

80  
години

*Висше транспортно училище  
“Тодор Каблешков”*

ДВАНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ  
С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ



„Т Р А Н С П О Р Т 2002“

**СБОРНИК ДОКЛАДИ**

14 - 15 ноември 2002

С о ф и я

## ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

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

### Членове на комитета:

Проф. д-р инж. Зоран Аврамович	- БУ, Югославия
Проф. д-р инж. Веслав Байон	- ВП, Полша
Проф. Патрис Берто	- ВТУ, Париж
Доц. д-р инж. Детелин Василев	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. В. Василиев	- ПГУПС, Русия
Проф. д-р инж. Младен Георгиев	- МА "МИЛ"
Доц. Димитър Денков	- Ф-я "Отворено общество"
Инж. Владимир Дунчев	- БДЖ - ЕАД
Доц. д-р Игор Дамянов	- МОН
Инж. Кирил Ерменков	- НТС по транспорт
Доц. д-р инж. Петър Колев	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Стоян Костадинов	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Иван Лалов	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Виктор Лисенков	- МГУПС, Москва, Русия
Проф. д-р инж. Петр Моос	- ТУ, Прага, Чехия
Проф. д-р инж. Неделчо Неделчев	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Георги Ненов	- ВТУ, София
Ст.н.с. д-р инж. Георги Николов	- МТС, София
Инж. Илия Пастушански	- НК "ЖИ", София
Доц. д-р Йордан Петков	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Димитър Петров	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Райко Райков	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Анджей Рудницки	- ТУ, Полша
Проф. д-р инж. Тома Ружеков	- ВТУ, София
Проф. д-р инж. Христо Христов	- ТУ - София
Проф. д-р инж. Игор Холопов	- ДАСА, Самара, Русия
Проф. д-р инж. Ладислав Шимац	- ЖУ, Словакия
Проф. Ибрахим Шиту	- 13 Университет-Париж

## ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

**Председател:** доц. д-р инж. Руско Вълков

Висше транспортно училище

### Членове на комитета:

Инж. Адриана Ботева	- ВТУ, София
Гл.ас. д-р Анна Джалева	- ВТУ, София
Гл.ас. д-р инж. Димитър Димитров	- ВТУ, София
Инж. Марин Маринов	- ВТУ, София
Доц.д-р инж. Иван Ненов	- ВТУ, София

### Технически секретар:

Димитринка Кирова	- ВТУ, София
-------------------	--------------

**Докладите включени в настоящия сборник са  
предварително рецензирани и одобрени от  
Редакционна комисия в състав:**

Проф. д-р инж. Райко Райков  
Доц д-р инж. Тошо Качаунов  
Проф. д-р инж. Иван Лалов  
Проф. д-р инж. Стоян Костадинов  
Доц. д-р Красимир Николов  
Проф. д-р инж. Георги А. Ненов  
Проф. д-р инж. Тома Ружеков  
Доц. д-р инж. Борислав Бенчев  
Доц.д-р инж. Иван Коларов  
Проф. д-р инж. Христо Христов

Доц. д-р инж. Борис Галев  
Доц. инж. Евтим Горанов  
Доц. д-р инж. Ивайло Топалов  
Доц. д-р Йордан Петков  
Доц. д-р Александър Тошев  
Доц. д-р Мария Славова-Ночева  
Доц. дин Петко Аврамов  
Доц. д-р инж. Димитър Ралев  
Доц. д-р инж. Здравко Бакалов

Висше транспортно училище "Тодор Каблешков"

ХІІ научна конференция "Транспорт 2002"

1574 София, ул. Гео Милев № 158

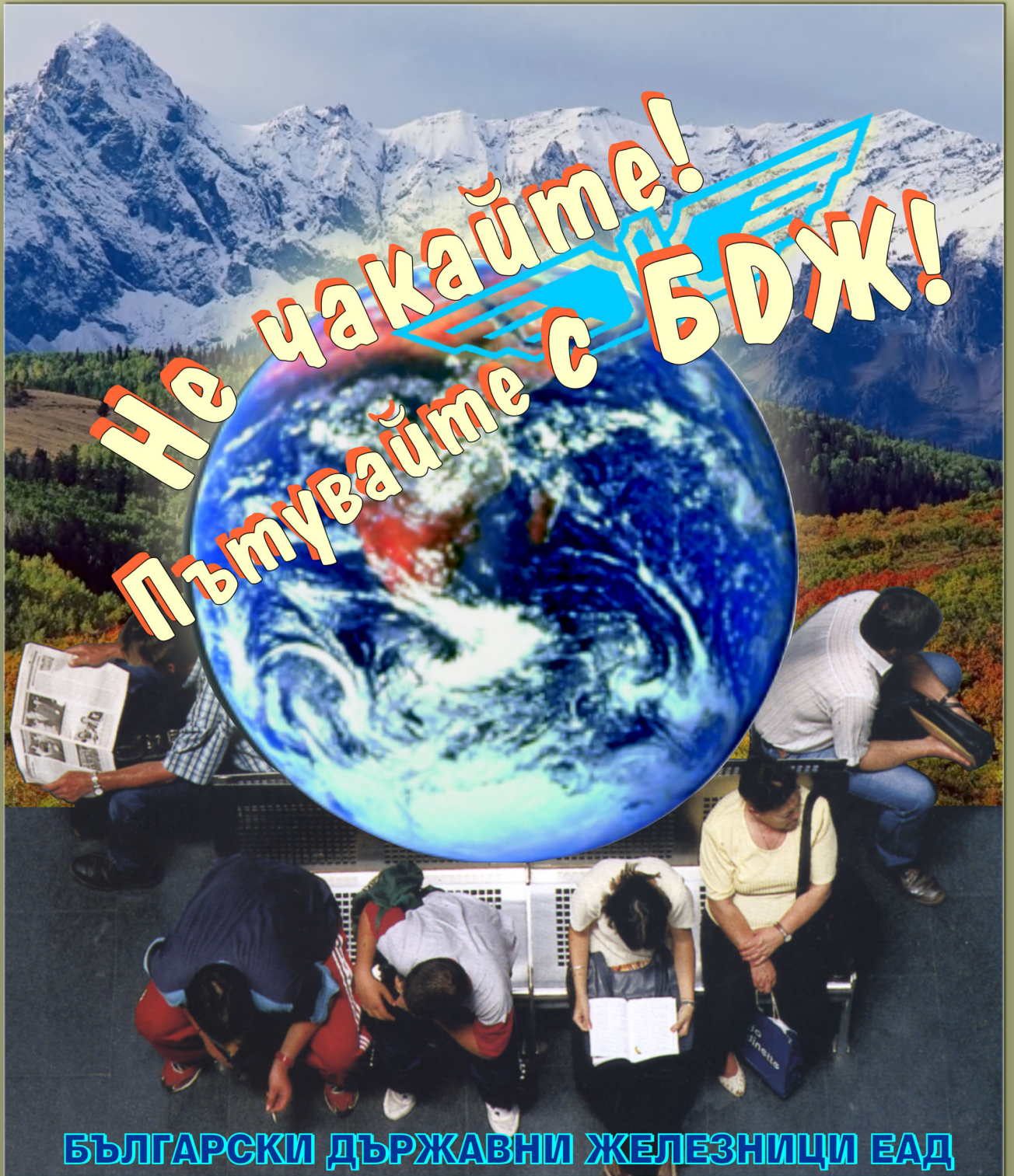
Тел.: 02 /9709335, 9709384; факс: 02/70 30 84

E-mail: rvalkov@vtu.acad.bg

<http://www.vtu.acad.bg>

Сборникът с доклади на ХІІ научна конференция с  
международно участие "Транспорт - 2002" е депониран в:  
Национална библиотека "Св. Св. Кирил и Методий";  
Централна библиотека на БАН;  
Централна технологична библиотека;  
Библиотека на Технически университет - София;  
Университетска библиотека;  
Библиотека на ВТУ "Тодор Каблешков".





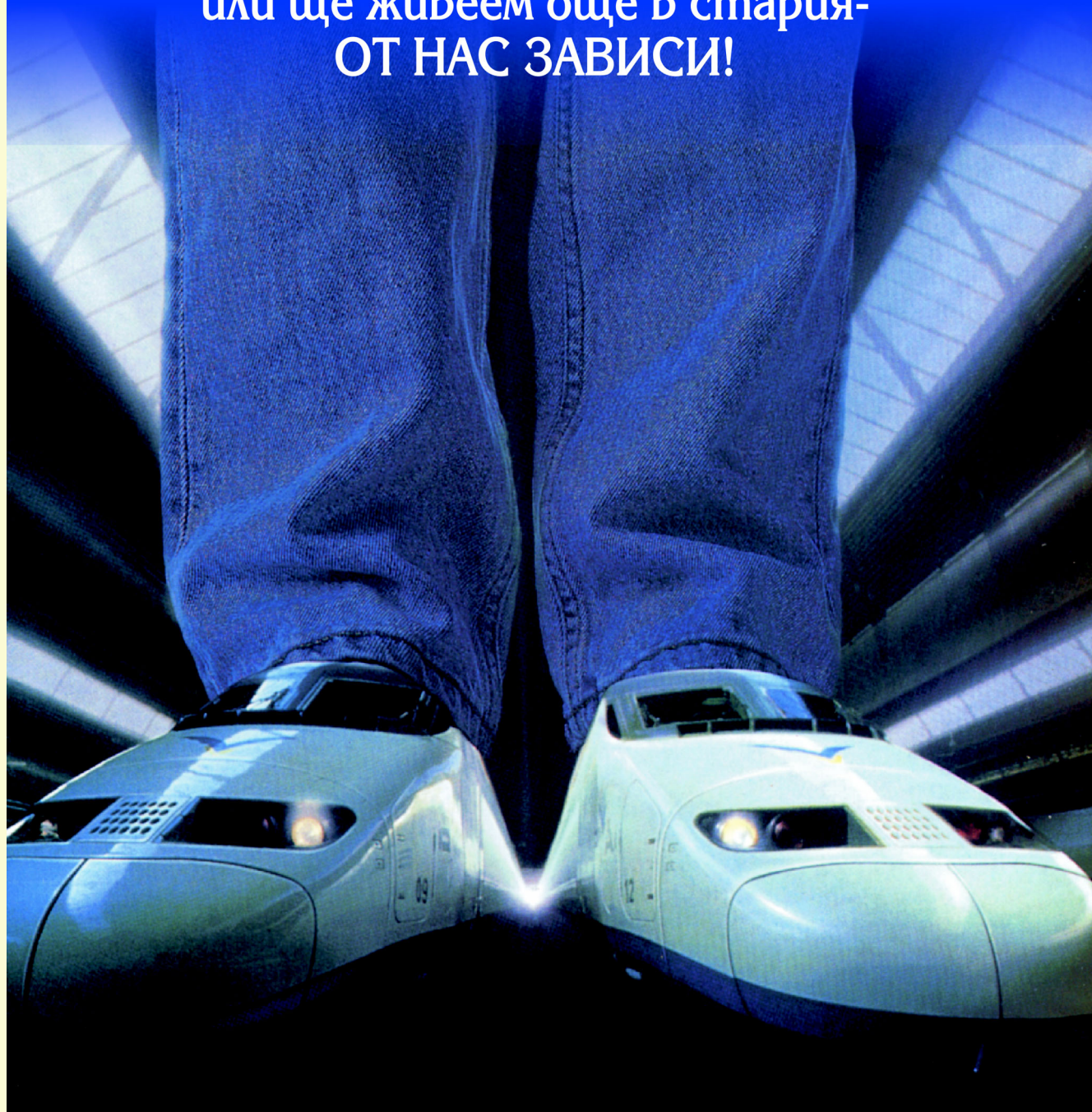
Не чакайте!  
Пътувайте с БДЖ!

БЪЛГАРСКИ ДЪРЖАВНИ ЖЕЛЕЗНИЦИ ЕАД





Дали ще успеем да влезем в новия век,  
или ще живеем още в стария-  
**ОТ НАС ЗАВИСИ!**



**БЪЛГАРСКИ ДЪРЖАВНИ ЖЕЛЕЗНИЦИ**

**София, "Иван Вазов" 3, Факс: 987 71 51**



# СИГУРНОСТ И КАЧЕСТВО



## НАЦИОНАЛНА КОМПАНИЯ ЖП ИНФРАСТРУКТУРА



## STATE RAILWAY INFRASTRUCTURE COMPANY



1080 София  
ул. "Иван Вазов" 3

3, Iv. Vazov Str.  
1080 Sofia, Bulgaria

Tel.: +359 2 9883381, 9324313  
Fax: +359 2 9324666





# РЕМОНТНО-ВЪЗСТАНОВИТЕЛНО ПРЕДПРИЯТИЕ КЪОНЕ АД



## Ремонтно-възстановително предприятие Къоне АД

е разположено в северната индустриална част на София. Административното управление и основните производствени мощности са съсредоточени на площ 38 декара.



Ремонтно-възстановително предприятие Къоне АД изпълнява обекти на територията на цялата железопътна мрежа в страната. Има изпълнени поръчки в съседна Гърция, работи по проекти в Гърция и Турция, участва в национални и международни търгове.

**Основно предметът на дейност включва:**

*Проектиране, ремонт, поддържане и изграждане на мостове и други съоръжения.*



*Проектиране и ремонт на железен път, гари и гарови съоръжения*



*Ремонт на тежка и лека железопътна и пътна механизация*

За осъществяване на цялостната строителна и ремонтна дейност, предприятието разполага със съвременна тежка и лека жп механизация - основно от фирмите "Plasser & Theurer", "Matisa", "Geismar" - баластопресовни, баластопланировачни, траверсоподбивни, уплътнителни и стрелкови траверсоподбивни машини; подвижни релсоподбивни машини, тирфоногаечни машини,



лека пътна механизация, торкрет машини, пясъкоструйни апарати, бетоносмесители, инжекционни помпи и др; специализирани и универсални транспортни средства, както и подходящи условия за тяхното отремонтване, включващи ремонтно хале с необходимата за ремонта техника и висококвалифициран персонал.





*Проектиране, ремонт и строителство на тунели.*

РВП Къоне АД си поставя амбициозната задача не само да запази позициите си на българския пазар, но и да завоюва името на водеща железопътно строителна фирма на Балканите и световния пазар. Традиционни клиенти на дружеството са НК”ЖИ”; “БДЖ” ЕАД; Държавно предприятие Транспортно строителство и възстановяване, Трансстрой АД, Столична компания “Градски транспорт”, чешката фирма Z.S. Vno АД, гръцката фирма “Ксантакис”, както и други държавни и частни фирми със собствени индустриални железопътни коловози и специализирани тежкопътни жп машини.



**Система на управление:**

Акционерно дружество с партньори Финансово-индустриална група “РЕИ ХОЛДИНГ” АД и “КОЕХНЕ” GmbH Германия



Максималното използване капацитета на предприятието, както на вътрешния, така и на международния пазар, е единствената алтернатива за развитие и просперитет на Ремонтно-възстановително предприятие Къоне АД и превръщането му във водеща железопътна и

строителна фирма не само от национално значение, но и с международен авторитет.

За постигането на тези цели важен момент от развитието на Ремонтно-възстановително предприятие Къоне АД е сертифицирано по системата за управление на качеството ISO 9001: 2000. Поддържането на тази система гарантира до максимална степен качество на осъществяваната дейност и удовлетвореност на нашите клиенти и партньори. То е първото железопътно предприятие в Югоизточна Европа сертифицирано по ISO 9001: 2000.

**Адрес на РВП КЪОНЕ АД:**  
ул. “Кирил Благоев” № 14  
Илиянци  
1271 София  
тел.: (+359 2) 936 0467; 932 3309  
Факс: (+359 2) 936 12 51  
E-mail: rvp\_koehne@infotel.bg





АСОЦИАЦИЯ  
НА БЪЛГАРСКИТЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

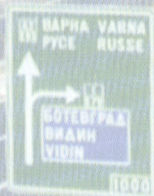


ЗА МЕЖДУНАРОДНИ ПРЕВОЗИ  
И ПЪТИЩА



**AEBTRI**

Association of Bulgarian Enterprises for  
International Road Transport and the Roads



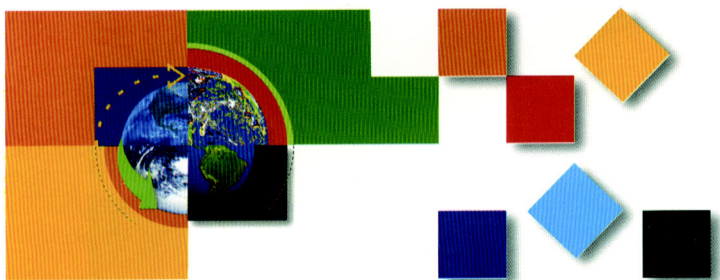
**АЕБТРИ**  
1680 София  
бул. "Искърски пролом" № 6

**АЕБТРИ - Учебен център**  
1680 София  
бул. "Гоце Делчев" № 56, бл. 15  
тел. (+359 2) 958 1036; 958 1460  
Факс: (+359 2) 958 2446  
E-mail: [tcaebtri@ttm.bg](mailto:tcaebtri@ttm.bg)  
[www.aebtri.com](http://www.aebtri.com)

*FINANCIAL INDUSTRIAL GROUP*  
***REI HOLDING***







**Trans**  
**Balkani Ltd.**  
МЕЖДУНАРОДНА СПЕДИЦИЯ

**Нашата дейност:** организация на вътрешни и международни превози.

**Нашата цел:** да освободим търговските и производствените предприятия от несвойствената за тях организация на транспортна дейност и така да съдействаме за намаляване на кадровите и административни разходи, необходими за поддържането на собствени транспортни структури.

**Нашите кадри:** специалисти с дългогодишен опит в областта на транспорта.

- ◆ Железопътни превози
- ◆ Превози по река Дунав
- ◆ Морски и контейнерни превози
- ◆ Автомобилен транспорт
- ◆ Самолетни пратки
- ◆ Други услуги

**Адрес:**  
1680 София  
бул. "Гоце Делчев" №53  
тел.: (+359 2) 958 1511; 958 1811  
Факс: (+359 2) 985 1517; 843 4109  
E-mail: [transbal@primasoft.bg](mailto:transbal@primasoft.bg)



Ние работим в съответствие с Общите спедиторски условия на Националното сдружение на българските спедитори.



