходите за транспорт са с голям дял в крайната цена	Големи количества неразвалящи се товари	Стоки с висока единична цена и къси срокове на доставка	Течни и газообразни продукти	Стоки с висока единична цена, при които рискът от разваляне е много голям.

Повишаването на конкурентоспособността на железопътния транспорт е необходимо условие за ефективното му функциониране в условията на пазарна икономика, особено като се има предвид силната конкуренция от страна на другите видове транспорт.

Повишаването на конкурентоспособността на железопътния транспорт може да се осъществи в различни направления чрез:

- намаляване на експлоатационните разходи;
- повишаване качеството на предлаганите транспортни услуги;
- увеличаване на приходите чрез гъвкава тарифна политика;
- оптимизиране на управленската и организационно - функционална структури на НК "БДЖ";
- възприемане на маркетинга като метод на управление;
- увеличаване на пазарния дял;
- внедряване на нови технологии;
- разработване на нови транспортни услуги;
- усъвършенстване на взаимодействието между железопътния транспорт от една

страна и от друга - автомобилния и водния транспорт;

- оптимизиране на организацията и управлението на превозния процес и др.

Силната конкуренция на транспортния пазар принуждава НК "БДЖ" да се съобразява в много по-голяма степен с транспортните потребности на клиентите и с равнището на цените на алтернативните видове транспорт.

Пазарната ориентация на НК "БДЖ" наложи ценообразуването като основна маркетингова дейност и приоритетна област на стратегическото и оперативното управление на компанията. От равнището и динамиката на цените на превозите зависят решаващи икономически параметри като: обем на продажбите, сума на приходите, пазарен дял, конкурентоспособност и пр. Това обстоятелство е изключително важно за товарните превози, тъй като за тях не се предвиждат държавни субсидии както за пътническите превози, извършени с железопътен транспорт.

При определяне на величината на цените за товарни превози НК "БДЖ" отчита влиянието на важни фактори като:

- разходи на компанията за извършване на транспортните услуги;
- пропорцията "търсене-предлагане";
- цени на конкурентите.

Повишаването на конкурентоспособността на железопътния транспорт в областта на товарните превози изисква провеждането на гъвкава тарифна политика, а тя от своя страна – отчитане равнището на цените на конкуренцията. За тази цел за нуждите на НК "БДЖ" е изградена Маркетингова база данни за идентифициране на участниците в конкуренцията на транспортния пазар (основно на автомобилния транспорт) и проучване на нивото на цените на предлаганите транспортни услуги.

Проучването на цените на автомобилния транспорт при всяка промяна на цените на горивата изисква значителни разходи на време, средства и квалифициран труд. За да се елиминира това неудобство в НИТИЖТ, секция "Транспортен пазар и конкуренция" е разработен икономико - математически модел за определяне на прогнозни цени за товарни превози с автомобилен транспорт

като се отчита влиянието на такива специфични фактори:

- цена на товарите, които се транспортират;

- технико - експлоатационни показатели на товарните автомобили;

- актуални цени на горива и смазочни масла;

- средна печалба за автомобилния транспорт и др.

От изключителна важност за ефикасността на Маркетинговата база данни за конкуренцията е актуалността на информацията по всички показатели.

Маркетинг база данни за автомобилния транспорт

Информационната система за конкуренцията в Направление "Товарни превози" е изградена, преминавайки през следните етапи:

1. Определяне на спектъра на информацията за конкуренцията

Маркетинговата база данни за конкурентни автомобилни фирми (МБДАТ) съдържа следната информация:

- наименование на фирмата, адрес, телефон;

- вид транспорт: автомобилен, железопътен, морски, речен, въздушен, комбиниран (автомобил/железница, железница/морски и други);

- вид на предлаганите услуги: транспорт, спедиция, складиране, товарно-разтоварни операции, складиране и други (производство и ремонт на автомобилна техника, продажба на транспортни средства и т.н.);

- вид товар - за всички видове товари (единични), насипни, опасни товари, горива и смазочни материали и химикали в цистерни и други.

- региони, където се осъществяват превозите: в страната, Русия и ОНД, Европа, Скандинавски страни, Близкия изток, други;

- численост на автомобилния парк, вид на транспортните средства (К - камиони, Р - ремаркета, СВ - седлови влекачи, ПР - полуремаркета) и товароносимост на автомобилите (до

10 т, от 10 - 15 т, от 15 до 20 т, от 20 до 25 т и над 25 т);

- цени за превози на автомобилните фирми в лв/км и лв/ткм в зависимост от вида и товарносимостта на автомобила.