---

## СЪДЪРЖАНИЕ:

### СЕКЦИЯ ПЪРВА

#### ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТА

<b>TRIP GENERATION ANALYSIS IN THE RESIDENTIAL NEIBORHOOD OF „NOVA BITOLA“</b> .....	<b>21</b>
Dr. Nikola Krstanoski, Vaska Atanasova	
<b>THE ANALYSIS OF THE BASIC VARIABLES OF THE TRAFFIC FLOW ON TWO-LANE HIGHWAYS IN DEPENDENCE ON THE DIRECTIONAL DISTRIBUTION</b> .....	<b>25</b>
Marija Malenkovska Todorova, Cvetko Mitrovski	
<b>ПРОГНОЗИРАНЕ НА ТРАФИК С ПОМОЩТА НА ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ</b> .....	<b>29</b>
Димитър Иванов Радев, Светла Цонева Радева	
<b>ЕЛЕМЕНТИ ОТ ОЦЕНКА НА РАЗПИСАНИЯТА НА АВТОБУСНОТО ДВИЖЕНИЕ В ГОЛЕМИТЕ ГРАДОВЕ</b> .....	<b>35</b>
Николина Драгнева, Димитър Симеонов	
<b>ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИЙ ТРАНСПОРТ В КАЧЕСТВЕ КАСКАДА ЛИНИЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ</b> .....	<b>39</b>
Ладислав Новак	
<b>СЦЕНАРНИЙ ПОДХОД К СОСТАВЛЕНИЮ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПО ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА</b> .....	<b>43</b>
Валентина Сидоренко	
<b>ОСОБЕНОСТИ И ОСНОВНИ НАСОКИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОВАРНИЯ ТРАНСПОРТЕН ПАЗАР</b> .....	<b>49</b>
Емил Божидаров Железов	
<b>КОРЕЛАЦИОНЕН АНАЛИЗ НА ОБОРОТА НА ТОВАРНИТЕ ВАГОНИ</b> .....	<b>55</b>
Тошо Качаунов	
<b>АНАЛИЗ НА ПАРАМЕТЪРА НА НАБИРАНЕ НА ТОВАРНИТЕ ВАГОНИ</b> .....	<b>61</b>
Христо Емилов Христов, Тошо Трифонов Качаунов	
<b>НОВ ПОДХОД ПРИ ОБВРЪЗКАТА НА ВЛАКОВЕТЕ С ЛОКОМОТИВИ</b> .....	<b>65</b>
Тошо Качаунов, Димитър Купенов, Златин Трендафилов	
<b>СПЕЦИАЛИЗИРАНО ОБСЛУЖВАНЕ НА ТРУДНОПОДВИЖНИ ЛИЦА С ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ В БЪЛГАРИЯ</b> .....	<b>69</b>
Радослав Михайлов, Явор Георгиев, Румяна Колева	
<b>МОДЕЛИРАНЕ РАБОТАТА НА ВЛАКОВИЯ ДИСПЕЧЕР ПРИ УПРАВЛЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕТО В ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ</b> .....	<b>73</b>
Димитър Димитров, Теодор Кирчев	
<b>АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР НА ПЪТНИЧЕСКИТЕ ПРЕВОЗИ И УЧАСТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ В НЕГО В ПЕРИОДА СЛЕД 1996 Г.</b> .....	<b>77</b>
Ахмед Салиев	
<b>КАЧЕСТВОТО - ФАКТОР ЗА ПОВИШАВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ ПЪТНИЧЕСКИ ПРЕВОЗИ В УСЛОВИЯТА НА КОНКУРЕНЦИЯ</b> .....	<b>81</b>
Ахмед Салиев	
<b>КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ЗНАЧИМИТЕ УЧАСТЪЦИ ВКЛЮЧЕНИ В ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ</b> .....	<b>85</b>
Марин Маринов	
<b>НАБОР ОТ КРИТЕРИИ ЗА ЦЕЛЕСЪОБРАЗЕН ИЗБОР НА РАЗВИТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА</b> .....	<b>89</b>
Марин Маринов	

<b>СТРУКТУРА НА ЕКИП ПРИ ПАРАЛЕЛЕН ИНЖЕНЕРИНГ .....</b>	<b>93</b>
Иван Киров	
<b>АНАЛИЗ НА ИНФРАСТРУКТУРНИТЕ ТАКСИ ЗА ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ПРЕВОЗ .....</b>	<b>99</b>
Теодор Беров, Димитър Купенов, Ради Марков	
<b>ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНИКОПОТОЦИТЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ НА КАЧЕСТВОТО ИМ НА ОБСЛУЖВАНЕ В ГАРА БУРГАС .....</b>	<b>105</b>
Мирена Тодорова, Теодор Кирчев	
<b>УКРЕПВАНЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ ЧРЕЗ ВЪВЕЖДАНЕ НА КОНКУРЕНТНА СРЕДА .....</b>	<b>111</b>
Симеон Ананиев Ананиев	

## **СЕКЦИЯ ВТОРА**

### **ТРАНСПОРТНА ИНФРАСТРУКТУРА**

<b>THE BEHAVIOUR OF COMPOSED WOOD - STEEL BEAMS, WITH RESPECT OF THE CREEP OF THE WOOD .....</b>	<b>119</b>
Doncho Partov, Vesselin Kantchev, Zdravko Iliev	
<b>СТОМАНЕНА ПЪТНА ЕСТАКАДА ПРИ ГРАД ЕЛИН ПЕЛИН .....</b>	<b>125</b>
Дончо Партов, Станислав Доспевски	
<b>РАБОТАТА НА СТОМАНОБЕТОННИТЕ ТРАВЕРСИ В МЕЖДУРЕМОНТНИЯ ПЕРИОД НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ - ОСНОВА ЗА ТЯХНОТО ИЗЧИСЛЕНИЕ .....</b>	<b>131</b>
Борис Константинов Иванов	
<b>АНКЕРНО УКРЕПВАНЕ В ТРАНСПОРТНОТО СТРОИТЕЛСТВО .....</b>	<b>137</b>
Юлиан Тотев	
<b>ВЕНТИЛИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ТУНЕЛИ ПО ВРЕМЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ .....</b>	<b>143</b>
Юлиан Тотев	
<b>30 ГОДИНИ ИСТОРИЯ НА ВАНТОВИЯ МОСТ „SLOVASKE ROVSTANI“ В БРАТИСЛАВА .....</b>	<b>149</b>
Здравко Илиев, Дафинка Гатева, Дончо Партов	
<b>ПЪТНИ НАСТИЛКИ ЗА ОСОВ ТОВАР 11,5 Т .....</b>	<b>155</b>
Христо Стаменов, Валентин Николов	
<b>НАЗЕМЕН ТРАНСПОРТ. ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА .....</b>	<b>157</b>
Александър Тошев, Йордан Петков	
<b>ТЕМПЕРАТУРНА ЗАВИСИМОСТ НА МИКРОТВЪРДОСТТА НА НОРБОРНЕН-ЕТИЛЕНОВИ СЪПОЛИМЕРИ. ....</b>	<b>163</b>
Галина Замфирова, Валентин Гайдаров	
<b>ЗАТОПЛЯНЕТО НА ГЛОБАЛНИЯ КЛИМАТ И ОТДЕЛЯНЕТО НА CO2 .....</b>	<b>169</b>
Марко Анчев	
<b>BUSINESS INTELLIGENCE AND THE MARKET SECURITY OF THE COMPANY .....</b>	<b>171</b>
Leszek KORZENIOWSKI	

## **СЕКЦИЯ ТРЕТА**

### **ТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА И ЕНЕРГИЙНИ СЪОРЪЖЕНИЯ (ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ)**

<b>EVALUATING THE FATIGUE LIFETIME OF LOCOMOTIVE BOGIE FRAME .....</b>	<b>179</b>
Rashid Zainetdinov	

<b>WAGGON IMPACT COEFFICIENT OF RESTITUTION .....</b>	<b>181</b>
Dragan Petrovic, Ranko Rakanovic, Zlatan Soskic	
<b>АНАЛИЗ НА ТОПЛООБМЕННИТЕ ПРОЦЕСИ И РАЗХОДА НА ТОПЛИНА В НТ „ИВАН ВАЗОВ“ - СОФИЯ.....</b>	<b>185</b>
Никола Калоянов, Петко Велев, Константин Шушулов	
<b>ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РАЗХОДА НА ТОПЛИНА И ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА МИКРОКЛИМАТА В НТ „ИВАН ВАЗОВ“ - СОФИЯ .....</b>	<b>191</b>
Никола Калоянов, Петко Велев	
<b>КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ В ЭНЕРГЕТИКЕ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ .....</b>	<b>197</b>
Георги Геннадиев, Олег Крыстев	
<b>ТРИБОЛОГИЧЕН ХАРАКТЕР НА СМЕСЕНОТО И РАЗДЕЛЕНОТО НАТОВАРВАНЕ НА ДЕТАЙЛИТЕ .....</b>	<b>201</b>
Георги Геннадиев, Маруся Теофилова	
<b>АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА БЛОКИРОВКА НА ДИФЕРЕНЦИАЛА .....</b>	<b>205</b>
Недка Иванова Станчева	
<b>МОДЕЛИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИБРАЦИОННИТЕ СВОЙСТВА НА ПНЕВМАТИЧНИТЕ ГУМИ.....</b>	<b>211</b>
Пејко Петков	
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНЖЕНЕРНИЯ ЕКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ ПОКАЗАТЕЛИТЕ НА ДВИЖЕНИЕ НА АВТОМОБИЛИТЕ .....</b>	<b>219</b>
Борислав Бенчев, Петьо Пискулев	
<b>ВЛИЯНИЕ НА ЕЛАСТИЧНОСТТА НА ВРЪЗКИТЕ НА РАМАТА НА ТАЛИГАТА И БУКСИТЕ В ХОРИЗОНТАЛНА РАВНИНА ВЪРХУ НАПРАВЛЯВАЩИТЕ СИЛИ ПРИ ДВИЖЕНИЕ НА ЛОКОМОТИВ В КРИВ УЧАСТЪК ОТ ПЪТЯ ..</b>	<b>223</b>
Тома Г. Ружеков, Ненчо Г. Ненов, Емил Н. Димитров	
<b>РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТИРАНЕ НА ПОВИШЕНА ПОДВИЖНОСТ НА КОЛООСИТЕ СПРЯМО ТАЛИГОВАТА РАМА ПРИ ТЕСНОПЪТНИ 760ММ ТОВАРНИ ВАГОНИ .....</b>	<b>229</b>
Атанас Тодоров, Виргиния Рангелова	
<b>МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ ПОСУКВАНЕТО НА РАМИ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ВОЗИЛА В ДЕПОВСКИ (ЗАВОДСКИ) И ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ .....</b>	<b>233</b>
Цвятко Пенчев, Людмил Паскалев	
<b>ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РЕДУЦИРАНЕ КЪМ ЕТАЛОНЕН ИЗПИТАТЕЛЕН УЧАСТЪК НА ПОКАЗАТЕЛЯ ЗА КАЧЕСТВОТО НА ХОДА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ВОЗИЛА .....</b>	<b>239</b>
Цвятко Пенчев, Добринка Атнаджова	
<b>СХЕМИ ЗА ОПТИМАЛНО ДЕМПФЕРИРАНЕ НА ХОРИЗОНТАЛНИТЕ ТРЕПТЕНИЯ ПРИ ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОН ....</b>	<b>245</b>
Добринка Атнаджова	
<b>НЯКОИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ХОРИЗОНТАЛНАТА ДИНАМИКА ПРИ ТЕСНОПЪТНИТЕ ТАЛИГИ НА БДЖ .....</b>	<b>253</b>
Добринка Атнаджова	
<b>НЯКОИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ ИЗЧИСЛЯВАНЕ КОША НА ВАГОНИ ЗА ПРЕВОЗ НА НАСИПНИ ТОВАРИ .....</b>	<b>259</b>
Милена Иванова, Никола Георгиев, Добринка Атнаджова	
<b>ПНЕВМАТИЧНО ИЗПЪЛНИТЕЛНО УСТРОЙСТВО С ДВУСТРАННО ДЕЙСТВИЕ .....</b>	<b>263</b>
Радостин Симеонов Долчинков, Гено Христов Генов	
<b>ПОЛУЧАВАНЕ И ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОНУСОВИДНИ ЦИКЛОИДИ В ПРОСТРАНСТВЕНИ ЗЪБНИ ПРЕДАВКИ ...</b>	<b>267</b>
Радостин Долчинков	
<b>ЕНЕРГИЙНА ОПТИМИЗАЦИЯ НА НОЖИЧЕН ПОДЕМЕН МЕХАНИЗЪМ .....</b>	<b>271</b>
А. Джевелиев, Г. Илиев, С. Минков, Б. Григоров	
<b>МЕТОД НА ПОСЛЕДОВАТЕЛНОТО МОДЕЛИРАНЕ ЗА МЕХАНИЧНИ СИСТЕМИ С ПЕРИОДИЧНА СТРУКТУРА ..</b>	<b>277</b>
Петър Колев, Валентин Недев	
<b>A MATHEMATICAL TEMPERATURE MODEL FOR CONTACT ZONE OF A CYLINDRICAL KINEMATIC COUPLE IN CASE OF DRY FRICTION .....</b>	<b>283</b>
Alexander Dimitrov	
<b>ПОЛУЧАВАНЕ НА ЗАВАРЕНИ СЪЕДИНЕНИЯ МЕТАЛ-АЛУМИНООКИСНА КЕРАМИКА ПО МЕТОДА ДИФУЗИОННО ЗАВАРЯВАНЕ ВЪВ ВАКУУМ .....</b>	<b>287</b>
Пламен Ташев, Елисавета Ташева, Марина Манилова	
<b>MODELING OF DEGRADATION PROCESSES OF COMBUSTION ENGINES .....</b>	<b>293</b>
Jiri Stodola	

<b>СРАВНИТЕЛНИ ИЗПИТВАНИЯ НА ТРОЛЕЙБУСНИ ВЪГЛЕНОГРАФИТНИ ТОКОСНЕМАЩИ ВСТАВКИ .....</b>	<b>299</b>
Здравко Бакалов	
<b>ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА РЕСУРС ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИИ.....</b>	<b>307</b>
Георги Геннадиев	
<b>ОСОБЕНОСТИ НА ЗАХРАНВАЩОТО НАПРЕЖЕНИЕ НА ТРИФАЗЕН АСИНХРОНЕН ТЯГОВ ДВИГАТЕЛ .....</b>	<b>313</b>
Галина Чернева	
<b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ЭКОЛОГИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ .....</b>	<b>317</b>
А.Н. Горский, Л.К. Васильева	
<b>ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ ОТ КОМУТАЦИЯ НА ТРАНСФОРМАТОРИ С ВАКУУМНИ ПРЕКЪСВАЧИ .....</b>	<b>319</b>
Неделчо Неделчев	
<b>ЗАЩИТА НА ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО С НЕЛИНЕЙНИ ОГРАНИЧИТЕЛИ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ .....</b>	<b>325</b>
Неделчо Неделчев	
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ТОВАРИ В РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИ МРЕЖИ С ПРИСЪЕДИНЕНИ ГЕНЕРИРАЩИ ИЗТОЧНИЦИ .....</b>	<b>331</b>
Стефка Неделчева	
<b>МОДЕЛИРАНЕ НА РЕЖИМИТЕ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ ЗА СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ С ПРИСЪЕДИНЕНИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ.....</b>	<b>335</b>
Стефка Неделчева	
<b>ИЗСЛЕДВАНЕ ЕЛЕКТРООБЕЗОПАСЯВАНЕТО НА ОБЗАВЕЖДАНЕТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ЛОКОМОТИВИ НА БДЖ.....</b>	<b>339</b>
И. Миленов, П. Пантев, Г. Павлов, А. Семизоров, Г. Димитров, И. Щъркалев, Ч. Джамбазки	
<b>ИЗСЛЕДВАНЕ ОРГАНИЗАЦИЯТА НА ТРУДОВАТА ДЕЙНОСТ НА ЛОКОМОТИВНИТЕ МАШИНИСТИ .....</b>	<b>343</b>
П. Пантев, И. Миленов, Г. Павлов, А. Семизоров, Г. Димитров, И. Щъркалев	
<b>ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА МОДЕРНИЗАЦИЯ НА СХЕМАТА НА СИЛОВОТО ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МОТРИСЕН ВЛАК 32.00.....</b>	<b>349</b>
Георги Павлов	
<b>СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ГРАДСКИЯ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>353</b>
Иван Миленов, Георги Павлов	
<b>ЕНЕРГЕТИЧЕН СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ТЯГОВИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ГРАДСКИ ТРОЛЕЙБУСЕН ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>357</b>
Иван Петров, Ненчо Ненов	
<b>ЕНЕРГЕТИЧЕН СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ТЯГОВИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ГРАДСКИ РЕЛСОВ ТРАНСПОРТ С ПОСТОЯННОТОКОВИ ДВИГАТЕЛИ.....</b>	<b>361</b>
Иван Петров, Ненчо Ненов	
<b>ЗАКОНИ ЗА РЕГУЛИРАНЕ НА ТЯГОВИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПОДВИЖЕН СЪСТАВ .....</b>	<b>367</b>
Иван Петров, Ненчо Ненов	
<b>ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ТОКОИЗПРАВИТЕЛНИ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЛОКОМОТИВИ .....</b>	<b>371</b>
Л. Българанов, Т. Йонов	
<b>БЛУЖДАЕЩИ ТОКОВЕ В СОФИЙСКОТО МЕТРО.....</b>	<b>379</b>
Любомир Българанов, Тодор Йонов	
<b>АНАЛИЗ НА РАЗХОДА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ ВЪВ ВТУ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ“ И СРЕДСТВА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВЕНИТЕ И КОЛИЧЕСТВЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНОТО ПОТРЕБЛЕНИЕ .....</b>	<b>385</b>
Георги Димитров	
<b>ЕКСПЕРТНИ СИСТЕМИ ЗА ИНЖЕНЕРНО ПРОЕКТИРАНЕ .....</b>	<b>391</b>
Красимира Швертнер	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛ НА СКЛАДОВО СТОПАНСТВО .....</b>	<b>395</b>
Сергей Недев, Викенти Спасов, Емил Йончев	
<b>МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА НИВЕЛИРАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ .....</b>	<b>401</b>
Емил Йончев, Венцислав Василев, Петър Захариев, Борис Петков	

<b>ЗАЩИТА ОТ СБЛЪСКВАНЕ НА ДВА КРАНОВИ МЕХАНИЗМА, РАБОТЕЩИ НА ОБЩ РЕЛСОВ ПЪТ</b> .....	<b>405</b>
Петър Захариев, Емил Йончев, Борис Петков, Венцислав Василев	
<b>СЪПРОТИВИТЕЛНИ СИЛИ ПРИ СИСТЕМИТЕ ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ</b> .....	<b>409</b>
Венцислав Василев, Борис Петков, Емил Йончев, Петър Захариев	
<b>ОПТИМИЗИРАНЕ НА НЯКОИ СИЛОВИ И ГЕОМЕТРИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА СТРОИТЕЛНИ И ТОВАРОПОДЕМНИ МАНИПУЛАТОРИ.</b> .....	<b>413</b>
Викенти Спасов, Илия Мрянков, Емил Асенов	
<b>OPTICAL NETWORK OF MACEDONIAN RAILWAYS - NEW TECHNOLOGIES</b> .....	<b>417</b>
B. Popovski, A. Risteski	
<b>ОТНОСНО УСЪВЪРШЕНСТВУВАНЕТО НА СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ЛЕНТОВИЯ ТРАНСПОРТ В ОТКРИТИ РУДНИЦИ</b> .....	<b>421</b>
Вяра Пожидаева, Славчо Дончев	

## СЕКЦИЯ ЧЕТВЪРТА

### БЕЗОПАСНОСТ И НАДЕЖДНОСТ НА ТРАНСПОРТА

<b>ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РИСКИ ВСТУПЛЕНИЯ СЛОВАКИИ В ЕВРОПЕЙСКУЮ УНИЮ</b> .....	<b>427</b>
Ладислав Шимах	
<b>МИНИМИЗАЦИЯ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ НА ОБОРУДОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ ПРИ ЗАДАННОМ УРОВНЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>431</b>
Александр Иванович Годяев	
<b>MULTIFRACTAL APPROACH TO SAFETY AND RELIABILITY ENGINEERING OF TRANSPORT EQUIPMENT</b> .....	<b>435</b>
Rashid Zainetdinov	
<b>APPROACH TO THE QUANTITATIVE RISK ANALYSIS OF A LEVEL CROSSING TRAFFIC PROCESS BY MEANS OF STOCHASTIC PETRI NETS</b> .....	<b>439</b>
R. SLOVAK, J. MAY, P. TOMAŠOV, E. SCHNIEDER	
<b>АНАЛИЗ НА ПУНКТОВЕТЕ С КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПРОИЗШЕСТВИЯ В ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА</b> .....	<b>445</b>
Тошо Качаунов, Ивайло Стоянов, Мирена Тодорова	
<b>УПРАВЛЕНИЕТО - ОСНОВНА АЛТЕРНАТИВА ЗА КОМПЛЕКСНО И СИСТЕМНО РЕШАВАНЕ НА ПРОБЛЕМИТЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ</b> .....	<b>449</b>
Николай Георгиев	
<b>ИЗСЛЕДВАНЕ И ОЦЕНКА НА РИСКА ПРИ ТРУДОВИЯ ПРОЦЕС В ТРАНСПОРТА</b> .....	<b>455</b>
Димитър Димитров, Ердоан Хаджиев	
<b>ИЗПОЛЗВАНЕ НА WEB-ОРИЕНТИРАН ИНСТРУМЕНТАРИУМ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЛОАТАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ</b> .....	<b>459</b>
Димитър Димитров, Ердоан Хаджиев	
<b>АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РАБОТНОТО МЯСТО В ТРАНСПОРТА</b> .....	<b>463</b>
Ердоан Хаджиев, Димитър Димитров	
<b>АНАЛИЗ НА НАДЕЖДНОСТТА НА КРЪГОВИ СТРУКТУРИ В S D H МРЕЖИТЕ</b> .....	<b>467</b>
Розалина Димова, Тодорка Георгиева	
<b>МЕТОД ЗА КОМУНИКАЦИЯ МЕЖДУ ПУЛТОВЕ ЕМЦ И МРЦ С ПК, С ЦЕЛ ИЗПОЛЗВАНЕ В ОБУЧАВАЩИ СИСТЕМИ</b> .....	<b>471</b>
Тедор Беров, Ердуан Хаджиев	
<b>ИЗПОЛЗВАНЕ НА WEB-ОРИЕНТИРАН ИНСТРУМЕНТАРИУМ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ДИСПЕЧЕРСКО РЪКОВОДСТВО НА ЕКСПЛОАТАЦИОННАТА РАБОТА В ТРАНСПОРТА</b> .....	<b>475</b>
Димитър Димитров, Теодор Кирчев	

<b>ОСОБЕНОСТИ НА ТЕРМИНАЛНИТЕ УСТРОЙСТВА ЗА GSM-R СЛУЖЕБНИ КОМУНИКАЦИИ .....</b>	<b>479</b>
Ивайло Топалов, Борислав Аврамов	

<b>КОМПЛЕКСНИТЕ РЕГИОНАЛНИ ПОДХОДИ ЗА СИГУРНОСТТА НА БАЛКАНИТЕ .....</b>	<b>485</b>
Софрон Софронов	

## СЕКЦИЯ ПЕТА

### КОМУНИКАЦИОННИ, ОСИГУРИТЕЛНИ И ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ В ТРАНСПОРТА

<b>ИНФОРМАЦИОННИ АСПЕКТИ И КОМУНИКАЦИИ В ПОДКРЕПА НА ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИЕ НА КРИЗИСНИ СИТУАЦИИ .....</b>	<b>491</b>
Антони Андонов, Зоя Хубенова	

<b>СИСТЕМНО-ИНФОРМАЦИОННИ АСПЕКТИ ЗА ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО НА ФУНКЦИОНИРАНЕ НА ЕРГАДИЧНИ СИСТЕМИ .....</b>	<b>495</b>
Зоя Хубенова	

<b>ПРИНЦИПЪТ НА ИНВАРИАНТНОСТТА ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА РАДИОКОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ С ОСИГУРИТЕЛНА ОТГОВОРНОСТ .....</b>	<b>501</b>
Антони Андонов, Илка Стефанова	

<b>ОПТИМАЛЕН ДИСКРИМИНАТОР НА ЪГЛОВИ КООРДИНАТИ .....</b>	<b>507</b>
Валентина Цекова, Емил Цеков	

<b>АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА ОТКАЗИТЕ В АНАЛОГОВА АТЦ СИСТЕМА А-29 ВЪРХУ НАДЕЖДНОСТНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....</b>	<b>513</b>
Георги Кокеров, Емил Ганев	

<b>КОНЦЕПТУАЛЕН АНАЛИЗ НА ПРОБЛЕМА ЗА СИГУРНОСТТА НА СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ .....</b>	<b>519</b>
Нели Стойчева, Христо Христов	

<b>ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДВУСТРАННИ НЕОГРАНИЧЕНИ РЕЛСОВИ ВЕРИГИ .....</b>	<b>525</b>
Неделчо Неделчев, Николай Николов	

<b>ПРОБЛЕМИ НА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ОБУЧЕНИЕ И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ВЪВ ВТУ „ТОДОР КАБЛЕШКОВ“ .....</b>	<b>533</b>
Ненчо Ненов, Евтим Горанов, Бенислав Ванев	

<b>КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕТО НА ВЛАКОВЕТЕ ПРИ НАЛИЧИЕ НА ЕДИН ВЛАК В МЕЖДУГАРИЕТО .....</b>	<b>539</b>
Иван Ненов, Маргарита Георгиева	

<b>НОВА СТРУКТУРА НА СИСТЕМА ЗА ОБМЕН НА ДАННИ В МЕТРОПОЛИТЕНА НА ГР. СОФИЯ .....</b>	<b>543</b>
Евтим Горанов, Елка Горанова	

<b>ЕКСПЕРТНИ СИСТЕМИ ЗА ДИАГНОСТИКА НА ПОВРЕДИ. ТРАНСПОРТНИ И ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ .....</b>	<b>547</b>
Красимира Швертнер	

<b>ОПРЕДЕЛЯНЕ ЗОНАТА НА ЕДНОВРЕМЕННО ПРИЕМАНЕ ПРИ НЕОГРАНИЧЕНИ РЕЛСОВИ ВЕРИГИ .....</b>	<b>551</b>
Иван Ненов, Емилия Димитрова, Нели Стойчева	

<b>ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА СЛЕДПРОФИЛАКТИЧНИТЕ ОТКАЗИ ВЪРХУ ГОТОВНОСТТА НА ВЪЗСТАНОВИМИ ТЕХНИЧЕСКИ СИСТЕМИ .....</b>	<b>555</b>
Борислав Бояджиев	

---

## СЕКЦИЯ ШЕСТА

### ИКОНОМИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ НА ТРАНСПОРТА

<b>УСПОРЕДНИТЕ ПЪТНИЧЕСКИ ПРЕВОЗИ И ЕФЕКТИВНОСТТА НА НАЦИОНАЛНАТА ИКОНОМИКА .....</b>	<b>561</b>
Петко Аврамов	
<b>ЕВРОПЕЙСКИЯТ ОПИТ И ПОСТИЖЕНИЯ В РАЗВИТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>565</b>
Христина Иванова	
<b>ЕВРОПЕЙСКИ МОДЕЛИ ЗА ПРЕСТРУКТУРИРАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦИТЕ .....</b>	<b>569</b>
Христина Иванова	
<b>НОВИТЕ ИКОНОМИЧЕСКИ УСЛОВИЯ НА РАБОТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ИНВЕСТИЦИОННАТА МУ ПОЛИТИКА .....</b>	<b>575</b>
Даниела Тодорова	
<b>МАРКЕТИНГОВИ ПРОУЧВАНИЯ НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР ЧРЕЗ АНАЛИЗИРАНЕ ДЕЙНОСТТА НА ОСНОВНИЯ КОНКУРЕНТ НА ПЪТНИЧЕСКИЯ ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ- АВТОБУСНИЯ ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>579</b>
Кирил Проданов, Явор Георгиев, Радослав Михайлов	
<b>TRANSECON - URBAN TRANSPORT AND LOCAL SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT (WWW.TRANSECON.ORG) .....</b>	<b>585</b>
Klementschtz Roman, Roider Oliver	
<b>CONSTRUCTION TIME INFLUENCE ON SOCIAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE INVESTMENTS .....</b>	<b>591</b>
Пора Mihaela	
<b>МАКРОИКОНОМИЧЕСКО РЕГУЛИРАНЕ И РАЗВИТИЕ НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР В БЪЛГАРИЯ .....</b>	<b>597</b>
Мария Славова-Ночева	
<b>IMPLEMENTATION OF THE „POINT TO POINT“ RAILROAD COSTING MODEL OF MACEDONIAN RAILWAYS .....</b>	<b>603</b>
Toni Usev	
<b>POINT TO POINT RAILROAD COSTING MODEL OF MACEDONIAN RAILWAYS .....</b>	<b>609</b>
Toni Usev	
<b>ИКОНОМИЧЕСКИ И ПРАВНИ АСПЕКТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО ПО НЕСЪСТОЯТЕЛНОСТ И ЛИКВИДАЦИЯ НА ТРАНСПОРТНА ФИРМА .....</b>	<b>615</b>
Десислава Йосифова	
<b>СЧЕТОВОДНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ЛИКВИДАЦИЯ НА ТРАНСПОРТНА ФИРМА .....</b>	<b>621</b>
Десислава Йосифова	
<b>ВЪВЕЖДАНЕ НА ПЛАТЕНО ПРЕМИНАВАНЕ ПО АВТОМАГИСТРАЛИТЕ В БЪЛГАРИЯ .....</b>	<b>627</b>
Полина Бекова	
<b>ОБЕЗЦЕНКА НА ДЪЛГОТРАЙНИТЕ МАТЕРИАЛНИ АКТИВИ В ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА ПРИ ИЗГОТВЯНЕ НА ГОДИШНИТЕ ФИНАНСОВИ ОТЧЕТИ .....</b>	<b>631</b>
Емилия Вайсилова	
<b>ПРЕОЦЕНКА НА ДЪЛГОТРАЙНИТЕ МАТЕРИАЛНИ АКТИВИ В ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА И СЧЕТОВОДНОТО Й ОТЧИТАНЕ .....</b>	<b>635</b>
Емилия Вайсилова	
<b>ПРОБЛЕМИ НА СЧЕТОВОДНОТО ОТЧИТАНЕ НА ЗДРАВНОТО ОСИГУРЯВАНЕ В ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА ...</b>	<b>639</b>
Валентина Станева	

**СЕКЦИЯ СЕДМА**

**ТРАНСПОРТНО ОБРАЗОВАНИЕ - СТРАТЕГИЯ И ПРИОРИТЕТИ**

<b>ОЦЕНКАТА НА КОМПЕТЕНТНОСТТА - ЕФЕКТИВЕН ИНСТРУМЕНТ В СИСТЕМАТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС ВЪВ ВТУ .....</b>	<b>645</b>
Николай Тончев, Владимир Дулов	
<b>ЕВРОПЕЙСКИЯТ ОПИТ В ПОДГОТОВКАТА НА ТРАНСПОРТНИ КАДРИ В БЪЛГАРИЯ .....</b>	<b>651</b>
Анна Джалева-Чонкова	
<b>НАСТОЯЩИТЕ ПОТРЕБНОСТИ И ИЗИСКВАНИЯТА КЪМ ПОЗНАНИЯТА В ОБЛАСТТА НА ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОЕНЕТО НА СТУДЕНТИТЕ ОТ МАШИННИТЕ (НО НЕ ТЯСНО МАШИНОСТРОИТЕЛНИТЕ) СПЕЦИАЛНОСТИ .....</b>	<b>655</b>
Васил Георгиев Димитров, Стефан Кирилов Даскалов	
<b>О НЕРАВЕНСТВАХ ТИПА ХАРДИ .....</b>	<b>661</b>
Красимир Николов	
<b>МОДИФИЦИРАНИ УРАВНЕНИЯ НА ЛАГРАНЖ ОТ II-РИ РОД .....</b>	<b>665</b>
Петър Колев	
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКОТО МОДЕЛИРАНЕ В ТРАНСПОРТА .....</b>	<b>669</b>
Драго Михалев	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКИ МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ЦЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧРЕЗ ПАЗАРНИ СРАВНЕНИЯ .....</b>	<b>673</b>
Драго Михалев	
<b>ИЗПОЛЗВАНЕ НА МЕТОДА НА „ГЛОБАЛНАТА СИМУЛАЦИЯ“ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФРЕНСКИ ЕЗИК .....</b>	<b>679</b>
Е. Таслакова	
<b>КОМПЮТЕРИЗИРАНА ЛАБОРАТОРИЯ ПО ДИСЦИПЛИНАТА МАШИНИ ЕЛЕМЕНТИ .....</b>	<b>683</b>
Иван Коларов	
<b>КАЧЕСТВЕН КОНТРОЛ И ТЕХНИЧЕСКИ ПРИЕМ НА СПИРАЧНИТЕ ДИСКОВЕ .....</b>	<b>688</b>
Владимир Александров, Ранко Раканович	
<b>ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА НЕИЗПРАВНОСТИТЕ НА ВАГОНИТЕ ВЪРХУ НЯКОИ ОТ ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ИМ ПАРАМЕТРИ .....</b>	<b>693</b>
Свилен Генков, Иванчо Симеонов	





„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ ПЪРВА**

***ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ  
И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТА***





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### TRIP GENERATION ANALYSIS IN THE RESIDENTIAL NEIBORHOOD OF “NOVA BITOLA”

**Dr. Nikola Krstanoski, Vaska Atanasova**

#### ABSTRACT

*As part of the project on the possibilities to introduce a Demand Responsive Public Transport in Bitola, a comprehensive survey of the travel demand has been done in the residential neighborhood of “Nova Bitola” in Bitola. It has included personal interviews, as well as counting of trips, made by public transport. The survey has been repeated three years in a row, which opens possibility to analyze the travel behavior over the time. The purpose of this article is to show the results of these surveys, as well as to identify and analyze some specifics, regarding the travel demand in Bitola.*

**Key words:** Travel demand, travel demand survey, categorical analysis, regression analysis

#### INTRODUCTION

The city of Bitola has built several new neighborhoods over the last two decades, to the southwest of its center. These neighborhoods have been named “Nova Bitola”, they cover an area of 430 ha and have about 25000 inhabitants [1]. The average distance to the center of the city is about 3 km. Though, there have been other complementary functions like elementary school, local market, etc., “Nova Bitola” is mostly residential area, and its residents have strong need to travel to the central and other areas of the city.

The existing public transport offers bad service to the residents of “Nova Bitola”. It operates with irregular headways that are sometimes longer than one hour even during the peak hours of the day. On many occasions, the residents of “Nova Bitola” have expressed their transportation problems trough the local media.

Given this background, at the Faculty of Technical Sciences in Bitola, a project [2] has been initiated to analyze the possibilities to introduce a Demand Responsive Public Transport in “Nova

Bitola”. This project has been financed by the Ministry for Education and Science of Republic of Macedonia.

As part of the project, a comprehensive survey of the travel demand in “Nova Bitola” has been performed. It has included personal interviews, as well as counting of trips, made by public transport. The survey has been repeated three years in a row, which opens possibility to analyze the travel behavior over the time. The purpose of this article is to show the results of these surveys, as well as to identify and analyze some specifics, regarding the trip generation in these new residential areas of Bitola.

#### TRAVEL DEMAND SURVEY

The travel demand survey was based on two techniques:

- Family interviews with interviewers visiting homes; and
- Interviews at the bus stations

These interviews were repeated three years in a row; that is in 1999, 2000 and 2001. The home in-

**Dr. Nikola Krstanoski** - Associate professor Faculty of technical sciences Bitola, Department for transport and traffic engineering; nikola.krstanoski@uklo.edu.mk; 7000 Bitola, Republic of Macedonia

**Vaska Atanasova** - Assistant Faculty of technical sciences Bitola, Department for transport and traffic engineering; vaska.atanasova@uklo.edu.mk; 7000 Bitola, Republic of Macedonia

interviews were performed over the weekends, while the interviews at the bus stops were done during a working day of the week. November and December were the months when all three surveys were done. The number of people involved into the survey is given in tables 1 and 2.

Table 1. Home interviews

Date	Number of persons interviewed
11.12.1999	356
02.12.2000	<b>324</b>
<b>15.12.2001</b>	<b>457</b>

Table 2. Bus stop interviews

Date	Number of persons interviewed
08.11.1999	326
08.11.2000	<b>222</b>
14.12.2001	<b>452</b>

The home interviewers were required to collect data (ask questions in face to face interview) on: the address, number of family members, family income, number of employed persons in the family, number of students, number of trips per day per family, vehicle ownership and so on.

The interviews at the bus stops were aimed specifically at the characteristics of the trips made by public transport: purpose of the trip, time of the trip, number of trips per day, whether the person could use his/her own vehicle and so on.

### TRIP GENERATION MODELLING

Based on the collected data, an attempt was made to build a trip generation model valid for “Nova Bitola”. Two different types of model were tested: a categorical analysis model and a regression model.

In order to apply the categorical analysis model, the families were divided into separate categories depending on the average income per family and the average number of trips per day. The data for each year of the survey were analyzed separately. (See tables 3, 4 and 5)

Table 3. Summary of the categorical analysis – number of families in a given category in 1999

Number of trips per day per family	0	2	4	6	Over 6
Income below 10000 denars*	8	54	35	21	20
Income between 10000 and 20000 denars	2	30	38	22	18
Income over 20000 denars	2	6	14	22	19

Table 4. Summary of the categorical analysis – number of families in a given category in 2000

Number of trips per day per family	0	2	4	6	Over 6
Income below 10000 denars*	8	38	29	14	21
Income between 10000 and 20000 denars	3	28	38	27	27
Income over 20000 denars	0	5	12	5	15

Table 5. Summary of the categorical analysis – number of families in a given category in 2001

Number of trips per day per family	0	2	4	6	Over 6
Income below 10000 denars*	15	88	31	7	11
Income between 10000 and 20000 denars	8	48	56	18	11
Income over 20000 denars	0	12	19	11	18

\* 1 Euro is around 62 denars

Given the data in tables 3, 4 and 5 the average number of trips per day per family, for each income category, and for each year of survey is given in table 6.

The average number of trips per each category, as well as totals, has been computed as weighted averages over the number of families per each category.

Table 6. The coefficient of regression is:

	1999	2000	2001
Income below 10000 denars	3,86	4,04	2,83
Income between 10000 and 20000 denars	4,43	4,76	3,66
Income over 20000 denars	9,21	5,62	5,17
Total average	5,15	4,58	3,55

$$R = \sqrt{R^2} = 0,54 \quad (3)$$

while the standard deviation is

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_r)^2}{k}} = \sqrt{\frac{7,1464}{12}} = 0,7717 \quad (4)$$

For more details on the analysis see [3].

Table 7.

As it could be expected, the results show that the families with higher income, make more trips per day in average. This can be seen over the entire period of three years. However, a very interesting result is the obvious trend of the reduction of the number of trips per day per family over the period from 1999 to 2000. This is true for both: each income category, as well as for the total averages per year.

There are several possible explanations for this decline of the number of trips. One is certainly the decline of the real average income per family as result of both: the increased unemployment rate and the decrease of the average salary per employee. Another important factor is certainly the worsening of the service of the public transportation. While during 1999 there had been all day service (with long irregular headways though), in 2000 and 2001, even this situation had gotten worse, since there was no service at all over some periods of the day. Thus the more expensive driving of own car or use of a taxi service, in combination with the reduced family standard, has forced people to reduce the number of trips per day.

In order to test the second trip generation model – the regression model – several combinations of independent variables were tested. The best results were achieved by the following regression model:

$$Y = a_0 + b_1 \cdot x_1 + b_3 \cdot x_2 \quad (1)$$

where

Y is the number of trips per day per family

$x_1$  is the average income per family

$x_2$  is the  $\log_{10}$  of the number of employed persons and students per family that need to travel out of “Nova Bitola” for going to work or school.

Based on the survey data and by application of the least sum of square method (see table 7), the resulting regression equation became:

$$Y = 6,91 - 0,00077 \cdot x_1 - 1,08864 \cdot x_2 \quad (2)$$

	y	$x_1$	$x_2$	$x_3 = \log(x_2)$	$y_r$
1	2.8	31	377	2.57634	4.0839
2	3.6	180	306	2.48572	4.0671
3	4.8	95	114	2.0569	4.5998
4	5	42	8	0.90309	5.8969
5	6	52	2	0.30103	6.5446
6	3.8	13	208	2.31806	4.379
7	4.1	106	215	2.33244	4.2913
8	4.7	132	306	2.48572	4.1043
9	5.6	67	14	1.14613	5.613
10	5.6	56	5	0.69897	6.1083
11	5	2	90	1.95424	4.7836
12	5.6	23	61	1.78533	4.9512
13	5.7	45	141	2.14922	4.538
14	5.9	38	25	1.39794	5.3613
15	7.2	52	5	0.69897	6.1114
Sum	75	934		25.2901	

## CONCLUSION

The analysis of the trip generation characteristics in “Nova Bitola” has shown several important results. Between the two tested trip generation models, the categorical analysis has showed better results and has proved itself as more convenient model in this case. The applied regression model showed relatively low coefficient of correlation and fairly higher constant of the regression, which tells that significant part of the dependant variable cannot be explained by the included independent variables.

A very interesting result of the analysis is the reduction of the average number of trips per day per family over the period of survey. This decline is probably due to the decrease of the real average income per family, but also due to the reduction of the public transportation service of the area. These obvious transport problems of the residents of “New Bitola” certainly call for immediate action by the

responsible authorities. The project [2] that has been undergoing at the Faculty for Technical Sciences in Bitola has been aimed in this direction.

#### REFERENCES

[1] “General Urban Plan of Bitola”, Public Enterprise for Spatial and Urban Planning, Bitola,

1998.

[2] “Demand Responsive Public Transport: Possibilities for introduction in Macedonian cities”, Principal Investigator Dr. Nikola Krstanoski, Faculty for Technical Sciences, Bitola, 2002.

[3] “Demand Responsive Public Transport: optimal model in case of city of Bitola”, Vaska Atanasova, Master Thesis, Faculty for Technical Sciences, Bitola, 2002.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### THE ANALYSIS OF THE BASIC VARIABLES OF THE TRAFFIC FLOW ON TWO-LANE HIGHWAYS IN DEPENDENCE ON THE DIRECTIONAL DISTRIBUTION

Marija Malenkovska Todorova, Cvetko Mitrovski

#### ABSTRACT

*This paper presents the results of our analysis how the basic variables of homogeneous traffic flow on a section of two-lane highway with ideal geometry, depend on the directional distribution. The results are based on the data obtained by our own simulation model and they are compared with ones presented in the relevant literature.*

**Key words:** capacity, directional distribution, simulation model.

#### INTRODUCTION

The impact of the directional distribution of traffic stream on the capacity of particular highways is not fully analyzed in relevant literature. As far as we know, this problem, in case of two-lane highways, for the first time was presented in [1]. There are few more materials like [2, 3], and [6] and [7] in which the analysis of this impact can be met.

This kind of variation of traffic stream is significant as a factor of impact on practical capacity (maximal flow of vehicles passing through a given section of roadway under real prevailing conditions). In such a way, the directional distribution of traffic stream presents one of the necessary factors for planning, designing,

exploitation and maintaining of two-lane highways in accordance with the traffic demand.

The authors of this article developed simulation model. The aim was to enlarge the knowledge from the mentioned field by analyzing the changes of the values of the basic parameters of homogenous flow on a section of two-lane highways with ideal geometry, in dependence on the directional distribution. The developed model is deterministic and microscopic, which means that all states of all the vehicles on a section are known in whole simulation time. The input of the model is generated by means of a generator of random numbers with Poisson distribution. The results of the simulation are presented in this article.