Допълнително се включва маркетингова информация относно отстъпките, които автомобилните фирми дават при осигуряване на обратен превоз, за постоянни клиенти и други намаления.

2. Източници на информация

Основните източници за попълване и актуализиране на Маркетинг база данни за автомобилния транспорт (МБДАТ) са:

- Официален справочник "Кой какъв е в транспорта и спедицията в България", Българско транспортно издателство, 1999 г;
- "Превози и спедиция", рекламно-издателска компания "Дейтамап Ревю" ООД, 1996 г.
- "Транспорт и спедиция 1997/98" - специализиран годишен каталог.
- Научно-практическа конференция "Развитие и реструктуриране на транспорта в България", Сборник с доклади, 1994 г.
- Кой кой е в България;
- Регионални телефонни справочници на фирмите;
- Специализирани браншови издания;
- Годишник на НСИ;
- В. "Капитал", в. "Пари", в. "Банкер", в. "Делова седмица", в. "Български бизнес", в. "Български транспортен вестник", Държавен вестник,;
- Каталози на дистрибутори на товарни автомобили;
- БТА;
- Проучване на Интернет страниците на конкурентните фирми, които биха могли да съдържат подробна информация за продукти и цени, за нови продукти, за фирмена политика и ценности, фирменна организационна структура, както и за местонахождението, офисите и сервизите.
- Тематични маркетингови проучвания и др.

3. Събиране на данните

3.1. Събиране на информация от публикувани материали и обществени документи.

МБДАТ ежегодно се актуализира на база на официалните справочници на Министерство на транспорта (по отношение на идентификацията на авт.фирми), АЕБТРИ (Асоциацията на българските предприятия за международни превози и пътищата).

3.2. Чрез маркетингови проучвания.

Цените на автомобилния транспорт за товарни превози при всяка промяна на цените на горивата трябва да се актуализират. Това означава непрекъснато да се наблюдават цените на автомобилните фирми за да се определи чувствителността им от равнището на цените на горивата. (през 2000 г "Нефтохим ЛУКойл" промени цените на горивата 24 пъти, като 10 пъти са били намалени. Общата тенденция е за поскъпване, средно цените на горивата са нараснали с около 20%, за дизеловото гориво - 35%). Противно на очакваната реакция (увеличаване на цените за превоз) автомобилният транспорт намали цените, очевидно за сметка на размера на печалбата.

3.3. Събиране на информация от хора, имащи делови отношения с конкурентите (НК "БДЖ" е клиент на множество доставчици на материали, горива, ел.енергия, оборудване) – чрез деловите партньори на Материално-техническото снабдяване на НК "БДЖ".

3.4. Разговори с клиенти, търговци, доставчици и консултанти във връзка с дейността на конкурентите. Проучване на впечатленията и опита на търговците при работата им с конкретна конкурентна компания.

4. Оценка и анализ

Данните от проучванията се проверяват за валидност и надеждност, тълкуват се и се организират по подходящ начин,. Събраната информация за цените се сравнява с прогнозните цени. Последните

се определят с помощта на икономико-математичен модел.

5. Разпространение и достъп

Обработената и структурирана по подходящ начин информация на база на МБДАТ се предоставя на съответните специалисти за вземане на решения при изготвяне на оферти само за конкретни превози. Сведения за тази информация се предоставя на ограничен контингент специалисти, служители на НК "БДЖ".

6. Обработка на данните от МБДАТ

6.1. Данните за конкурентните автомобилни фирми се подлагат на следните обработки:

- класификация;
- преподаждане/ сортиране;
- обобщаване / обединяване;
- извършване на изчисления;
- избор на данни.

Под формата на справки може да се получи извадкова информация за фирмите, както следва:

- по населени места;
- по области;
- по вид транспорт - автомобилен, железопътен, морски, речен, въздушен, комбиниран;
- по вид дейност - транспорт, спедиция, застраховане, товарно-разтоварна дейност, складиране, други;
- по вид товар: за всички видове товари, насипни, опасни товари, горива и смазочни материали, лесноразваляеми товари и пр.;
- по региони на обслужване: Русия и ОНД, Европа, Скандинавските страни, Близкия Изток и други;
- по вид и товароносимост на товарните автомобили;
- цена на транспортните услуги за превоз в зависимост от товароспособността на автомобилите.