---

Marija Malenkovska Todorova - Ph.D. assistant professor, Faculty of Technical Science Bitola, Republic of Macedonia, [majat@sonet.org.mk](mailto:majat@sonet.org.mk)

Cvetko Mitrovski - Ph.D. assistant professor, Faculty of Technical Science Bitola, Republic of Macedonia, [Cvetko.Mitrovski@uklo.edu.mk](mailto:Cvetko.Mitrovski@uklo.edu.mk)

## DIRECTIONAL SPLIT AS A FACTOR OF IMPACT ON THE CAPACITY OF A SECTION OF TWO-LANE HIGHWAYS

The basic characteristic of two-lane highways is only one lane for use by traffic stream in each direction. This lane is located on the common pavement with a lane used by opposite traffic. This, in principle, means the same technical-exploitation characteristics. We use term in principle, because the conditions depend on the characteristics of sections in each direction. This dependence is, first of all, expressive on grades. This impact, in combination with directional distribution and the composition of traffic stream, is very important. It is even crucial, because it makes difficult, and in particular cases practically impossible the realization of passing. This is emphasized by the fact that directional distribution can be very expressed, even 80:20 or more, first of all on recreational access facilities,[3]. In support of this are the results of monitoring on two-lane highways in Yugoslavia, [5]. They pointed out that, only directional split is the reason for decreasing the capacity from 65% to 75% of the value which the same section would have when it is used for traveling in one direction. In such a way, certain variations appear in basic parameters of traffic stream. They are presented by the indicators which are competent for determination the quality of service of highways, and in this way on the capacity as one of indicators of that quality. The values of maximal flow and the ratio of capacity to ideal capacity in dependence on the directional distribution are presented in table 1,[2].

**Table 1**

DIRECTIONAL SPLIT	TOTAL CAPACITY (pcph)	RATIO OF CAPACITY TO IDEAL CAPACITY
50/50	2800	1,00
60/40	2650	0,94
70/30	2500	0,89
80/20	2300	0,83
90/10	2100	0,75
100/0	2000	0,71

The description of the legalities of changes of basic parameters of traffic flow in dependence on

directional distribution, for practically ideal conditions is obtained on the Faculty of Transport and Traffic Engineering in Belgrade.(table 2,[6]). It is based on the values of basic parameters of traffic flow for ideal directional split [2], as well as the results of measurements on the roads in Yugoslavia.

In the like manner, new-classical procedures for analyzing and calculation the practical capacity and the level of service on sections of two-lane highways, are based on the basic values of speed and density at maximal flows in dependence on directional split in practically ideal conditions,[6].

## ANALYSIS OF THE RESULTS WHICH ARE OBTAINED BY MEANS OF SIMULATION MODEL

Deterministic microscopic simulation model is developed for analysis of the legalities of movement of passenger cars on the basic section of two-lane highways with ideal geometry at practical capacity, for various directional distributions, starting from 50:50 uniformly directional split of traffic, up to extreme distribution of 100:0. The simulation is realized on sections with various lengths, various number of sections, time of simulation and directional split. The final values which have been obtained showed that the model is practically non sensitive on the length of the analyzed section, the number of control sections, the distance between them, the time and step of simulation, as well as the number of vehicles on the road on the beginning of the simulation.

The results which have been obtained for length of 6km, 60 control sections, 100m distance between them, 14.400s time of simulation, 15 and 13 vehicles in first and second lane at the beginning of simulation, are presented in the form of table and figures, (table 3, figures 1,2,3).

The value of flow in various lanes is changed in dependence on directional split. For example, for directional split of 50:50,  $\lambda = 1430$  PA/h. By changing the directional split, the value of flow on lanes are also changed, as well as average travel speed, according to table 2, whereas remaining values of initial parameters are the same.

As it can be seen from tables and figures, there is the high level of agreement between the values of parameters which are obtained by the simulation model and the results of researching on the Faculty of Transport and Traffic Engineering in Belgrade.



Table 2

$q_I/q_{II}$	FLOW			SPEED			DENSITY		
	$q_I$	$q_{II}$	C	$V_I$	$V_{II}$	$V_C$	$g_I$	$g_{II}$	$g_C$
50/50	1430	1430	2860	72.5	72.5	72.5	19.77	19.77	39.45
60/40	1628	1102	2730	74.2	76.2	75.0	21.94	14.46	36.40
70/30	1820	780	2600	76.0	81.0	77.5	23.95	9.62	33.56
80/20	1970	500	2470	78.8	85.0	80.0	25.00	5.88	30.88
90/10	2098	242	2340	81.8	89.3	82.5	25.65	2.71	28.36
100/0	2200	-	2200	85.0	-	85.0	25.88	-	25.88

Table 3

$q_I/q_{II}$	FLOW			SPEED			DENSITY		
	$q_I$	$q_{II}$	C	$V_I$	$V_{II}$	$V_C$	$g_I$	$g_{II}$	$g_C$
50/50	1467	1427	2894	61.25	61.36	61.3	23.95	23.25	47.20
60/40	1658	1112	2770	64.21	66.42	65.09	25.82	16.74	42.56
70/30	1873	767	2640	66.42	72.09	68.06	28.19	10.64	38.83
80/20	1963	530	2493	70.05	78.00	71.74	28.02	6.79	34.81
90/10	2131	257	2388	75.56	85.01	76.57	28.20	3.02	31.22
100/0	2238	-	2238	92.15	-	92.15	24.28	-	24.28

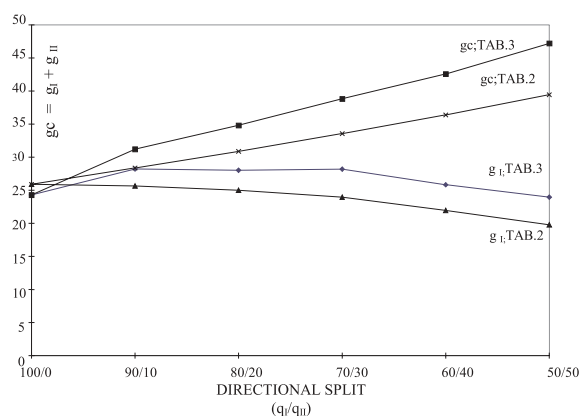
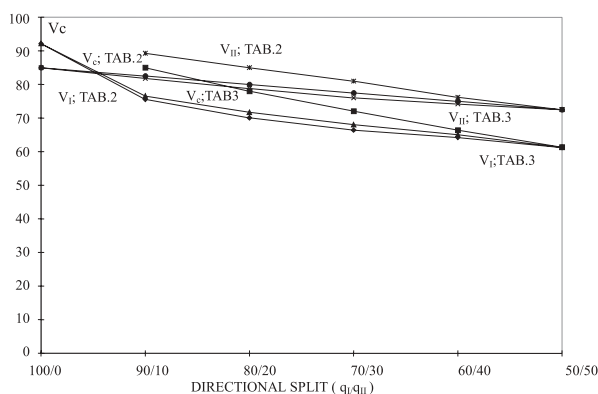


Figure 1: The relationship between the speed at capacity and directional split, which is obtained by simulation model (TAB.3) and investigation on the Faculty of Transport and Traffic Engineering in Belgrade (TAB.2)

Figure 3: The relationship between the capacity and directional, which is obtained by simulation model (TAB.3) and investigation on the Faculty of Transport and Traffic Engineering in Belgrade (TAB.2)

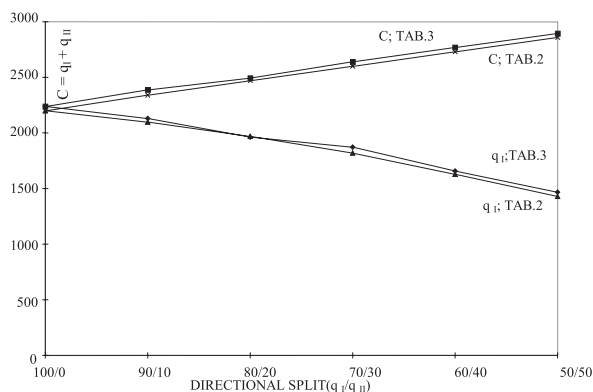


Figure 2: The relationship between the density at capacity and directional split, which is obtained by simulation model (TAB.3) and investigation on the Faculty of Transport and Traffic Engineering in Belgrade (TAB.2)

### CONCLUSION

1. The presented simulation model gives the description of the impact of directional distribution on the basic parameters of traffic flow in ideal road and traffic conditions. In such a way, it analyzes the legalities of movement of passenger cars on a basic section of two-lane highway with ideal geometry at practical capacity for various directional split, from 50:50 until 100:0.

2. The analysis of the obtained results pointed out the significant impact of the directional distribution on the values of basic parameters of traffic flow.

3. The values of basic parameters present high level of agreement with those which are presented

in HCM. They are also in agreement with description of the legalities of changing of basic parameters of traffic flow in ideal road and traffic conditions which have been obtained on the Faculty of Traffic Sciences in Belgrade.

4. The knowledge which are obtained with this analysis are significant for properly directing the evolution of road network with more rational dimensioning in measure of traffic demand and bier success in operative management with traffic flows.

5. The higher level of reality in the process of measuring of practical capacity and other indicators according to directional split, imply further improvement of the model in direction of using the relations which contain the elements of real technical-exploitation characteristics.

#### **REFERENCES:**

[1] Highway Capacity Manual 1985. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. 1985.

[2] Highway Capacity Manual 1994.

Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. 1994.

[3] Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. 2000.

[4] Kuzovic Lj, Teorija saobračajnog toka, IRO"Gradjevinska knjiga", Beograd, 1987.

[5] Kuzovic Lj, Topolnik D, Kapacitet drumskih saobračajnica, Saobračajni fakultet, Beograd, 1989.

[6] Kuzovic Lj, Kapacitet i nivo usluge drumskih saobračajnica, Saobračajni fakultet, Beograd, 2000.

[7] Kuzovic Lj, Prilog analizi osnovnih parametara saobračajnog toka na dvotracnom putu idealne geometrije pri toku PA jednakom prakticnom kapacitetu puta, u funkciji neravnomernosti toka PA po smerovima, Put i saobračaj, broj 1, str.3-8, Beograd, 1999.

[8] Malenkovska Todorova M, Prilog izucavanju uticaja neravnomernosti vrsnih saobračajnih tokova po smerovima na prakticni kapacitet deonica puteva, Doktorska disertacija, Saobračajni fakultet, Beograd, 2000.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРОГНОЗИРАНЕ НА ТРАФИК С ПОМОЩТА НА ИНТЕЛИГЕНТНИ МЕТОДИ

Димитър Иванов Радев, Светла Цонева Радева

#### АНОТАЦИЯ

*Предлага се един подход за прогнозиране на трафик, чиито характеристики имат случаен и хаотичен характер. Динамиката на изменение на потока на трафика се разглежда като временен ред, стойностите на който се прогнозират с интелигентни методи. Разработен е невро-фъзи подход, който е моделиран и симулиран на Fuzzy Logic Toolbox на MATLAB. Получени прогнозни решения за потока на трафика с висока степен на достоверност.*

**Ключови думи:** трафик, временни редове, случайни процеси, невронни мрежи, фъзи логика, теория на масовото обслужване

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Понятието *трафик* се свързва с групово използваните обслужващи системи, при които поведението на елементите се описва със случайни процеси. Трафикът е величина, която служи за мярка за натоварването и използването на широк клас от системите за масово обслужване – битови, транспортни, комуникационни, космически и др. [1, 5, 6, 20, 21, 24].

Аналитичните методи позволяват да се решават задачи от теорията на трафика само когато структурата на системата, механизмът на обслужване и характеристиките на входящия поток са сравнително прости [14]. В този случай се съставя система уравнения за вероятностите на състоянията при статистическо равновесие, допусканията и ограниченията. За оценката на състоянието на сложни системи се използва имитационно моделиране, реализирано

на база на планиране и прогнозиране на трафика с помощта на временни редове [2, 3, 4, 7, 8, 9, 10]. Характеристиката на тези временни редове в общия случай има случаен и хаотичен характер, поради което те нямат точно дефиниран период, не може да се говори за сходимост или отклонение на реда, а траекторията им е високо чувствителна на първоначалните условия. Това е причината, проблемът да бъде отнесен към интелигентните компютърни методи за получаване на решение и да бъде решаван с помощта на фъзи модели и невронни мрежи [15, 16, 17, 18, 19].

В настоящата работа се предлага приложен интелигентен подход за прогнозиране на потока на трафик с временни редове, основан на една комбинирана невро-фъзи мрежа. При такъв клас мрежи моделът съпоставя входните характеристики с определена типова функция на принадлежност и ги обработва с помощта на фъзи пра-

доц. д-р инж. Димитър Иванов Радев - Русенски университет "Ангел Кънчев", катедра "Комуникационна техника и технологии", 7017 Русе, ул. "Студентска" 8, тел: 02 54 88 67, E-mail: dradev@abv.bg

доц. д-р Светла Цонева Радева - Университет по Архитектура Строителство и Геодезия, катедра "Автоматизация на инженерния труд", 7017 София, бул. "Хр. Смирненски" 1, тел: 02 510 987, E-mail: svetla\_fce@abv.bg

вила. На изхода на модела се генерира изходна функция за принадлежност, която се обучава от невронна мрежа до постигане на достоверно решение.

## СЪЩНОСТ НА ПРЕДЛАГАНИЯ ПОДХОД

Предложеният подход се основава на комбинация на двата най-разпространени интелигентни метода, като се комбинират техниките за невронно адаптивно обучение и правилата на фъзи моделиране, позволяващи да се извлече информацията от определен набор данни и да се обработи с помощта на функцията за принадлежност.

При структурирането на модела се използва адаптивната невро-фъзи функция за изводи *anfis*, която работи в средата на *Fuzzy Logic Toolbox* на *MATLAB* [11,12,13]. Въз основа на входно-изходните данни тази функция моделира фъзи система, чиито параметри на функцията за принадлежност се настройват едновременно с алгоритъма за обратното разпространение на грешката самостоятелно и (или) в комбинация с метода на най-малките квадрати [22, 23].

Параметрите на функцията за принадлежност на фъзи модела се променят в процеса на обучение невронна мрежа. Пресмятането и настройката на тези параметри се извършва от един градиентен вектор, който измерва степента на достоверност на набора входно-изходни данни от параметрите на фъзи модела. След като градиентният вектор достигне някаква стойност, се прилагат различни оптимизационни цикли за настройване на параметрите на мрежата така, че да се намали измерената грешка. Грешката се дефинира като сума от квадратичната разлика между реалния и желанния изход.

Предлаганият подход съдържа следните етапи:

1. Поставят се входните характеристики на параметричния модел в съответствие с функциите за принадлежност.
2. Избират се правилата за фъзификация.
3. Определят се изходните функции за принадлежност на фъзи мрежата.
4. Задават се входни данни, с които функцията *anfis* се обучава масив от реалните данни за временния ред. За получаване подобряване адекватността на модела е необходимо, параметрите за обучение на функцията за принадлежност да отразяват цялото разнообразие от входни данни.

5. Изгражда се прогнозен модел с обучената вече функция *anfis*, който се тества с цялата съвкупност от реални входни данни за временния ред.

6. Изчислява се и оценява се точността на модела.

## ПРОГНОЗИРАНЕ НА ВРЕМЕННИТЕ РЕДОВЕ

При прогнозиране потока на трафика с мощта на временни редове е необходимо да знаем стойността на реда до определен момент от време  $t$ , за да бъдат прогнозирани стойностите от определена точка нататък  $t+P$ . Стандартните методи за такъв тип прогнозиране дават възможност за изчертаване от образец от  $D$  точки, които да се подберат за всеки  $\Delta$  интервала от време (1),

$$(x)(t - (D - 1)\Delta, \dots, x(t - \Delta), x(t)) \quad (1)$$

за прогнозиране на бъдещата стойност  $x(t+P)$ .

За илюстриране на предлагания метод е разгледан потока на трафик при обработване на видеоизображения (фиг. 1). Следвайки преобразованията за прогнозиране на временния ред (1), се задават стойности за  $D=4$  и  $\Delta=P=6$ . За всяко  $t$  входните обучени данни от функцията *anfis* на *MATLAB* представляват четримерен вектор, представен в уравнение (2).

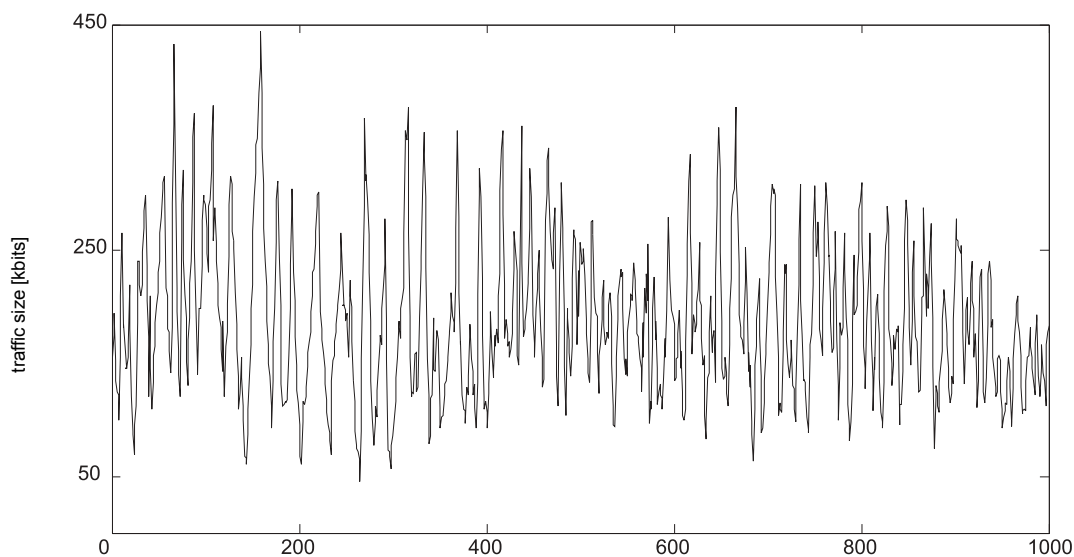
$$W(t) = [x(t - 18)x(t - 12)x(t - 6)x(t)] \quad (2)$$

Изходните обучени данни съответстват на траекторията на прогнозата:

$$S(t) = x(t + 6) \quad (3)$$

Предлага се прогнозен модел, при който имаме 800 стойности от експерименталните данни, като първите 400 са масив, който се използва за обучение. Останалите 400 стойности се използват за проверка на достоверността на предлагания фъзи модел. За всяка стойност  $t$  на временния ред в интервала (118 – 917), се създават масивите *trnData* и *chkData*, чиито първи компонент е четримерният входен вектор  $W$ , а втори компоненти са изходните прогнозирани стойности  $s$ :

```
for t=118:917,
Data(t-117,:)= [x(t-18) x(t-12) x(t-6) x(t) x(t+6)];
end
trnData=Data(1:400, :);
chkData=Data(401:end, :);
```



Фиг.1. Входни данни за прогнозираня трафик

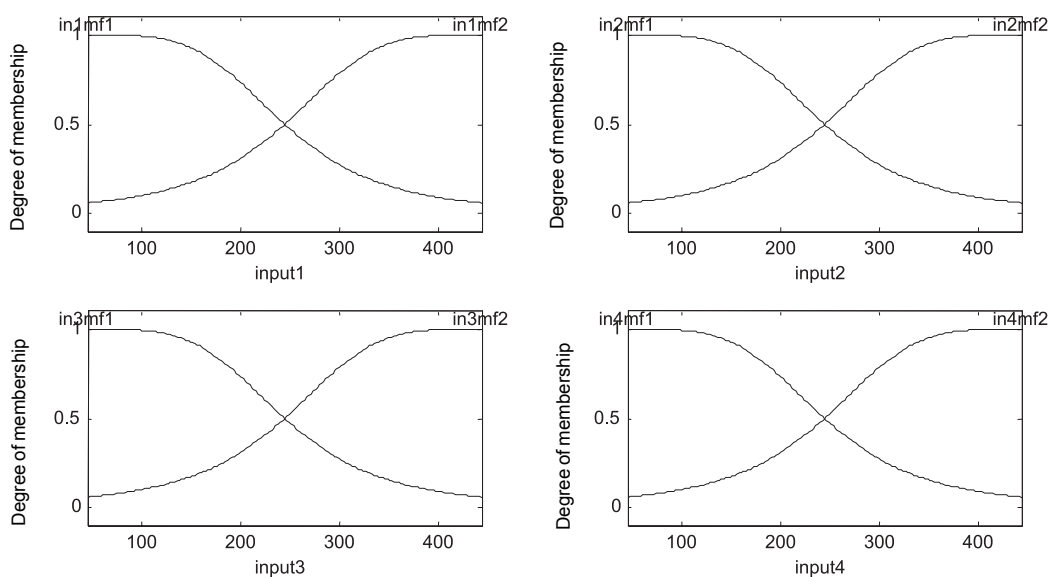
### ОБУЧЕНИЕ НА МОДЕЛА ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА ТРАФИК

За стартиране на процеса на обучение се извиква функцията FIS, която е изградена като структура на функцията *anfis*,

```
fismat = genfis1(trnData);
```

която има 104 параметъра и 16 фъзи правила.