6.2. Изчисляване на средни стойности на цени за превоз с автомобилен транспорт за регион, населено място и вид транспортно средство.

7. Организация на системата МБДАТ

Системата МБДАТ решава следните основни задачи:

7.1. Генерира и поддържа актуална информационна база, съдържаща данни за:

а) Лицензирани автомобилни фирми за извършване на товарни превози.

б) Техничко-експлоатационни показатели за товарните автомобили .

в) Макроикономически показатели:

- основен лихвен процент;

- инфлация (потребителски цени) средногодишно в [%];

- средногодишна инфлация на производствените цени в [%];

- индекси на средните цени на производители по отрасли;

- валутни курсове;

- средна месечна заплата в [лв];

- начисления върху заплатите в [%].

г) Микроикономически показатели за отрасъла транспорт:

- величина на средната годишна заплата за отрасъла;

- величина на командировачните парични средства;

- цени на горива и смазочни материали;

- цени на стоките, превозвани с железопътен транспорт за производител, търговец на едро и търговец на дребно;

- превозни цени на товарния автомобилен транспорт, включени в МБДАТ;

- средна печалба на автомобилния транспорт;

- относителен дял на горивата и смазочните масла в експлоатационните разходи на автомобилния транспорт;

- стандартни таблици на цени за превоз по условията на тарифи ЕТПТ (Единна тарифа за превоз на товари по железопътен транспорт в Република България) и Тарифа Европа – Азия за превоз на стоки по железопътен транспорт UIC № 9291.00 (TEA);

- километрични разстояния между населени места в страната по железопътен и автомобилен транспорт по първокласни и второкласни шосейни пътища.

7.2. Изчислява цената на превоза по железопътен транспорт по клиенти; релации; вид съобщение (вътрешно съобщение, внос/износ през пристанища, износ през гранични гари, внос през гранични гари, износ през Варна фериботна и внос през Варна фериботна; вид товар (стратегически или не).

7.3. Изчислява цени на превоз по автомобилен транспорт по релации и вид товар на базата на:

а) Разходни методи:

- превозни цени на база общи разходи ;
- превозни цени на база променливи разходи ;

- превозни цени по метода на относителните цени за ведомствен транспорт и транспорт за общо ползване ;

б) минимални и максимални превозни цени на база реални конкурентни цени за еднопосочен и двупосочен превоз .

7.4. Изчислява съотношения между цените на автомобилния транспорт и цената на железопътния транспорт .

7.5. Изчислява относителния дял на транспортните разходи от продажната цена на стоките.

7.6. Извежда справочна информация за:

- автомобилни фирми по различни показатели;

- сравняване на цените между автомобилния и железопътния транспорт.

Обемът данни се съхранява във файлове на твърд диск с капацитет най-малко 2 ГВ. Всички файлове са с достъп на използвания програмен език. Актуализацията на относително постоянните файлове се извършва при необходимост от промяна, добавяне или изтриване на данни в тях.

Входът на системата е реализиран в диалогов режим от тип “меню”, “въпрос – отговор”.

Изходите на системата са на екран и печатащо устройство.

Програмното осигуряване е разработено на алгоритмичен език Dbase IV.

От внедряването на системата МБДАТ в Направление “Товарни превози” се очаква:

- бързо и точно определяне на цените за конкретен превоз по железопътен и автомобилен транспорт, а така също и техните съотношения;

- определяне на минимална и максимална превозна цена по автомобилен транспорт;

- усъвършенстване на мотивацията на управленски решения при модифициране на цените;

- повишаване на конкурентоспособността на железопътния

транспорт чрез ценообразуване, съобразено с конкуренцията.

Заклучение

В условията на пълно преструктуриране на българската икономика конкурентоспособността на НК “БДЖ” като участник в транспортния пазар се опираше предимно на усъвършенстване на организационно-управленската й структура и прилагането на гъвкава тарифна политика. Постепенно ресурсът на тези мероприятия се изчерпва и е необходимо да се потърсят други по-ефективни пътища за нейното повишаване, а именно:

- Развитието на комбинираните превози в т.ч. превози с контейнери, сменяеми карусерии, товарни автомобили;
- Рационализиране на технологията за превоз на масовите товари;
- Рационализиране на технологията за превоза на дребнопартидни товари;
- Усъвършенстване на взаимодействието с другите видове транспорт с цел осигуряване на комплексна транспортна услуга от склада на товародателя до склада на товарополучателя.

Друго ефективно направление за повишаване на конкурентоспособността на НК “БДЖ” е анализиране и оптимизиране на логистичните разходи на клиентите (цена за транспорт, за специална транспортна опаковка, организация на транспорта, складиране, товарно-разтоварни операции и др.). По този начин Компанията ще съдейства за повишаване на конкурентоспособността на националната икономика като цяло както на вътрешния, така и на международния пазар.

Целта е да се минимизира относителния дял на разходите за транспорт в цените на готовите изделия, материали и пр. и достигане на нивата в Европейския съюз, където относителният дял на транспортните разходи в продажната цена на готовите изделия е от порядъка на 1 – 2% , а за суровините и стоките с ниска

степен на преработка понякога достигат до 20 – 45 на сто.

По оценки на експертите на Конференцията на ООН по търговията и развитието (UNCTAD)⁴ величината на транспортните разходи представлява средно около 10 % от цените FOB (фоб) на международните пазари.

Влизането в сила на новия Закон за железопътния транспорт от 01.01.2002 г предвижда отделяне на инфраструктурата от превозната дейност и има за цел да създаде условия за конкуренция на транспортния пазар.

Конкурентоспособността на железопътните превозвачи ще стане още по-актуален въпрос. Всички усилия на превозвачите трябва да бъдат насочени към развитието на такива параметри на транспортните услуги, които да ги отличават от услугите на потенциалните конкуренти: гарантиран срок за доставка, атрактивна цена, надеждност, капацитет, достъпност.

Предпоставка за висока конкурентоспособност на НК "БДЖ" в транспортния пазар е постигането на европейски стандарти за цени и качество на предлаганите транспортни услуги.

Литература :

¹ Гочев, Ат. и колектив, Конкурентост на българските експортни производства, София, 1997 г

² Бакалова, В. Конкурентоспособност на транспортната фирма и насоки за нейното повишаване, Научни трудове, том 1/1999 УНСС

³ Благоев, В., Маркетинг, Векко ООД, София, 1998 г

⁴ Създаване на Маркетинг база данни за автомобилния транспорт, разработка НИТИЖТ, 1999 г

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта

Висшето транспортно училище /ВТУ/ “Тодор Каблешков” е с близо 80-годишна история. През 1922 година с Указ на цар Борис III се създава Държавно железопътно училище. До 1958 г. то претърпява редица структурни промени. През същата година е преобразувано в Полувисш железопътен институт, а през 1984 г. – във Висше военно транспортно училище “Тодор Каблешков”. През 2000 г. със закон Народното събрание го девоенизира и преименува във Висше транспортно училище /ВТУ/ “Тодор Каблешков” със статут на държавно висше специализирано училище.

Училището подготвя специалисти, инженери и научно-изследователски кадри, извършва научни изследвания и разработва високоефективни конструкции и технологии в областта на транспорта и транспортната инфраструктура в съответствие с националните, европейските и световни традиции и с държавната политика за развитие на транспортното висше образование в Република България.

Тази дейност се осъществява чрез обучаване на студенти и развиване на изследователска дейност в следните специалности: “Транспортна техника и технологии”, “Технология и управление на транспорта”, “Транспортно строителство”, “Комуникационна техника и технологии”, “Подемно-транспортна и строителна техника” и “Електроенергетика и електрообзавеждане”.

Обучението се организира и провежда в образователно-квалификационни степени “бакалавър”, “магистър” и научно-образователна степен “доктор” от два факултета с единадесет катедри и в образователно-квалификационна степен “специалист” в Транспортен колеж с три катедри.

Придобилите образователно-квалификационна степен “специалист могат да продължат обучението си в бакалавърска степен. Придобилите бакалавърска степен могат да продължат в магистърска степен и /или в докторантура, а завършилите магистърска степен – докторантура.

ФАКУЛТЕТ “ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТРАНСПОРТА”

Факултетът обучава студенти по специалности:

- “Технология и управление на транспорта”;
- “Транспортна техника и технологии”.