За достигане на добри възможности за обобщение е важно да се разполага с определен брой обучени данни, като броя на точките трябва да бъде няколко пъти по-голям от броя на параметрите, които ще бъдат оценявани. В този случай коефициентът между данни и параметри е около 4 (400/104). Функцията *genfis1* генерира началните функции за принадлежност (фиг.2).



Фиг. 2. Начални функции на принадлежност

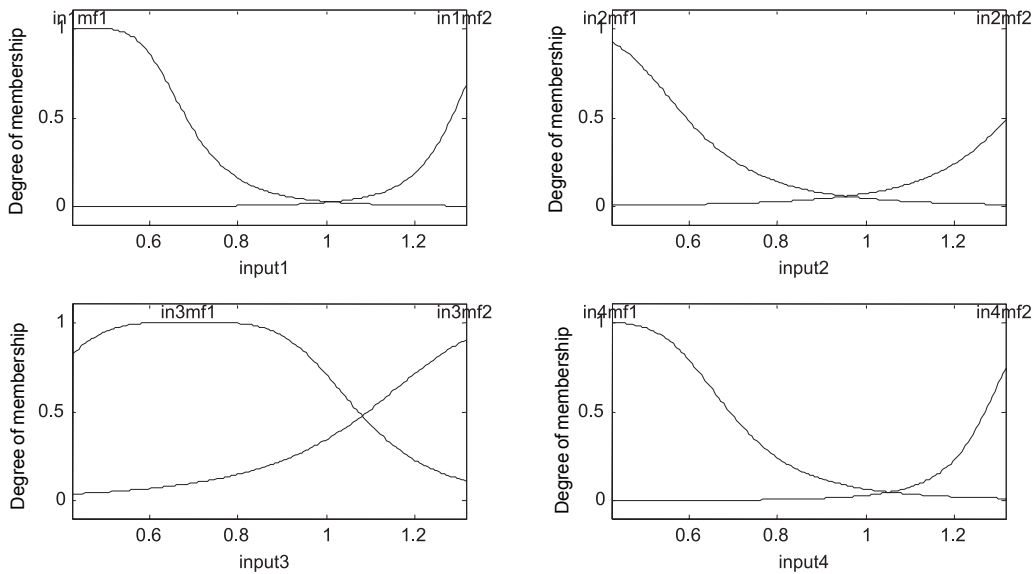
Те препокриват цялото входно пространство и се изчертават с командите:

```
subplot(2,2,1)
plotmf(fismat, 'input', 1)
subplot(2,2,2)
plotmf(fismat, 'input', 2)
subplot(2,2,3)
plotmf(fismat, 'input', 3)
subplot(2,2,4)
plotmf(fismat, 'input', 4)
```

Обучението на изградения модел за прогнозиране се стартира с командата:

```
[fismat1,error1,ss,fismat2,error2] = ...
anfis(trnData,fismat,[200],[],chkData);
```

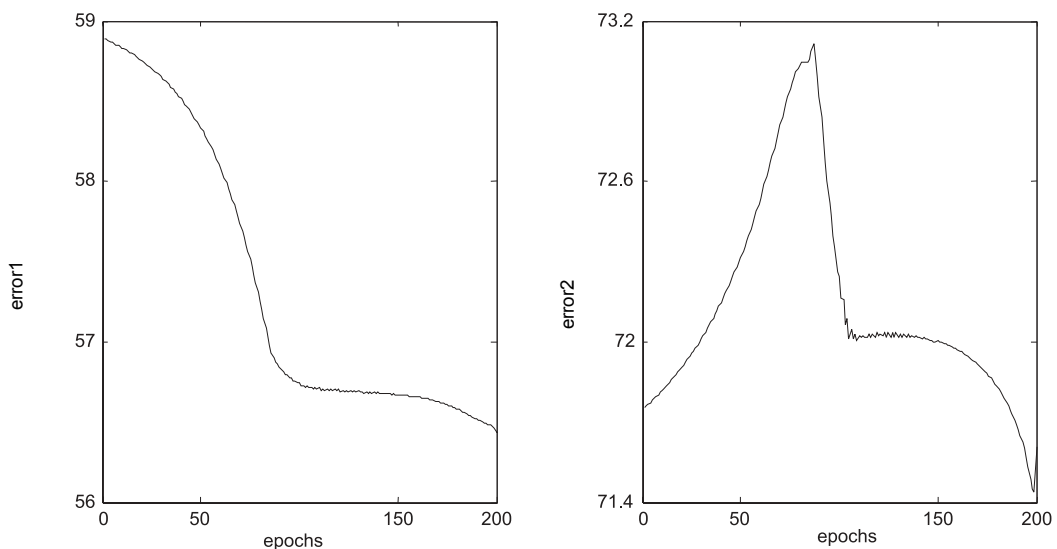
Тук error1 и error2 е средноквадратичната грешка респективно при обучението и проверката на данните. Обучените функции за принадлежност се запазват в масива *fismat2* и имат вида, показан на фиг.3..



Фиг. 3. Обучени функции на принадлежност

Приложено е разширено обучение (200 епохи), за да се получат представителни резултати Освен изчертаването на изходната FIS версия на обучените и проверените данни функциите

на принадлежност на фъзи модела, може да се покаже и влиянието на епохите на обучение върху средноквадратичните грешки на обучените *error1* и проверените *error2* данни (фиг. 4).



Фиг.4. Средноквадратична грешка на оригиналния и прогнозирания временни редове

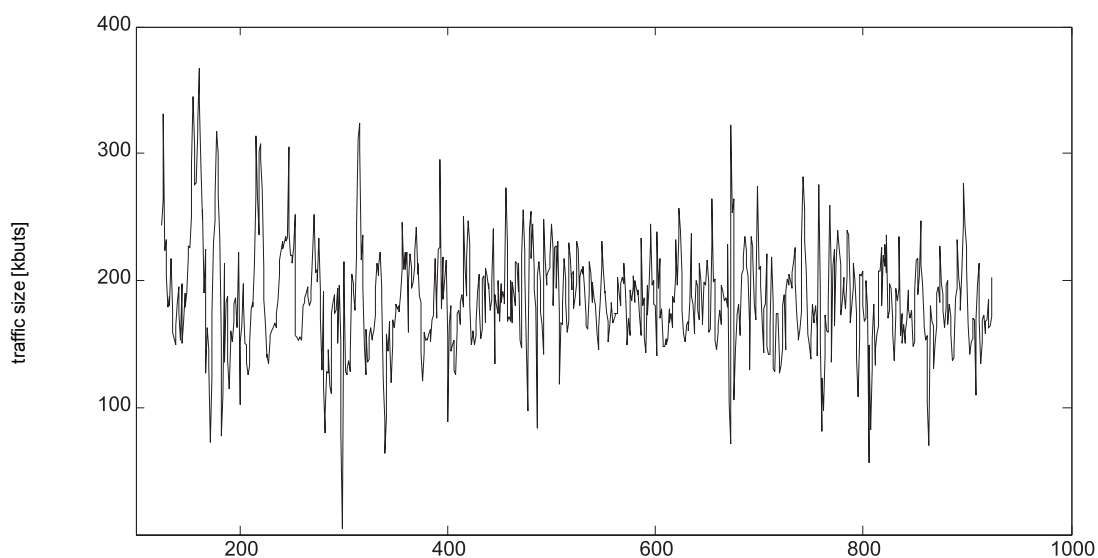
За сравняване на оригиналния и прогнозния временен ред последователно се изпълняват командите:

```
index = eye(200,1);
index(:,2)=1:200;
subplot(2,2,1), plot(index, error1);
subplot(2,2,2), plot(index, error2);
anfis_output = evalfis([trnData; chkData],
fismat2);
```

Обикновено изборът на данни за проверка

от *anfis* се включва така, че да се минимизира проверката. Грешката при прогнозиране е показана на втората графика с много по-фина скала. Необходимо е да се отбележи, че прогнозната грешка силно зависи от броя на епохите на обучение. В конкретния пример тя започва да намалява едва след първите 100 обучения на функциите за принадлежност.

Разликата между оригиналния и генерирания от *anfis* временен ред може да се наблюдава след изчертаване на *anfis\_output* (фиг. 5):



фиг.5. Прогнозни резултати за потока на изследвания трафик

```
Y = eye(800,1);
Y(:,2)=125:924;
```

```
plot(Y, anfis_output);
```

Когато тази разлика е много малка, желателно е изчертаването на двата трафика да става на един екран.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Предлага се комбиниран невро-фъзи метод, който е подходящ за обработка на случайни временни редове, при които е възможно да бъде извършено обучение на интелигентния модел с достатъчно репрезентативно подмножество от данни, след което да бъде получено достоверно решение на базата на стартиране на модела с цялата съвкупност

от данни.

- Разработени са програми, позволяващи прогнозирането на временни редове по предложения подход. Такива временни редове намират широко приложение в транспортните и комуникационните системи при прогнозиране, моделиране и планиране на потока на неравномерно разпределени трафици (денонощен, седмичен, месечен, годишен и др.).

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Ackley D.H., Hinton G.E. and Sejnowski T.J. A Learning algorithm for boltzmann machines, *Journal of Cognitive Science*, Vol. 9., 1985, pp. 122 - 147.
- [2] J Bezdek, Editorial: "Fuzzy models-what are they and why?" *IEEE Transactions on Fuzzy*

*Systems*, Vol. 1, No.1, Feb. 1993, pp 1-6.

[3] C. B. Brown and J. T. P. Yao, “Fuzzy sets and structural engineering.” *Journal of Structural Engineering, ASCE*, No 109, 1983, pp.16-28.

[4] Bruneel, H.: Discrete-Time models for communicating systems including ATM, Kluwer Academic Publishers, Norwell 1993.

[5] Chen L., Xu L. and Chi H., Improved learning algorithms for mixture of experts in multiclass classification. *Neural Networks 12*, 1999, pp. 1229 – 1252.

[6] Cichocki A. and Unbehauen R. *Neural networks for optimization and signal processing*, John Wiley & Sons, Chichester 1993.

[7] Fahlman S. E. Faster learning variations on back propagation: an empirical study *Proceeding of 1988 Connectionist Models Summer School*, Morgan Kaufmann Los Altos CA, 1988, pp. 38 – 51.

[8] Gnedenko, B. *Handbuch der Bedienungstheorie*, Akademie Verlag Berlin 1993.

[9] Hecht Nielsen R. Data manifolds, natural coordinates, replicator neural networks, and optimal source coding, *ICONIP 96*, 1996, pp. 126 - 142.

[10] Hertz J., Krogh A. and Palmer R.G. (). *Introduction to the theory of neural computations*, Addison Wesley, Redwood City, California, USA, 1991.

[11] Jang, J., C., Sun. “Neuro-fuzzy modeling and control,” *Proceedings of the IEEE*, 1995.

[12] Jang, J. “ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems,” *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 23, No. 3, 1993, pp.665-685.

[13] E. Kim and M. J. S. Park, “A new approach to fuzzy modeling.” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 5, No.3, Aug. 1997, pp. 328 - 337.

[14] Marinov, M. A technology for designing multimedia information systems. *Proceedings of the SAER’99*, Varna, 1999, pp.198-202.

[15] Radeva, S. T, and D., Radev. Fuzzy Random Vibration of Hysteretic System Subjected to Earthquake. *Proceedings of the IEEE Symposium*

“Intelligent Systems”, Vol. I, Varna, 2002, pp. 130-135.

[16] Radeva, S. T. and D., Radev. Determining the earthquake recurrence relationship on the fuzzy sets. *Proc. Of the International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech*, 2002, pp. III.22-1 - III.22-5.

[17] Sugeno M. and T Yasukawa, “A fuzzy-logic-based approach to qualitative modeling.” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 1, No.1, Feb. 1993, pp. 7-13.

[18] Vassileva S. T., “Defining of earthquake recurrence relationships from fuzzy earthquake magnitudes.” *Proc. IFAC Workshop DECOM-TT*, Macedonia, 2001, pp. 227–232.

[19] Vassileva S. T. Predicting Earthquake Ground Motion Descriptions Through Artificial Neural Network for Testing the Constructions. *Structural Engineering, Mechanics and Computation*, Vol.2, Elsevier, 2001, pp. 927 - 934.

[20] Радев, Д. Един подход за прогнозиране свойствата на трафика в широколентовите цифрови мрежи. *Автоматика и информатика, САИ’2002*, София, (под печат).

[21] Радев, Д., С. Ц. Радева, Моделиране на АТМ източници с помощта на невронни мрежи. *Автоматика и информатика, САИ’2002*, София, (под печат).

[22] Радева, С. Ц. Изчисляване на матрицата на теглото на невронна мрежа за изравняване на ресурса, Сб. на Научната конференция с международно участие, ВСУ’2002, том 1, стр. 21-26.

[23] Радева, С. Ц. Оптимизация на множителя на Лагранж посредством създаването на матрични модели за мрежови графици с помощта на невронна мрежа, Сб. на Научната конференция с международно участие, ВСУ’2002, том.1. стр. 15-20.

[24] Радева, С. Ц. Оптимизация на мрежови графици посредством матрични модели генерирани с невронна мрежа. *Списание “Строителство”* No. 4, 2002, стр. 7-12.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕЛЕМЕНТИ ОТ ОЦЕНКА НА РАЗПИСАНИЯТА НА АВТОБУСНОТО ДВИЖЕНИЕ В ГОЛЕМИТЕ ГРАДОВЕ

Николина Драгнева, Димитър Симеонов

#### АНОТАЦИЯ

*Системата “Обществен пътнически транспорт” е една от най-сложните системи, създадени от човека. По своя характер тя е важна подсистема на транспортната система на съвременното общество. Тази система произвежда услуга. Качеството на транспортната услуга се изразява в реализиране на пътуването, в нужното време за извършването му, с необходимата редовност, честотата, бързината и цена.*

**Ключови думи:** пътнически транспорт, транспортна услуга, качество

#### СИСТЕМА “ОБЩЕСТВЕН ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ”

“Общественият пътнически транспорт” като сложна система съдържа елементите: подвижен състав, пътища, кръстовища, средства за регулиране на уличното движение, производствена база за ремонт на подвижния състав. В реални условия сложните системи функционират под въздействието на голям брой случайни фактори. Източниците за това се явяват: въздействие на външна среда, грешки и отклонения на различни величини, възникващи вътре в системата. Тук попадат случайните отклонения и преразпределение на пътничкопотока, промяна в климатичните условия, организационни проблеми и др. Главната цел на управление на системата “Обществен пътнически транспорт” е да се постигне дадено качество на удовлетворяване на потребностите от пътуване. Качеството “удовлетворяване на потребностите от пътуване” се изразява в показатели, които са многообразни и характерът им определя такива мерки, които са насочени към по-добро обслужване. Системата от показатели, управляващи качеството на пътническите превози са: време за

придвижване, регулярност на движението на транспортните средства, пътничковместимост на подвижния състав и безопасност на движението. Системата “Обществен пътнически транспорт” произвежда услуга, от чийто качества, които тя предлага зависи обема на потреблението и. Тази услуга има конкретна потребителна стойност в определено време и дадено направление, което ограничава възможностите и за заместване на пазара. Качеството на транспортната услуга се оценява с **вътрешна** характеристика - свързана с технологията на пътуването, времето за извършване на пътуването, редовност и честота на превозите, бързина на обслужването, достъпност на услугата, ниска цена и със **външна** характеристика – а именно кой е потребителят и колко ценна е за него, за да я предпочита пред другите алтернативи за задоволяване на потребността от пътуване-лични автомобили, леки таксите, придвижване пеша и др.

Повишеното качество на пътническите превози съдейства за правилното организиране и нормалното функциониране на различните отрасли на националната икономика и на системата за обществено обслужване.

Активизацията в обществения живот, специализацията и концентрацията в производството, развитието на селищните системи, пътнико и товарните потоци поставят завишени изисквания към комуникационно-транспортни системи.

### ОЦЕНКА НА ЕЛЕМЕНТИТЕ ОТ РАЗПИСАНИЯТА ЗА ДВИЖЕНИЕТО НА АВТОБУСИТЕ НА ТЕРИТОРИЯТА ТА ГР. БУРГАС

Територията на Община Бургас е с висока степен на транспортна съоръженост, в която значителен е приносът на пътната мрежа със структуриращата си функция в мрежата от населени места и осигуряваща връзките на национално, регионално и локално равнище. Конфигурацията на изградената пътна мрежа на територията на Община Бургас е ориентирана към обслужване на промишлените и транспортни мощности, концентрирани предимно в центъра. Ролята и значението на масовия градски пътнически транспорт за правилното функциониране на гр. Бургас са огромни, тъй като според социологически проучвания около половината от пътуванията се извършват с обществен транспорт.[1] Територията на града и прилежащите квартали се обслужва от 18 автобусни и една тролейбусна линия. При съществуващата структура на гр. Бургас – жилищни комплекси, индустриални зони, пристанищен район, ЦГЧ, зони за отдих, наличието на множество естествени водни прегради - ролята на масовия градски пътнически транспорт е значима.

Предмет на настоящото изследване са показателите, формиращо по- високо качество на транспортната услуга. Системният подход позволява да се изследват някои по- важни показатели, които позволяват да се намали съпротивлението от придвижването, респективно времето за придвижване, пряко свързано с транспортната умора на пътниците и сниженото качество на услугата.

Техническите показатели, които характеризират съвършенството на техническите решения за транспортната мрежа на гр. Бургас са дадени в (табл. 1). Стойностите им показват добро удобство при използване, достъпност на пътниците до директен маршрут при предпологано ниво на транспортно обслужване, като влияят най – вече на времето необходимо за придвижване пеша и пътуването с обществен транспорт.[2]

Времето за очакване на транспортното сред-

ство  $t_{оч}$  се обуславя от интервала  $I$  на движение по маршрута и средният интервал на движение общо за мрежата.

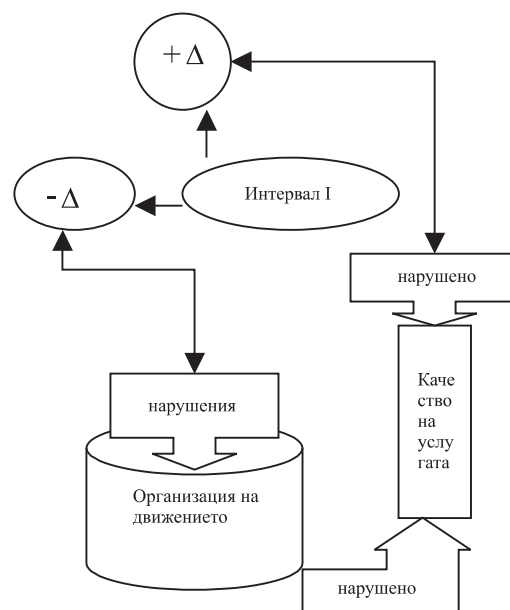
$$t_{оч\ min} = 0; t_{оч\ max} = I \quad (1)$$

Интервалите на движение са случайни величини, изменящи се по много причини прати невъзможността да се реализира 100% регулярност на движението.

Организацията на работата на автобусите на линията изисква разработването на разписание, регламентиращо режима на движение на автобусите по маршрута, престоя им на спирките, интервала на движение и количеството на подвижния състав. Разписанията се изготвят въз основа на данните за пътничопотоците и се съобразяват с тяхната неравномерност.

Показатели	Стойност	Норматив
Плътност на транспортната мрежа - $km/km^2$	2,77	1,5-2,0
Маршрутен коефициент	3,23	2,95-4,88
Пешеходна достъпност- km	0,300	0,340 - 0,476

Те отчитат особеностите на маршрута, денонощните, седмични и сезонни колебания на потребностите от пътувания както и пътничковместимостта на използвания по линиите подвижен състав.

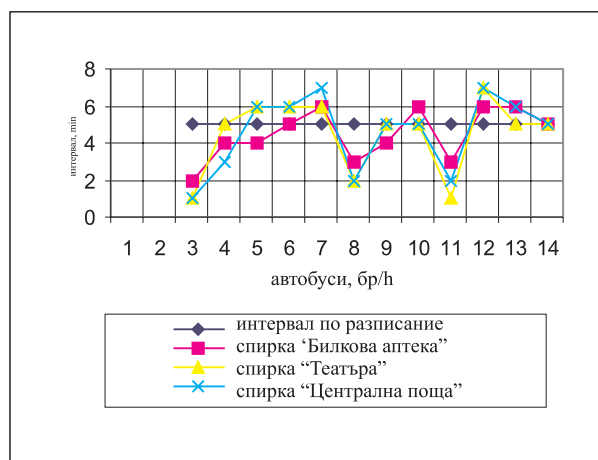


фиг.1 Влияние на изменението на интервала върху качеството на транспортната услуга

В реални условия върху предварително зададените параметри за движението на градския пътнически транспорт действат голям брой случайни фактори като въздействие на външната среда, грешки и отклонения на различни величини, възникващи вътре в системата. При движението на автобусите по маршрута се наблюдават отклонения от зададения интервал по разписание поради промяна на техническата и маршрутната скорост, което съществено влияе върху качеството на транспортната услуга /фиг.1/ .

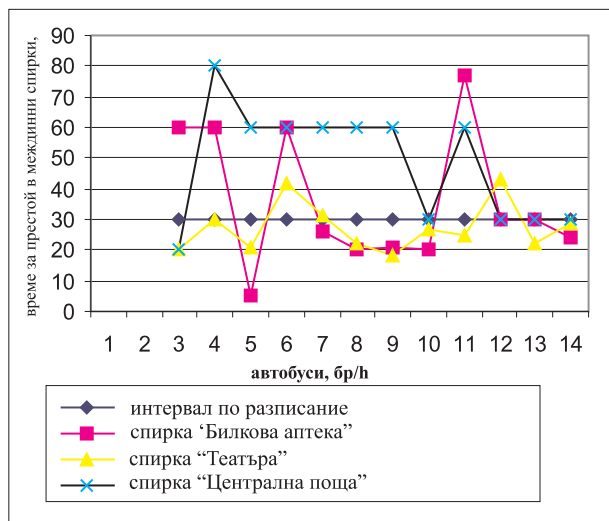
Нарастването на броя на автомобилите и тяхното използване при съществуващата улична мрежа води до възникването на сериозни транспортни проблеми. Наблюдават се задръжки в “лимитиращите точки”- кръстовища, спирки, стеснени участъци и др., което увеличава времето за пътуване, разхода на гориво, износването на транспортните средства и създава сериозни екологични проблеми.

За да се получи реална представа върху обстановката в която се извършват градските пътнически превози е изследвано реално движение по участък от уличната мрежа на гр. Бургас в ЦГЧ, където преминават няколко маршрута от градския и извънградския транспорт. Автобусните линии 12 и 211 са “най- тежките” от вътрешноградската маршрутната мрежа поради голямата дължина на маршрута, честотата на спирките и големият пътникопоток и пътникообмен в ЦГЧ. Интензивността на движението е 1200 А/ h , а средна техническата скорост на потока е около 29,4-30 km/ h. На дължина от 1200 m са разположени 3 регулирани и 7 нерегулирани кръстовища, както и три стоянки за леки таксита Транспортният поток е смесен, но



Фиг.2 Отклонения на интервала от интервала по разписание за един час “ пик”

с преобладаващ дял на леките автомобили (78%). Този булевард е с по две платна в едната посока с изчерпана пропускателна способност в пиковите часове , с множество пешеходни пресичания и е избран след селектиране на разделената на участъци улична мрежа по утежнените условия за движение. На фиг.2 се виждат отклоненията на интервала от зададения по разписание за един час в сутрешен пик между 7<sup>30</sup> часа и 8<sup>30</sup> часа по три спирки с голям пътникообмен в направление от жилищните комплекси към центъра ( + Δ =2 min; - Δ = 4 min ). Тези данни са осреднени за седмично наблюдение при което не са регистрирани отклонения от интервала по разписание при тръгване от началната спирка. На фиг.3 са посочени времената за престой по същите спирки от маршрута, като за нормативно време е прието 30 секунди,



фиг. 3 Време за престой в междинни спирки

а наблюдаваните отклонения са: от 18 секунди до 77 секунди. Причините за посочените резултати са: във високата интензивност на уличното движение, малкото разстояние между регулираните кръстовища и големият брой пътници. Съществено влияние оказват множеството пешеходни пресичания, неправилно паркирани или спрели автомобили. Наблюдава се голямата неравномерност на пътникопотоката през дните от седмицата и часовете на денонощието. През активния туристически сезон нараства транспортният поток от транзитно преминаващите транспортни средства, а пешеходният поток става неконтролируем, което допълнително усложнява и утежнява условията за качествено транспортно обслужване.

При недостиг на автобуси, поради технически причини се налага промяна на интервала по разписание с цел да се компенсира с най-малки неудобства нарушената регулярност.

От друга страна такива отклонения може да са в резултат на висока плътност на потока, невъзможност на автобусите да се включат или да излязат от него.

### **ИЗВОДИ:**

1. Скоростта на движение трябва да се поддържа в определени граници с помощта на подходяща организация, за да не се нарушава разписанието;

2. Чрез промяна на скоростта в определени граници са възможни корекции в полза на критериите за качество на пътническите превози;

3. Глобалните градоустройствени решения могат да доведат до глобална координация;

4. Отклонения на транспортните и пътническите потоци за определени часове от денонощието или участъци от уличната мрежа е предпоставка за равномерност;

Неравномерността на пътническия

1. по участъците на маршрута създава условия за различно качество.

Точността с която се движат превозните средства е важен показател и може да се разглежда като разновидност на редовността, но в съчетание със сигурност и скорост. Това изгражда необходимото доверие у пътниците и съдейства за ограничаване на използването на индивидуалния транспорт и за подобряване на екологичното равновесие между човека и природата. За последните двадесет години се наблюдава близо 50% увеличение на превозените пътници с автобусен транспорт, поради безспорните му предимства: гъвкавост, скорост, надеждност и подходяща цена.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Димитър Симеонов, Николина Драгнева. Лекият таксиметров превоз, като елемент на системата “Обществен пътнически транспорт”, том VI, Годишник БСУ, 2001.

[2] Николина Драгнева. Измерител на качеството на транспортната услуга от системата “Обществен пътнически транспорт”, том I, Юбилейна научна конференция с международно участие “Университетът през третото хилядолетие” 10 години БСУ, 2001.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ В КАЧЕСТВЕ КАСКАДА ЛИНИЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Ладислав Новак

#### АННОТАЦИЯ

*Железнодорожное движение подвергается ряду случайных явлений, следствием которых является нарушение его бесперебойности. К этому принадлежат технические и технологические дефекты, влияния природы, человеческие безуспешности или умышленная разрушительная деятельность. Новым явлением имеются и воровства частей железнодорожного путевого оснащения. Моделирование и симулирование железнодорожного движения необходимо принимать во внимание эти влияния и учитывать их во время формирования модели моделирования. Железнодорожный участок пути в этих случаях считается линией массового обслуживания.*

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, симулирование транспортных процессов, случайные явления

#### ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

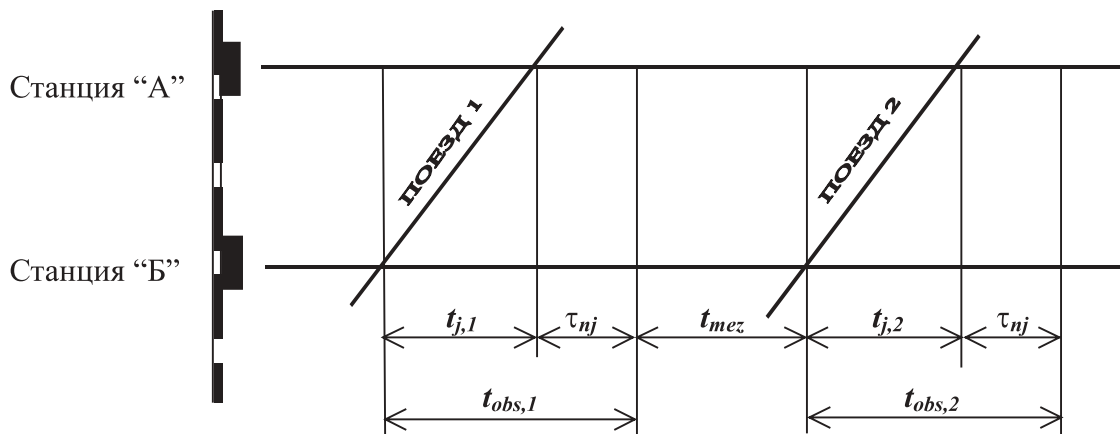
Железнодорожный транспорт подвержен влиянию разных случайных – стохастических явлений. В этом числе это могут быть технические и технологические дефекты, влияния природы, человеческие безуспешности или умышленная разрушительная боевая или террористическая деятельность. Новым явлением представлены и воровства частей железнодорожного путевого оснащения с прямым влиянием на бесперебойность движения. Железнодорожная сеть может быть повреждена полностью – после больших природных катастроф, но

и точно – например разрушением отдельных объектов, мостов, тоннелей, железнодорожных станций и т.п.

Железнодорожный транспорт на участках пути возможно с определенным упрощением понимать в качестве системы массового обслуживания, в которой линией обслуживания считается рельсовая колея.

Речь идет о системе обозначаемойся М/М/1, в которой требования неограничены, станции обслуживания ограничены (в нашем случае речь идет об одной станции обслуживания) и с ожиданием требований для обслуживания.

Требованиями для обслуживания являются поезда входящие на участок пути. Временем обслуживания является время занятия рельсовой колеи поездами (Рис. 1).



**Рис. 1** Время занятия рельсовой колеи поездом

Отдельные параметры использованные на Рис. 1 выражают следующие величины:

- $t_{j,1}$  – время хода участком пути,
- $t_{nj}$  – интервал последовательного хода, после истечения которого может осуществиться ход следующего поезда,
- $t_{mez}$  – временный перерыв перед ходом следующего поезда,
- $t_{obs,1}$  – время занятия участка пути 1-вым поездом.

Пока рассуждение правильно. Вопросом является обсуждение входного тока требований – поездов, так как о системе массового обслуживания можно говорить только тогда, когда входной ток требований является случайным. Но при организации железнодорожного транспорта нельзя говорить о чисто случайном подводе поездов на участок пути.

Поезда не появляются, не возникают случайно, но их формирование является результатом организованной деятельности на сортировочных станциях по вперед определенному плану – графику железнодорожных перевозок. Возможные нарушения систематически устраняются при помощи диспетчерского аппарата.

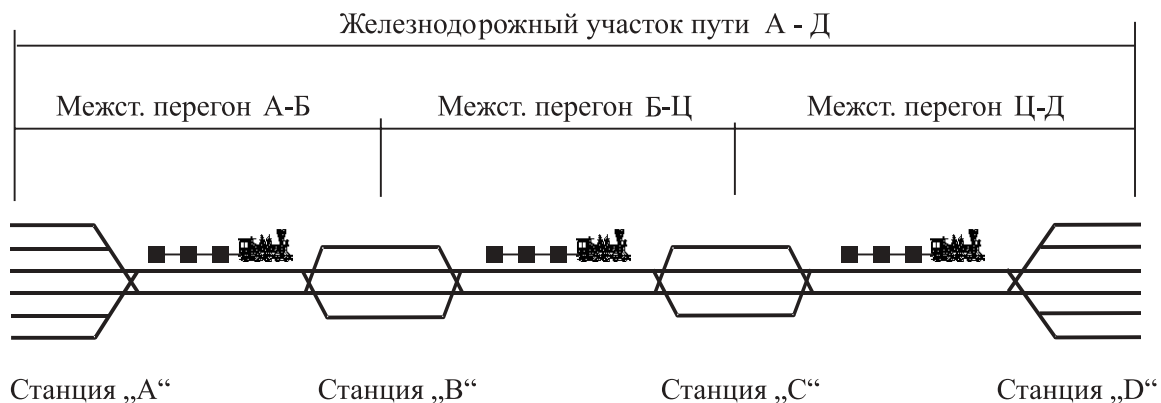
Чтобы положение было не совсем простым должно осознать, что тоже на нерегулярности возникающие во время хода поездов может диспетчерский аппарат в рамках оперативного управления повлиять и их результаты частично исключить.

Ссылаясь на предыдущие рассуждения, считаем основной проблемой математическое описание вводного потока требований – поездов и определение типа случайной переменной, которая лучше всего характеризует этот поток.

### ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ В КАЧЕСТВЕ КАСКАДА ЛИНИЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

При обсуждении пропускной способности участков пути не имеем обыкновенно ввиду только участок между двумя промежуточными станциями.

Обсуждаются секции довольно длинные, ограниченные станциями формирования поездов. Железнодорожный участок пути состоит из разного числа межстанционных перегонов (Рис. 2).



**Рис. 2** Основная структура железнодорожного участка пути



В этом случае положение меняется. Поезда следуют по отдельным межстанционным перегонам, которые мы считаем самостоятельными – прямо присоединяющимися линиями массового обслуживания.

Для первого участка пути (А-Б) действуют рассуждения приведенные в части 1. Случайные явления, повлияющие на движение на этом участке, поступают на участок следующий. Выходы поездов из предыдущего участка являются таким образом входами для участка следующего.

Эта действительность является решающим фактом для возможности моделирования и симулирования движения на участках пути. В качестве вводного тока требований – поездов на последующие участки пути возможно использовать поток поездов выходящих из предыдущего участка. Случайной переменной в этом случае становится только время занятия отдельных межстанционных перегонов.

## ВОЗМОЖНОСТИ СИМУЛИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКАХ ПУТИ

Симулирование движения на железнодорожных участках пути зависит от трех основных параметров:

- интервала входа поезда на участок пути -  $t_i$ ,
- времени занятия участка пути -  $t_{obs}$ ,
- числа перегонных и станционных путей по которым будет происходить движение и которые могут в случае необходимости служить для ожидания поездов в очереди.

Вводный поток требований – поездов возникает на станциях формирования поездов на путях накопления. Сформированные поезда ждут отправления в группе отправочных путей, где они могут создавать очередь. Колеи на отдельных железнодорожных станциях служат для следования поездов, но могут быть использованы и для постановки на хранение ожидающих поездов. Ввиду того, что во всех случаях число путей ограничено, будет и очередь – число ожидающих поездов ограничено. Наглядно это положение предоставляет Рис.3.

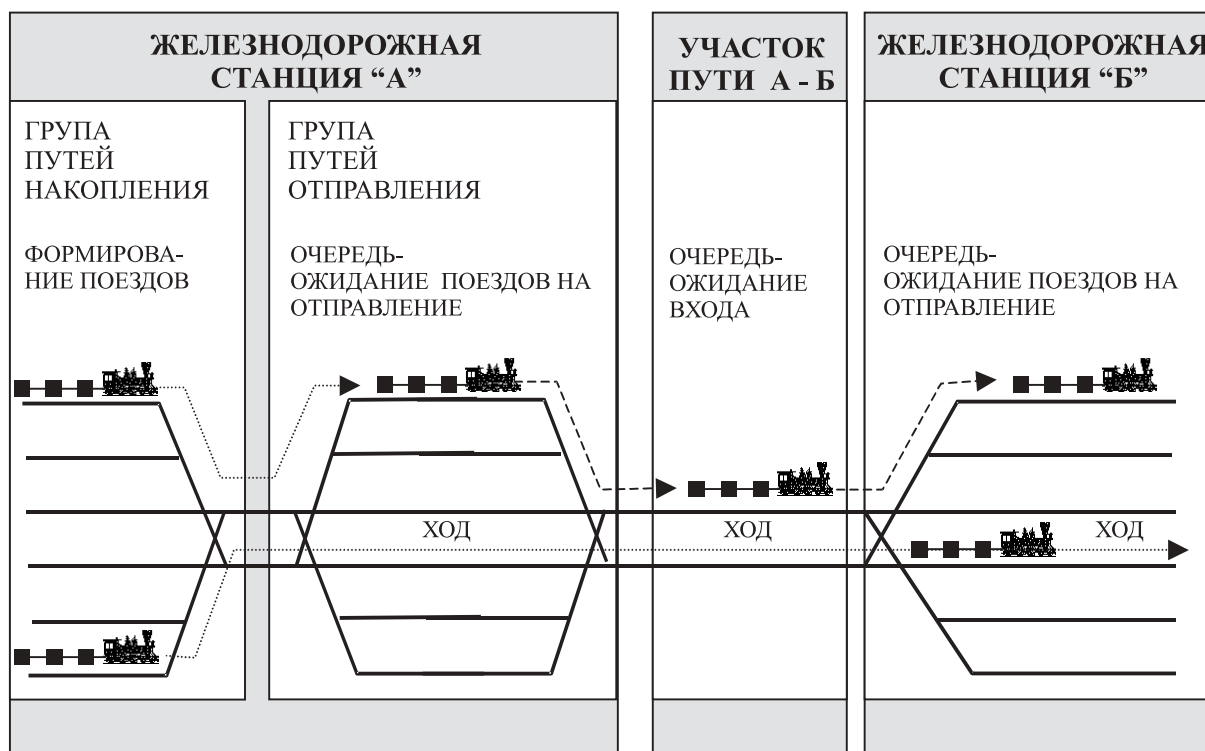


Рис. 3 Основная структура организации железнодорожного транспорта в модели симулирования

Решающей переменной во время симулирования железнодорожного транспорта является период занятия участка пути. По Рис. 1 находим, что  $t_{obs} = t_j + t_{nj}$ . Интервал  $t_{nj}$  в общем не считается случайной переменной. Из этого вытекает, что случайной переменной является только время хода  $t_j$ .

Во время исследований распределения случайной переменной, описывающей время хода  $t_j$  были осуществлены широкие статистические исследования на 18 участках пути ЖСР с общим числом 10 000 данных. Из этого статистического исследования вытекает, что время хода лучше всего описывает распределение по Ерлангу случайной переменной, которое использует только два параметра  $a$  и  $b$ .

Параметр  $a$  представляет во всех случаях константа  $a = 1b$ .

Параметр  $b$  зависит от среднего времени хода  $t_{j,p}$  и вычисляется по отношению  $b = a/t_{j,p}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] ГЕРТЛЕР, Г., ВОНКА, Й.: „Критические отметки к состоянию вычислений пропускной способности железных дорог ЧСД и ДБ. Ин: Работы и статьи ВШДС – том 7, АЛФА, Братислава 1989.

[2] ВОРЛИЧЕК, М.: Избранные главы математической статистики. ФМНО, Прага 1968.

[3] МИЛАТА, И.: Теории массового обслуживания. ВФ ВШДС, Жилина 1991.

[4] БРАНДАЛИК, Ф., КЛУВАНЕК, П.: Операционный анализ на железнодорожном транспорте. АЛФА, Братислава 1986.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К СОСТАВЛЕНИЮ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПО ЛИНИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Валентина Сидоренко

#### ABSTRACT

*Плановый график движения поездов является представленным в графической форме планом организации перевозочного процесса. В работе представлен новый сценарный подход к автоматизации построения планового графика движения поездов для условий Московского метрополитена, разработанные в МИИТе.*

**Key words:** плановый график движения поездов, метрополитен, лицо, принимающее решение, сценарный подход.

#### ВВЕДЕНИЕ

Плановый график движения поездов является представленным в графической форме планом организации перевозочного процесса, к которому привязана работа всех служб метрополитена. Работы по автоматизации составления планового графика движения были начаты в Московском институте инженеров транспорта (МИИТе), ныне Московский государственный университет путей сообщения [1], Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), ныне Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта [2], и Ленинградском институте инженеров железнодорожного транспорта (ЛИИЖТе), ныне Петербургском Государственном Университете Путей Сообщения, еще 80-е годы XX века.

Решение задачи автоматического построения планового графика движения состоит из не-

скольких частей:

- определение сценарного пространства процесса построения планового графика с одновременным созданием модульной структуры системы автоматического построения планового графика движения;
- выбор методов оптимизации, реализуемых в сценариях, включающих в себя решение задачи о назначениях, например, при создании графика оборота составов, изменении числа составов на линии, организации ночной расстановки составов и др.;
- анализ вариантов графика по различным критериям;
- создание обратимой процедуры синтеза графика и его коррекции оператором;
- организация пошаговой процедуры синтеза графика с возможностью изменения или подтверждения полученных результатов оператором на разных этапах.

## СЦЕНАРИЙ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНОВОГО ГРАФИКА

В основе вновь создаваемой системы лежит сценарный подход [3]. Плановый график является сценарием управления. Он формируется в зависимости от цели управления и правил выбора управляющих воздействий, в нем присутствует субъект управления (оперирующая сторона), активные действия которого направлены на достижение поставленной цели. Целью управления является обеспечение заданной парности движения поездов в зависимости от времени суток при известных ограничениях.

Парностью движения  $N$  называют половину общего числа пассажирских поездов, начавших движение или имевших возможность начать движение (для поездов, начавших движение не с первых станций главных путей) с первых станций главных путей линии в текущем отрезке времени. Используя формализацию, принятую на метрополитене, под размером движения  $r_D$  будем понимать последовательность

$r_D = (t_b, N)$ , где  $t_b$  - время начала астрономического часа, в течение которого осуществляется пассажирское движение с указанной плано-

вой парностью движения  $N$ . Количество  $N_{RD}$  элементов множества  $R_D = \{r_{Di}, i = 1, 2, \dots, N_{RD}\}$  равно количеству астрономических часов, в течение которых осуществляется движение.