Завършилите получават държавна диплома за висше образование с професионална квалификация “инженер по транспорта” или “машинен инженер” и документ за придобита правоспособност в избраното от студента направление. Завършилите факултета намират много добър прием в транспортни и други организации като Националната компания “БДЖ”, Министерството на транспорта и съобщенията, градски транспорт, метрополитен, полицията, автотранспортни фирми, спедиционни фирми, консултантски бюра, промишлени и миннодобивни предприятия. Те могат да работят като инженери по транспорта, технолози, ръководители на фирми, организации и техните структурни поделения, конструктори, специалисти в областта на експлоатацията, ремонта, надеждността и изпитването на транспортни, подемно-транспортни и строителни машини.

Факултетът разполага с богата и уникална материално-техническа база. Практическото обучение се провежда в реални транспортни обекти – гари, депа и други.

ФАКУЛТЕТ “ТРАНСПОРТНА ИНФРАСТРУКТУРА”

Факултетът обучава студенти по специалности:

- “Комуникационна техника и технологии”;
- “Транспортно строителство”.

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта

Завършилите образователно-квалификационна степен “бакалавър” по специалността “Комуникационна техника и технологии” получават държавна диплома за висше образование с професионална квалификация “инженер по комуникации”.

Учебният план на специалността дава възможност за обучение, насочено към комуникациите и осигурителната техника в транспорта. Висшето транспортно училище е единственото висше учебно заведение в България, което дава такава подготовка. Тя позволява при завършване на курса на обучение студентите да получават и свидетелство за правоспособност “електромеханик”, което допринася за по-добрата професионална реализация при заемане на длъжности в системата на НК “БДЖ”.

Завършилите образователно-квалификационна степен “бакалавър” по специалността “Транспортно строителство” получават държавна диплома за висше образование с професионална квалификация “строителен инженер”.

В специалността се подготвят висококвалифицирани кадри за проектиране, строителство и поддържане на железопътни линии, пътища и съоръженията по тях, пристанища, специални линии, метрополитени и тяхното възстановяване.

Випускниците на факултета се реализират успешно в далекосъобщителни, транспортни, строителни и други организации като НК “БДЖ”, държавните предприятия – правоприменици на Транспортни и Строителни войски, столичния метрополитен, охранителни фирми, полицията, средни транспортни училища и др.

Факултетът разполага със съвременна материално-техническа база. Производствената практика и стаж се провеждат в реални условия, основно в системата на БДЖ.

ТРАНСПОРТЕН КОЛЕЖ

Транспортният колеж обучава студенти по специалности:

- “Транспортна техника и технологии”;
- “Подемно-транспортна и строителна техника”;
- “Електроенергетика и електрообзавеждане”;
- “Комуникационна техника и технологии”;
- “Технология и управление на транспорта”;
- “Транспортно строителство”.

Завършващите колежа по посочените специалности получават държавна диплома с образователно-квалификационна степен “специалист” и удостоверение за правоспособност.

Изучаваните в Транспортния колеж специалности и получените правоспособности осигуряват висококвалифицирани кадри за целия спектър на отрасъла транспорт: експлоатацията и ремонта на транспортната техника; дизеловия и електрическият подвижен състав; автомобилния транспорт; съвременното транспортно електрообзавеждане; метрополитена; градския транспорт; строителната и подемно-транспортната техника и системи; организацията, технологията и управлението в транспорта; съвременните комуникации; строителството и поддържането на транспортни обекти и др.

Осемдесетгодишният опит и традиции, наличието на висококвалифицирани преподаватели и добре обзаведени зали, кабинети и лаборатории са важни условия за ефективно получаване на необходимите знания в областта на транспорта, строителството и телекомуникациите.

Академичният състав на ВТУ “Тодор Каблешков” включва 155 щатни преподаватели, от които 7 професори, 41 доценти и 107 асистенти. С научна степен “доктор на науките” са 4

ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ” – СОФИЯ

Традиции и професионализъм в обучението на кадри за транспорта

преподаватели, а 59 – с научна степен “доктор”. Училището има дългосрочна стратегия за кадровото осигуряване на учебния процес и научноизследователската дейност.