При построении планового графика движения учитываются следующие ограничения:

- время подачи напряжения в контактную сеть метрополитена;
- время снятия напряжения в контактной сети метрополитена;
- исходные данные для составления графика оборота подвижного состава – плана работы подвижного состава, то есть графика проведения осмотров и ремонтов маршрутов (составов с присвоенными им на день номерами маршрутов), а также ночной расстановки маршрутов;
- правила обслуживания пассажиров (частота ввода и снятия поездов на промежуточных станциях; время отправления последнего пассажирского поезда; максимальный интервал движения поездов).

Проблема синтеза планового графика движения поездов хорошо структурирована. Основ-

ными ее характеристиками являются многовариантность и отсутствие неопределенных факторов. Анализ таких задач, в общем случае, сводится к выделению области допустимых решений, в пределах которой выбирают эффективное управление. График движения поездов является межобъектовым сценарием, составленным для группы объектов и режимов их совместного функционирования, включает в себя локальные сценарии, построенные для каждого из объектов.

При построении планового графика движения можно выделить несколько основных этапов.

1. Преобразование исходных данных в модель системы.

На этом этапе представленная в базе данных информация о множестве ресурсов линии и их взаимосвязи, о заданных размерах движения, об ограничениях, учитываемых при построении планового графика, преобразуется в программную модель линии. Представленный в статье подход требует представления всех объектов модели в виде последовательностей  $n$ -компонентов.

Можно выделить следующие типы ресурсов линии и их множества:

- множество путей; линия метрополитена является графом; местоположение каждого объекта на линии может быть описано двумя координатами: идентификатором пути  $p$  и линейной координатой  $x$ , определяющей смещение точки относительно начала отсчета на данном пути;
- множество станций;
- множество заданий, которые могут реализовываться при движении поездов по линии метрополитена; задание – это последовательность, содержащая информацию о станциях отправления и прибытия поезда, пути, по которому осуществляется движение, временах хода по заданию и стоянок на станции отправления в различных режимах;
- множество депо;
- множество точек ночной расстановки;
- множество пунктов осмотра подвижного состава;
- множество пунктов регулировочных отстоев;
- множество типов выполняемых ремонтов и осмотров подвижного состава;
- множество маршрутов.

2. Определение потребного числа составов.

Заданная парность движения определяет интервал движения между поездами. Интервал движения поездов в  $i$ -ом размере движения

$r_{Di} : J$  (в секундах) определяется по формуле:

$$r_{Di} : J = \text{Int}5 \left( \frac{3600}{r_{Di} : N} \right),$$

где  $\text{Int}5$ - функция округления до 5 с.

Потребное число составов для  $i$ -ого размера движения  $r_{Di} : M$  определяется по формуле:

$$r_{Di} : M = \left[ \frac{r_{Di} : T_{no}}{r_{Di} : J} \right],$$

где  $[\ ]$  – функция округления до ближайшего большего целого значения;

$r_{Di} : T_{no}$  - время полного оборота состава, которое определяется суммой времен хода по первому и второму главным путям линии и времен оборота в конце первого и второго пути.

При построении параллельного графика движения поездов времена хода по путям линии и каждому из перегонов изменяются в зависимости от времени суток: час-пик и час-непик. При этом внутри интервала времени, относящегося к одному режиму, поддерживается постоянное время хода как по всему пути, так и по каждому перегону.

При построении непараллельного графика движения допускается использования различных времен хода по путям и перегонам при изменении парности движения, что может уменьшить расход электроэнергии на тягу. Использование непараллельных графиков движения возможно только совместно с системами автоведения, так как подразумевает использования большого числа вариантов режимов ведения поезда по перегону, что трудно реализуемо при ручном управлении.

Выбор времени хода по главным путям линии определяется по критерию минимума суммарных удельных эксплуатационных затрат при ограничении на максимальное число составов [4].

Время оборота равно сумме интервала движения и величины «захлеста» (захлест- разли-

ца между временем выхода из оборота предыдущего состава и временем входа в оборот следующего), определяемой техническими особенностями станции.

3. Распределение заданного времени хода поезда по главному пути на времена хода поезда по перегонам [4,5].

Распределение заданного времени хода поезда по главному пути на времена хода поезда по перегонам определяется как условный минимум функции многих переменных - расхода электроэнергии на тягу при движении поезда по линии  $A(T_1, T_2, \dots, T_N)$  при выполнении усло-

вия  $T_i = \sum_{i=1}^N T_i$ , где  $T_i$  - заданное время хода по главному пути за вычетом времен стоянок на

станциях,  $T_i$  - время хода по  $i$ -ому перегону. Исходными данными для проведения распределения являются зависимости расхода электроэнергии на тягу от заданного времени хода

$A_{opti}(T_i)$  при энергооптимальных режимах управления поездом для каждого перегона. Учитывая дискретность задания времен хода по перегонам с точностью до 5 с, а следовательно, табличный способ задания  $A_{opti}(T_i)$ , поиск условного экстремума проводится с использованием дискретного варианта метода динамического программирования.

4. Составление графика оборота подвижного состава.

График оборота подвижного состава является сценарием работы маршрутов, депо, пунктов осмотра и точек ночной расстановки.

График оборота подвижного состава строится на основании заданных размеров движения и межремонтных пробегов вагонов. Он определяет график работы поездных бригад. График оборота закладывается в основу графика движения поездов и является основным критерием всей организационной работы депо.

График оборота подвижного состава строится для каждого депо линии и учитывает распределение пунктов осмотра и точек ночной расстановки между депо, режимы работы пунктов осмотра и депо, возможности заполнения точек ночной расстановки с учетом регулировочных возможностей линии.

Этапы 2-4 определяют возможность составления графика движения, соответствующего

исходным требованиям.

5. Непосредственное составление графика движения.

При построении планового графика движения можно выделить несколько стационарных режимов, при которых парность движения поездов остается постоянной в течение времени, большего, чем время полного оборота состава:

- стационарное состояние ночной расстановки;
- стационарный режим утреннего пика;
- стационарный режим дневного непики;
- стационарный режим вечернего пика;
- стационарное состояние ночной расстановки.

Стационарные режимы соединяются переходными процессами:

- переходный процесс выхода маршрутов из ночной расстановки и входа в утренний пик;
- переходный процесс ухода маршрутов в пункты осмотра и регулировочного отстоя, вход в дневной непик;
- переходный процесс выхода маршрутов из пунктов осмотра и регулировочного отстоя, вход в вечерний пик;
- переходный процесс ухода маршрутов на ночную расстановку.

Описать состояние линии метрополитена в форме, удобной для составления сценариев автоматического построения графика, введения критериев оценки качества графика и множества императивов, реализуемых при автоматическом построении графика и его коррекции лицом, принимающим решение (ЛПР), определения параметров графика, оценки состояния ресурсов линии и графического представления графика, позволяет ввод следующих понятий: элемента расписания, нитки и ремонта.

Элемент расписания – это последовательность, определяющая время отправления со станции отправления и время прибытия на станцию прибытия для выбранного задания, путь передвижения, время сверхрежимной выдержки на станции отправления и связь с другими элементами расписания.

Нитка графика - это последовательность, позволяющая описать движение маршрута с момента выхода на главный путь до момента ухода с него с указанием маневровых передвижений в начале и конце нитки, а также последовательность движения маршрута по ниткам (указатели на предыдущую и следующую нит-

ку) и последовательность поездов, движущихся по одному пути (указатели на предыдущий и следующий поезд).

Ремонт - это последовательность, определяющая тип, время и место проведения осмотра или ремонта, приписанного к маршруту.

Построение стационарных режимов пика и непики определяется рекуррентным решением разностного уравнения вида:

$$\mathbf{n}_i : \mathbf{e}_f : t_o = \mathbf{n}_i : \mathbf{n}_{pp} : \mathbf{e}_f : t_o + \mathbf{r}_D : J$$

$$\mathbf{r}_D : t_b \leq \mathbf{n}_i : \mathbf{n}_{pp} : \mathbf{e}_f : t_o < \mathbf{r}_D : t_b + 1ч$$

где  $\mathbf{n}_i$  -  $i$ -ая нитка;

$\mathbf{n}_i : \mathbf{n}_{pp}$  - указатель на предыдущий  $i$ -ой нитке поезд;

$\mathbf{n}_i : \mathbf{e}_f$  - первый элемент расписания  $i$ -ой нитки;

$\mathbf{n}_i : \mathbf{e}_f : t_o$  - время отправления со станции отправления элемента расписания  $\mathbf{n}_i : \mathbf{e}_f$   $i$ -ой нитки.

В стационарных режимах возможно отклонение от заданного интервала движения поездов, связанное с учетом ограничений на время оборота на конечных станциях и необходимостью поддержания заданной парности после округления интервала движения поездов  $\mathbf{r}_D : J$  до 5 с.

Алгоритмы переходных режимов реализуют способы изменения интервала движения поездов путем изменения числа составов на линии и изменения длительности стоянок поездов на станции (введения сверхрежимных выдержек). Выбор управлений в переходных режимах определяется на базе сценарного подхода. Можно выделить следующие основные сценарии:

- организация ввода на линию или снятия с линии совокупности составов в одном размере движения при изменении парности движения поездов;
- организация зонного движения, то есть поддержание разной парности на разных участках линии путем организации оборотов на промежуточных станциях линии;
- вывод маршрутов из ночной расстановки на линии;
- организация ночной расстановки маршрутов на линии;
- поиск варианта для снятия маршрута в

- депо или точку ночной расстановки;
- снятие маршрута в депо или точку ночной расстановки;
- организация работы пунктов осмотра;
- организация работы пунктов регулировочных отстоев;
- выравнивание интервалов между поездами внутри размера движения;
- выравнивание интервалов между поездами путем введения сверхрежимных выдержек на станциях при вводе и снятии поездов.

Реализация этих сценариев влечет за собой изменение графика оборота подвижного состава.

При составлении сценариев используется опыт специалистов метрополитена.

Сценарии, выполняемые в процессе автоматического построения графика, и действия коррекции графика ЛПР, являются комбинациями элементов множества императивов, то есть логико-трансформационными правилами (ЛТП). Для каждого из элементов множества императивов определен обратный императив, то есть такой императив, применение которого возвращает систему в исходное состояние. Определение обратных императивов позволяет проводить отмену управляющих действий как в процессе автоматического построения графика, так и его коррекции ЛПР.

Состояние линии метрополитена в некоторый момент времени описывается с использованием множеств, состоящих из дескрипторов, связанных с одним или несколькими другими дескрипторами аналогичными отношениями.

Выделяются следующие подмножества императивов:

- императивы, используемые при организации работы депо;
- императивы, используемые при организации работы пунктов осмотра;
- императивы, используемые при организации работы точек ночной расстановки;
- императивы, используемые при организации работы пунктов регулировочного отстоя;
- изменение свойств ниток (создание и удаление ниток, определение связей между нитками, назначение маршрута на нитку, введение сверхрежимных выдержек на станциях, удлинение и укорачивание ниток и др.).

Наличие противоречащих друг другу ограничений может привести к невозможности по-

строения графика, отвечающего всем условиям и необходимости изменения ограничений, поэтому построение графика является итерационной процедурой.

#### 6. Коррекция графика ЛПР.

При составлении графика имеют место неформализуемые требования, связанные с работой служб метрополитена. Примером может служить замена регулировочного отстоя маршрута на станционных путях, которые одновременно являются соединительной веткой с депо, на заход в депо для организации перевозки персонала. Кроме того, необходимо использовать инициативу и опыт ЛПР, дать ему возможность корректировать график. Коррекция графика проводится путем изменения графического образа ниток графика, которое влечет за собой выполнение описанных выше императивов и изменение базы данных графика. Предусматривается отмена выполненных ЛПР действий.

7. Анализ составленного графика движения на соответствие исходным требованиям.

После построения графика движения и его коррекции ЛПР система проводит анализ графика, целью которого является проверка его на соответствие заданным размерам движения, ограничениям на график оборота подвижного состава и режимам работы объектов линии.

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛАНОВОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ

Основными параметрами для оценки соответствия планового графика заданию является фактическая парность движения и интервал по отправлению между поездами. Многовариантность сценариев синтеза планового графика определяет необходимость ввода критерия эффективности построенного графика. При заданных условиях функционирования линии, парности и времени хода по главным путям линии оценка качества графика движения проводится по следующим показателям:

- средний уровень участковой скорости перевозки пассажиров;
- суммарные эксплуатационные удельные затраты;
- затраты электроэнергии на тягу поездов;
- затраты на ремонт подвижного состава;
- ритмичность движения - вариация интервалов;
- организация работы конечных станций,

определяющая использование маневровых бригад для управления поездами на станциях;

- суммарные сверхрежимные выдержки при непараллельном графике движения;
- удобство согласования с графиком работы поездных бригад, то есть количеством поездных бригад, необходимым для его реализации;
- параллельность графика.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Представленная в статье методология автоматизации построения графика движения поездов нашла свое применение в системе построения графика движения поездов в рамках комплекса средств автоматизации управления движением поездов Московского метрополитена, разрабатываемого в МИИТе [6]. В этой работе принимают непосредственное участие специалисты службы движения Московского метрополитена.

## **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Баранов Л.А., Жербина А.И. Построение на ЭВМ графиков движения поездов мет-

рополитена. // Вестник ВНИИЖТа, №7, 1981.

[2] Феофилов А.Н. Математическая модель составления графиков движения поездов на линиях метрополитена // Вестник ВНИИЖТ. 1991. № 7. - С. 10-13.

[3] Кононов Д.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Формирование сценарных пространств и анализ динамики поведения социально-экономических систем. Препринт. — М.: ИПУ РАН. 1999.

[4] Микропроцессорные системы автоведения электроподвижного состава / Л.А. Баранов, Я.М. Головичер, Е.В. Ерофеев, В.М. Максимов; Под ред. Л. А. Баранова. М.: Транспорт, 1990.

[5] Баранов Л.А., Ерофеев Е.В., Сидоренко В.Г. Автоматизированная система тяговых расчетов для поездов метрополитена. // Исследования и разработки ресурсосберегающих технологий на железнодорожном транспорте: Межвузовский сборник научных трудов с международным участием. - Выпуск 21. – Самара: СамИИТ, 2001.- С. 94-97.

[6] Баранов Л.А., Ерофеев Е.В., Сидоренко В.Г. Центр ситуационного управления линией метрополитена. // СБОРНИК ДОКЛАДИ ЕДИНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ «ТЕМРТ ХХI-ТРАНСПОРТЪТ НА ХХI ВЕК». – София, 2001.- С.61-64.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОСОБЕНОСТИ И ОСНОВНИ НАСОКИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОВАРНИЯ ТРАНСПОРТЕН ПАЗАР

Емил Божидаров Железов

#### АНОТАЦИЯ

*Чрез разглеждане на транспортния пазар като система са разкрити неговите характерни особености, произтичащи от специфичната роля на товарния транспорт във възпроизводствения процес. Определени са основните насоки и цели на изследване на транспортния пазар в съответствие с неговите подсистеми. На тази база схематично са представени съдържанието и етапите на процеса на вземане и реализация на управленски решения в транспортните предприятия.*

**Ключови думи:** товарен транспортен пазар, управление на транспортна фирма

От гледна точка на хомогенността на вътрешните връзки, товарният транспортен пазар се характеризира чрез три подсистеми - технологична (техносфера), информационна (ноосфера) и икономическа.

Значение за фирменото управление има дефинирането на товарния транспортен пазар като икономическа система и разглеждането му в два аспекта - като елемент на възпроизводствения процес и като система от икономически субекти и взаимоотношения

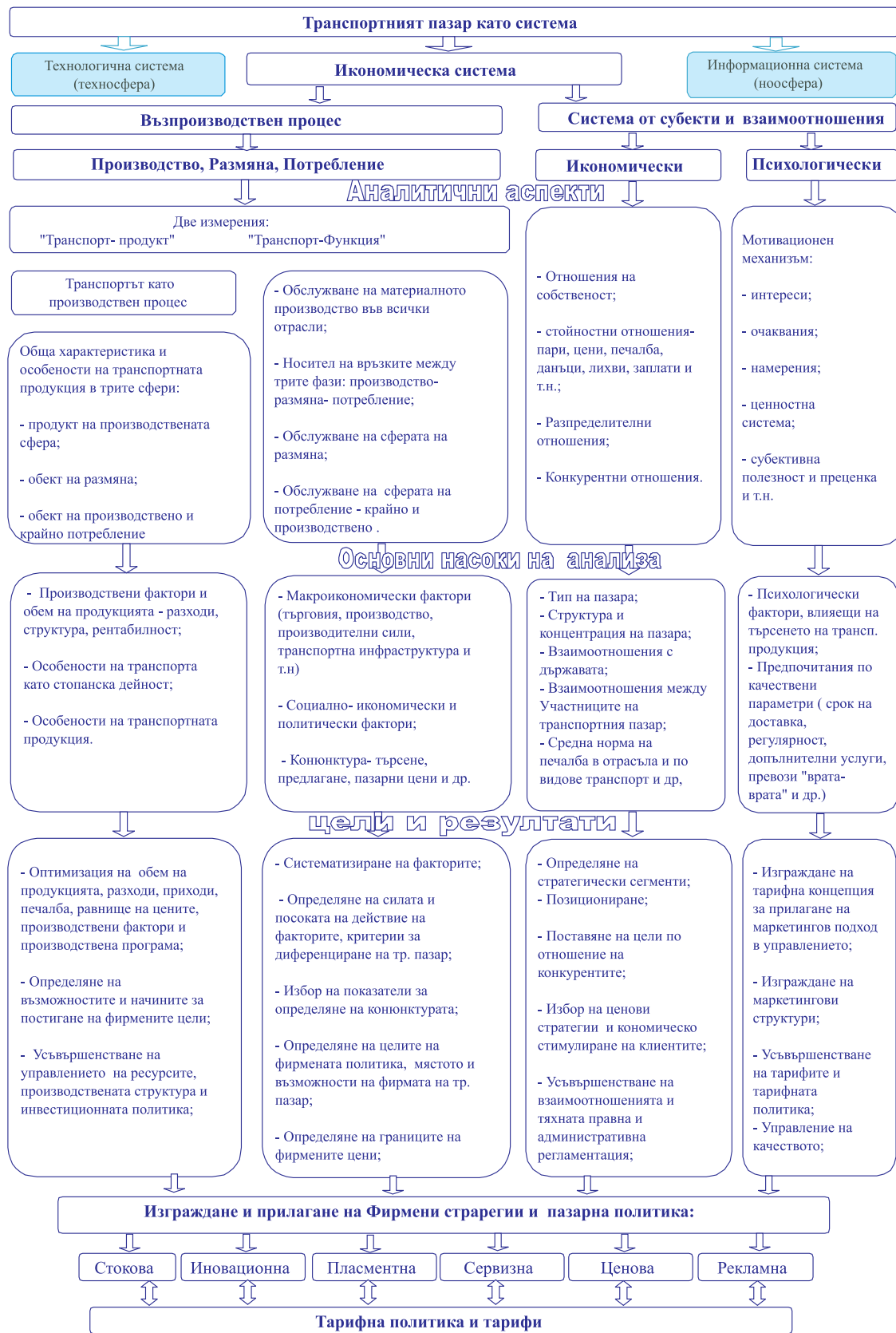
Системният подход дава възможност да се разкрият особеностите на товарния транспортен пазар и да се проследи тяхното отражение върху процеса на вземане на управленски решения. Основните насоки, цели, подходи, методи и средства за изследване, на товарния транспортен пазар като икономическа система са представени схематично на фигура 1.

Товарният транспорт като отрасъл на производството (без навлизане в спора за мате-

риалния характер на транспортната продукция) заема специфично място в икономическата система. Той е елемент на сферите на производство, размяна и потребление, разглеждани като самостоятелни системи, но в същото време е носител и елемент на връзките на взаимна зависимост между тях (фигура 2). От това произтича необходимостта товарният транспорт да се анализира в две измерения, които условно могат да се обозначат като "транспорт - продукт" и "транспорт - функция".

**В първото** измерение товарният транспорт се разглежда като производствен процес, а транспортната продукция участва и подлежи на анализ в трите сфери на възпроизводствения цикъл:

- като продукт на производствената сфера;
- като обект на размяна;
- като обект на производствено и крайно потребление.