Едно от структурните звена на ВТУ е Центърът за наука, информация и академичен международен обмен, който има за цел да осигури условия за провеждане на високоефективни научни изследвания и да организира и обслужва научноизследователската дейност на академичния състав. Друга организация, чието седалище се намира в училището, е “Изследователски проекти за евроатлантическа интеграция”, основана през 1999 г.

Творческата продукция и резултатите от научните изследвания са представени чрез публикации в специализирани издания, научни доклади, монографии, учебни пособия, изобретения, патенти и др.

Международното сътрудничество съдейства за издигане на равнището на цялостната учебна и научноизследователска дейност на ВТУ и допринася за успешното му интегриране в европейската образователна система. Сключени са договори с чуждестранни висши училища и университети; преподаватели от училището участват в международни научни и образователни проекти, в чуждестранни научни форуми и срещи за обмяна на опит; осъществен е академичен обмен на учебни програми, обучаеми, преподаватели на основата на двустранни договори и международни образователни програми.

Училището непрекъснато разширява и задълбочава своите научни и учебнометодически контакти с висши технически училища от страната и чужбина. Хабилитирани преподаватели от ВТУ са членове на международни групи и комисии, работещи по проблемите на транспорта и по съвместни европейски проекти.

ВТУ “Тодор Каблешков” има значителен и добре обзаведен сграден фонд. Учебно-материалната база включва 4 учебни корпуса, 22 специализирани кабинета, 49 лаборатории, 75 учебни, лекционни и езикови зали и 1 тренажорен комплекс. Катедрите използват съвременна апаратура в учебния процес и за провеждане на научни изследвания. Библиотечният фонд надхвърля 150 000 тома научна, учебна, справочна и художествена литература. Издателският комплекс е с модерна полиграфическа база.

Училището разполага с общежитие и хотел, столова база за обяд и вечеря, кафе-сладкарници и удобен транспорт. Съществуват широки възможности и за активни спортни занимания. Спортният комплекс включва игрища за тенис на корт, зали за бодибилдинг, футболни, волейболни, баскетболни и хандбални игрища, зали за тенис на маса, бiliarд, моники, гимнастически площадки, игрища за бейзбол и зала за кегелбан.

TODOR KABLESHKOV HIGHER SCHOOL OF TRANSPORT

Traditions and Quality in Transport Staff Teaching

The Todor Kableshkov Higher School of Transport (HST) in Sofia has an about 80-year history. It was founded as a State Railway School by a decree of Tsar Boris III in 1922 and went through a number of structural reforms until 1958 when it was reorganized into Railway College. In 1984 it was reformed into Higher Military School of Transport. In 2000 the National Assembly demilitarized it by a special law changing its name to Todor Kableshkov Higher School of Transport with the status of a state-governed specialized school of higher education.

The school trains specialists, engineers and researchers, carries out research activities and develops highly effective structures and technologies in the field of transport and transport infrastructure according to the national, European and world traditions and to the state policy for the transport higher education in the Republic of Bulgaria.

This activity is realized by teaching students and conducting scientific investigations in the following programs: Transport Equipment and Technologies, Technology and Management of Transport, Transport Building, Telecommunications, Mechanical Handling and Building Machines and Electrical Power Industry and Equipment.

Teaching is organized and carried out for the educational and qualification degrees of Bachelor and Master and for the scientific and educational degree of Doctor (PhD) at two faculties with eleven departments and for the educational and qualification degree of Specialist at the Transport College which has three departments within the School.

The students who have received the degree of Specialist can proceed to a Bachelor's degree course and the undergraduate students to a Master's program and/or to a Doctor's course. The graduate students can continue their studies for doctorate.

FACULTY OF EQUIPMENT, TECHNOLOGY AND MANAGEMENT IN TRANSPORT

The Faculty teaches students in the following programs:

- **Technology and Management of Transport**
- **Transport Equipment and Technologies**

The graduates receive a state diploma of higher education with a professional qualification of engineers in transport or mechanical engineers and a certificate of a particular professional qualification they have chosen.

The graduates from the faculty can find a job in transport and other organizations such as the National Company of the Bulgarian State Railways, Ministry of Transport and Communications, urban transport, underground, police, road transport and forwarding companies, industrial enterprises. They can work as engineers in transport, technologists, managers, designers, specialists in operation, repairing, and testing transport, mechanical handling and building machines.

The faculty has rich and unique necessary school equipment at its disposal. Practical teaching is carried out in transport companies.

FACULTY OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE

The Faculty teaches students in the following programs:

- **Telecommunications**
- **Transport Building**

The students who have finished the Bachelor's degree course in Telecommunications receive a state diploma of higher education with a professional qualification of engineers in telecommunications. The program curriculum gives a possibility of teaching directed to telecommunications and signalling in transport. The Higher School of Transport is the only higher school giving such training in Bulgaria. It

TODOR KABLESHKOV HIGHER SCHOOL OF TRANSPORT

Traditions and Quality in Transport Staff Teaching

allows the students to get a qualification certificate of electricians that contributes to their better professional promotion in the system of the National Company of the Bulgarian State Railways. The students who have finished the Bachelor's degree course in Transport Building receive a state diploma of higher education with a professional qualification of civil engineers.

The program trains highly qualified staff for designing, building and maintaining railway lines, roads and equipment along them, ports, other specialized lines, underground, etc.

The alumni from the faculty can find a successful promotion in telecommunications, transport building and other organizations such as the National Company of the Bulgarian State Railways, the state enterprises which are successors of the Transport and Building Troops, the underground, security companies, police, high technical schools, etc.

The faculty has contemporary necessary school equipment. Practical classes and work on probation are carried out under real conditions.

TRANSPORT COLLEGE

The Transport College teaches students in the following programs:

- **Transport Equipment and Technologies**
- **Mechanical Handling and Building Machines**
- **Electrical Power Industry and Equipment**
- **Telecommunications**
- **Technology and Management of Transport**
- **Transport Building**

The graduates from the College receive state diplomas for the educational and qualification degree of Specialist and certificates of professional qualification.

The programs taught at the Transport college and the qualification certificates provide highly qualified staff for the whole transport branch: operation and repairs of transport equipment; diesel and electric rolling stock; road transport; transport electrical equipment, the underground, urban transport; building and mechanical handling machines; organization, technology and management of transport; telecommunications, building and maintenance of transport sites, etc.

The eighty-year experience and traditions and the availability of highly qualified teaching staff and well-equipped lecture halls, class rooms and laboratories are important conditions for the effective acquisition of profound knowledge in the field of transport, building and telecommunications.

The academic staff of the Higher School consists of 155 full-time teachers including seven professors, 41 associate professors and 107 lecturers. Four of them have been awarded with the scientific degree of Doctor of Sciences (D.Sc.) and 59 are doctors (Ph.D.). The School has developed a long-term strategy of providing the teaching process and research activities with academic staff.

One of the institutions at the School which contributes a lot to organizing and assisting the teaching staff research activities is the Center for Science Information and Academic International Transfer. It aims at providing them with conditions for high-effective scientific studies. Another organization seated at the School is the Research Projects for Euro-Atlantic Integration (RPEAI) established in 1999.

The results of the research activities are presented by publishing books and papers, monograph books, teaching materials as well as by certificates of inventions, patents, etc.

The collaboration with a number of similar foreign educational and scientific institutions also contributes to improving the quality of teaching and research activities at the School as well as to its successful integration into the European educational system. Besides the contracts signed with them, a lot of teachers from the school have been working on international scientific and educational projects

TODOR KABLESHKOV HIGHER SCHOOL OF TRANSPORT

Traditions and Quality in Transport Staff Teaching

and have taken part in international conferences and other events. There are possibilities (some of them already realized) for transferring programs, lecturers and students on the base of bilateral agreements and international educational programs.

The Higher School of Transport has been widening its contacts with higher technical schools and universities in the country and abroad. A number of teachers with academic ranks have been and are members of international teams and commissions working on the problems of transport and in mutual European projects.

The School campus consists of a considerable number of buildings. The necessary school equipment includes four school buildings with 22 specialized studies, 49 laboratories, 75 classrooms, language and computer rooms and a complex of simulators. The departments at the School use modern apparatuses to serve the teaching process and to carry out research activities. The library has a book-stock of over 150 000 volumes of scientific, educational and fiction books. The publishing center is equipped with modern machines.

The school provides hostels, a canteen, a number of cafes and convenient transport. There are great possibilities for sports activities on tennis courts, football, basketball and volleyball grounds, bowling-alley, in the rooms for body building, tennis on table, billiards, bagatelle, etc.