Фиг. 1

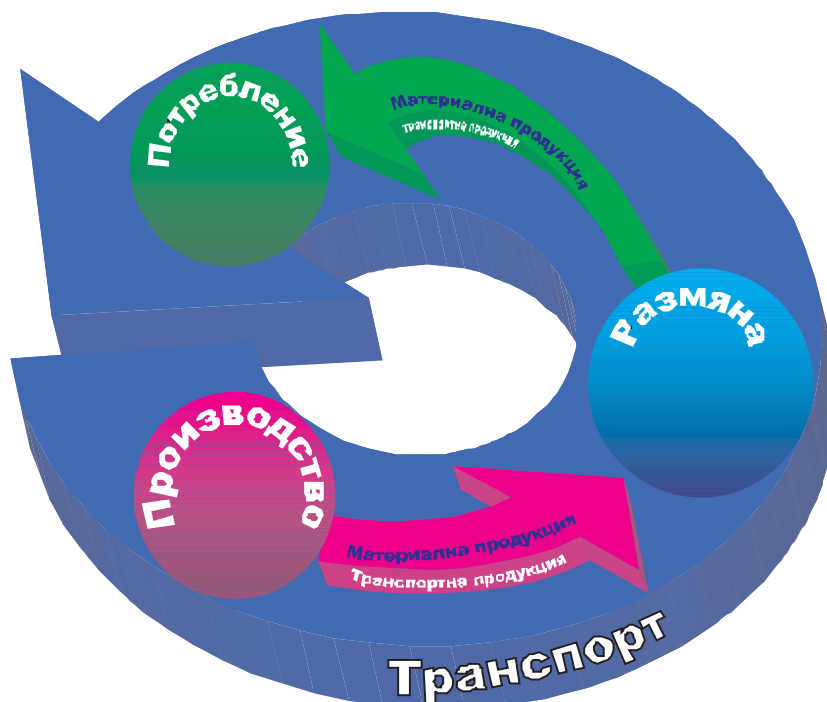


От гледна точка на размяната и потреблението е от значение, че транспортната продукция се характеризира в значителна степен чрез превозваните товари.

Това затруднява систематизацията на транспортния пазар по критерии и показатели, възприети за другите стокови пазари и създава

ние.

Тези функции обуславят силната зависимост на товарния транспортен пазар от фактори, свързани с производството, потреблението и размяната на всички стокови пазари. Равновесието между търсене и предлагане на тези пазари определя търсенето на транспортна про-



Фиг. 2

противоречия. Като пример може да се посочи диференцирането на транспортния пазар на вътрешен и международен. Това затруднение е силно изразено по отношение на товарните превози по железопътен транспорт.

Затруднения възникват и при определяне на характера на потреблението - крайно или производствено. Крайното потребление на транспортната продукция поражда съмнения за същността на транспорта като отрасъл на производството и го доближава до сферата на услугите.

Разглеждан в своето второ измерение, товарният транспорт изпълнява следните основни функции:

- обслужва материалното производство;
- носител е на връзките производство - размяна (разпределение) - потребление;
- обслужва сферата на размяна като обхваща всички потоци материална продукция;
- обслужва крайното потребление;
- обслужва производственото потребление

и регулира възпроизводствените процеси в товарния транспорт, както на равнище отрасъл, така и на фирмено равнище. Взаимната обусловеност на другите стокови пазари е значително по-слабо изразена, както по сила, така и по обхват. Анализът на транспортния пазар като елемент на възпроизводствения процес дава възможност за систематизиране на факторите и определяне силата и посоката на тяхното действие. Това от своя страна е предпоставка в микроикономическите модели, освен търсене, предлагане и цени на транспортната продукция, да се отчитат и факторите на производството.

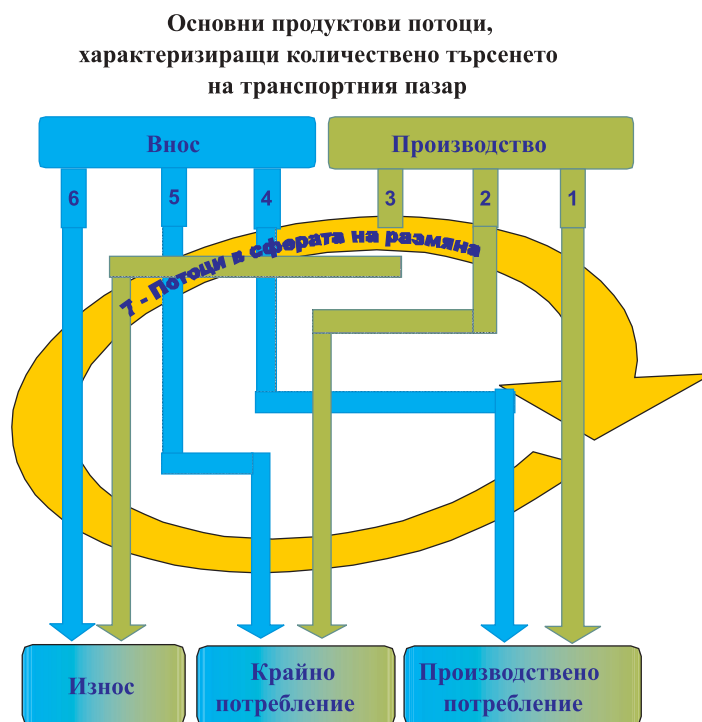
Абстрактното анализиране на транспортния пазар като сфера на стоково обръщение насочва вниманието към сърцевината на пазарния механизъм - категориите търсене, предлагане и цени. Този подход позволява при анализа на транспортния пазар, освен общите закономерности на пазарния механизъм, да се отчитат и неговите специфични особености, които го отличават от останалите стокови пазари.

Практическото определяне на конкретно търсене, както и конкретните измерения на факторите, които му влияят е предпоставка за адекватни ценови и управленски решения. Необходимо е количествено и качествено определяне на параметрите на търсенето на транспортна продукция. Освен от общите закономерности, търсенето е в зависимост от спецификата на конкретния пазар и неговата конюнктура. Ето защо освен количествено, търсенето на транспортна продукция трябва да се анализира и по параметри, определящи нейното качество, асортимент и потенциални потребители.

На макроикономическо равнище, от гледна точка на относителното геополитическо, икономическо и териториално обособяване на българския транспортен пазар, пазарното търсене се определя от следните продуктови потоци (Фигура 3):

на страната.

Тук проличава посоченият вече проблем при класифициране на транспортния пазар на вътрешен (национален) и външен. (международен). Разделянето става по териториален признак, собственост върху превозните средства или по отношение обособеността на стопанската система като национална. При диференцирането на транспортния пазар по тези признаци възникват проблеми. По териториален признак българският транспортен пазар обхваща територията на страната. Това означава, че търсенето се определя от необходимостта от превози по националната транспортна система. Противоречие възниква при транзитните превози. Те се реализират на територията на страната, но не се включват в нейната икономическа система по други канали, освен чрез транспорта. Този проблем е от значение преди всичко за желе-



Фиг. 3

- производство-производствено потребление (1);
- производство-крайно потребление (2);
- производство - износ (3);
- внос - производствено потребление (4);
- внос - крайно потребление (5);
- внос - износ (6);
- продуктови потоци вътре в сферата на размяна (7).
- продуктови потоци извън територията

зопътния транспорт. Ако транзитните превози не се разглеждат като износ на транспортна продукция, възниква основателен въпрос дали железопътният транспорт има достъп до международния транспортен пазар.

Превозите на товари при внос и износ обслужват сферата на размяна в междуна-роден план и превозваните стоки са обект на сделки на международните стокови пазари.

При тези превози транспортната про-дукция,

по критериите за външен и вътрешен транспортен пазар, би следвало да се отнесе към вътрешния пазар. В същото време, независимо, че се извършват на територията на страната, тези превози обслужват продуктови потоци, които се формират от или към международните стокови пазари. Очевидно е необходимо както от теоретична, така и от практическа гледна точка (например при облагане на транспортната продукция с ДДС), въвеждане на допълнителни критерии при класифициране на транспортния пазар на външен и вътрешен, чрез които да е възможна еднозначната му идентификация.

При водния, въздушния и автомобилния транспорт са възможни превози, чието отнасяне към международния транспортен пазар е еднозначно. Това се обуславя от възможността тези видове транспорт да извършват превози извън територията на страната и да обслужват международни стокови пазари, докато за железопътния транспорт това е невъзможно.

Предлагането на транспортна продукция също е подчинено от една страна на общоикономическите закономерности на пазарния механизъм, а от друга има свои специфични различия в сравнение с другите отрасли.

Предлагането на всеки стоков пазар зависи от количеството произведени стоки. За транспортния пазар количествената характеристика на предлагането е равна на производствените възможности т.е зависи от капацитета на производствените мощности и техния териториален обхват.

Както търсенето, така и предлагането са функционално свързани с цените на транспортната продукция. Това изисква да се определят границите на предлагане във физически обем и границите на равнището на цените, обусловени от фактори извън функционалната им връзка. Следваща стъпка е установяване на функционалната зависимост обем-цена, с цел да се разработи модел за нейното оптимизиране в така наложените граници, което дава възможност за гъвкавост и целесъобразност при определяне на конкретните им равнища според конюнктурата на транспортния пазар.

Съвпадението на момента на производство с момента на реализация т.е невъзможността за складиране на транспортната продукция е предпоставка за гъвкавост на транспортните фирми, тъй като при намалено търсене производството се намалява автоматично и без лаг във времето. По този начин, без усилие от страна

на ръководството, се съкращават разходите за производство в променливата им част. В същото време за да се увеличи производството при увеличено пазарно търсене се изисква поддържане на потенциал, който завишава разходите в тяхната постоянна част. И тук в зависимост от конюнктурата на транспортния пазар и тенденциите в перспектива е необходима оптимизация, която да позволи гъвкавост в предлагането на транспортна продукция при минимални общи разходи. Поддържането на по-голям капацитет на железопътния транспорт изисква завишение на експлоатационните разходи. Ако качествената определеност на предлагането не е в съответствие с изискванията на пазарното търсене, експлоатационните разходи се завишават неоправдано и се създава илюзия, че железопътният транспорт е в състояние да отговори на повишено търсене.

Маркетинговият подход към транспортния пазар изисква диференциране на търсенето не само по обем, но и по конкретни видове превози, с конкретни качествени характеристики и териториално разпределение. При ориентация на управлението в тази посока, могат да се предвидят точният размер и необходимото технологично равнище на производствените мощности с цел максимално увеличаване на пазарния дял и нарастване на приходите, при намалени експлоатационни разходи.

Анализите на търсенето и предлагането на транспортния пазар на макроикономическо и фирмено равнище, в различни аспекти и детайлност, са предпоставка за определяне на границите на пазарното равновесие, които трябва да са в основата на ценообразуването и изграждането на фирмената политика. Съотношението между търсенето и предлагането на транспортна продукция отразява конюнктурата на транспортния пазар, която е екстракт от всички икономически връзки и зависимости. В същото време конюнктурата е във видимия спектър на икономическите процеси и е осезаема за всички участници на транспортния пазар. За всеки пазар тя се характеризира с определени параметри и показатели, независимо дали са количествено измерими или не. Проблемът е да се изберат за нуждите на теорията и практиката, тези от тях, които синтезират в себе си влиянието на основните фактори и в същото време са количествено измерими. С други думи конюнктурата се проявява чрез система от показатели, характеризиращи конкретното състояние на икономическата система под влияние на всич-

ки фактори. Конюнктурата на транспортния пазар се характеризира със специфични показатели и измерители, които са обусловени от действието на фактори, влияещи пряко или косвено и са детерминирани или стохастично действащи.

Условното обособяване на транспортния пазар като самостоятелен вид пазар дава възможност да се конкретизира значението на общите и специфични за него показатели и влиянието на общите и специфични фактори.

Част от показателите, характеризиращи конюнктурата на транспортния пазар са свързани с неговата структура в различни разрези. Чрез тях могат да се определят факторите, които я обуславят и закономерностите, които я управляват. Действията в тази насока са предпоставка за изграждане на оптимална фирмена политика, включваща въздействие или съобразяване с конкретната пазарна конюнктура.

Разглеждането на транспортния пазар като система от икономически субекти и отношения доближава изследванията до принципите на маркетинговия подход. Това позволява да се разкрият стимулите, мотивите за поведение и интересите на субектите, участващи на пазара. Те от своя страна са изходна информация, необходима за изграждането на ефективна фирмена политика. Икономическите взаимоотноше-

ния, които възникват в сферата на транспортния пазар са сложни и голяма част от тях изискват правна регламентация. Това налага разглеждането на съществуващите регламенти като фактор, влияещ в значителна степен върху поведението на субектите на транспортния пазар.

Съобразяването на управленската практика с разгледаните теоретични особености и изведените основни насоки за изследване на товарния транспортен пазар е предпоставка за изграждане на ефективна фирмена политика.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] *Матеев Евгени*, Структура и управление на икономическата система, ДИ"Наука и изкуство", София, 1987.

[2] *Мичева Елка*, Пазари цени маркетинг, ДФ"Полиграфически комбинат", София, 1993.

[3] *Цанков Срефан М.*, Транспортни операции във външната търговия, Наука и изкуство, 1985.

[4] *Железов Е.*, Методологични аспекти на ценообразуването в товарния железопътен транспорт, Научна конференция по случай 50 години специалност "Икономика на транспорта" при УНСС, 27октомври, 2000г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КОРЕЛАЦИОНЕН АНАЛИЗ НА ОБОРОТА НА ТОВАРНИТЕ ВАГОНИ

Тошо Качаунов

#### АНОТАЦИЯ

*Изследван е оборота на товарните вагони след 1991 г., проведен е корелационен анализ на оборота по години в зависимост от установени фактори, установени са регресионни зависимости на средно-месечния оборот по типове вагони в зависимост от средно-месечното натоварване.*

**Ключови думи:** Оборот на вагона, корелационен анализ, регресионни зависимости

#### ПОСТАНОВКА НА ВЪПРОСА

Както е известно оборотът на вагоните е един от най-универсалните показатели за работата на железопътният транспорт. Неговите стойности освен, че показват качеството на експлоатационната дейност служат пряко или косвено за определяне на необходимия вагонен парк. Ето защо е важно да се намери начин за достатъчно точното му прогнозиране.

Като важен експлоатационен показател оборотът на вагона е обект на редица научни изследвания и разработки. Правени са опити за намиране на корелационни връзки и регресионни зависимости [1,2, 3]. Получените резултати не са задоволителни. В някои случаи [2] се получават противоречия с логиката на превозния процес. Например с увеличаване на участъковата скорост и оборота се увеличава. В други случаи [3] не е установена значима корелация между оборота и изследваните фактори.

Могат да се предложат следните възможни причини за тези негативни резултати:

- Самата дефиниция и начините за определяне на оборотите на вагона;
- Неправилния избор при детайлизацията на оборота;

- Изключването от изследване на действително значими фактори;
- Голямата сложност на проблема.

Ще си позволя накратко да коментирам тези причини.

Първата причина изисква по-обстоятелствен теоретичен анализ, който не се вмества както по обем така и по съдържание в настоящия доклад. Може само най-общо да се спомене, че самото определяне на оборота като време от едно натоварване до друго е в известно противоречие с характера му на качествен показател. Освен това самия начин за отчитане на оборота като съотношение между работен пврк и натоварване води до редица неточности.

Втората причина е в това, че когато се говори за оборот се разбира средна величина с различен обхват на обобщаване, например среден годишен оборот или среден дневен. Осреднен за всички товарни вагони или по типове. Колкото обобщаването е по-голямо толкова действието на факторите става по-неопределено. Обратно прекалената детайлизация поради самия начин за определяне на оборота води до необективни резултати, това особено важи за оборота за денонощие, където поради рязкото изменение на денонощно натоварените вагони

се получават куриозни резултати.

Подбора на значимите фактори е до голяма степен затруднен от наличната статистическа информация и по необходимост се ограничава в нейните рамки..

Сложността на проблема се състои в това, че оборота на вагона зависи от три типа фактори: организационни, технически и обем и структурата на товаропотоците. При статистическия анализ организационните (план за композиране, организация на търговската и маневрената дейност и др.) не могат да се отчита пряко. Други показатели са резултата както на организационни, така и на технически и обективни причини (участъкова скорост и др.). Ето защо е възможно при наличната информационна база и с най-коректно проведен анализ да се получат незадоволителни резултати.

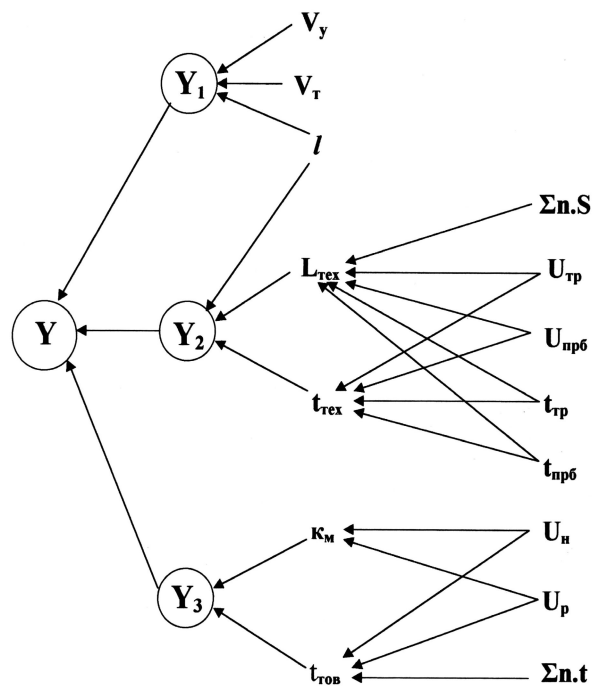
В настоящия доклад е направен опит да се избегнат някои от посочените по-горе причини.

Необходимостта от обстоен регресионен анализ се засилва и от факта, че през последните десетина години се забелязва промяна в експлоатационните условия (намаляване обема и изменение в структурата на превозите). По тази причина за обект на анализа е избран периода 1992-1997 г.

## ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ НА ФАКТОРИТЕ ОКАЗВАЩИ ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ ОБОРОТА НА ВАГОНА.

Един от основните недостатъци на досегашните изследвания е липсата на анализ и съпоставяне на получените резултати с известните теоретически зависимости относно оборота на вагона. Известни са тричленната и петчленната формули за определяне оборота на товарните вагони. Поради това, че в тях не фигурират важни фактори свързани у обема и структурата на товаропотоците те не могат да се използват за прогнозиране. В тях просто се констатира крайния резултат от действието на многобройни причини и показатели. Въпреки това с помощта на тези зависимости и известните в теорията постановки относно величините в тях, може с голяма достоверност да се изкажат предложенията относно факторите от които зависи оборота както и посоката на тяхното действие.

Проведен е логически и структурен анализ, на факторите от които зависи оборота на вагона. Поради големия му обем се дават само крайните резултати обяснени във фиг. 1.



Фиг. 1

- $Y$  – оборот на вагона
- $Y_1$  – време за движение на вагона във влаковете по участъка
- $Y_2$  – време за престоя на вагона в техническите гари
- $Y_3$  – време за престоя на вагона в гарите на натоварването и разтоварването
- $V_y$  – участъкова скорост
- $V_t$  – техническа скорост
- $L_{tex}$  – вагонно рамо
- $K_m$  – коефициент на местната работа
- $U_{тр}$  – брой транзитни вагони без преработка
- $U_{прб}$  – брой транзитни вагони с преработка
- $An.s$  – сумарен пробег на вагоните
- $An.t$  – вагоно часове, престой под товарни операции
- $U_n$  – брой натоварени вагони
- $U_p$  – брой разтоварени вагони
- $t_{tex}$  – престой на вагона в техническата гара
- $t_{тов}$  – престой на вагона отнесен на една товарна операция
- $t_{тр}$  – престой на транзитния вагон без преработка
- $t_{пр}$  – престой на транзитния вагон с преработка

Част от посочените във фиг.1. фактори нямат самостоятелно значение, а са следствие от действието на други основни показатели на експлоатационната дейност, ето защо след допълнителни анализи се приемат следните основ-

ни фактори за изследване  $Y, Y_1, Y_2, Y_3$

$X_1$  – средно превозно разстояние в километри

$X_2$  – превозени товари

$X_3$  – извършена работа в тон километри

$X_4$  – сумарно пътнико километри

$X_5$  – средна брутна маса на товарните влакове в тона

$X_6$  – средно участъкова скорост

$X_7$  – средна техническа скорост

## УСТАНОВЯВАНЕ ОБЕКТА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Според целите и начините на определяне се различават различни видове оборот:

- Оборот на отделния вагон (поредица от последователни стойности касаещи дадени вагони или избрана група вагони);
- Среден оборот (за ден, месец или година);
- Среден оборот по типове вагони;
- Оборот за вагоните в мрежата или в да-

дена нейна част или направление.

Кой вид оборот ще се изследва зависи от три фактора:

-Целите поставени пред регресионния анализ;

-Наличните информационни източници;

-Достоверността на получените резултати.

Тъй, като регресионните уравнения относно оборота на вагоните могат да служат основно за прогнозиране и планиране на вагонния парк, то най-подходящо е разглеждането на оборота на типове вагони.

Що се отнася до периода на осредняване, то лесно може да се докаже, че оборота за денонощие няма смисъл.

Най-много и лесно достъпна информация съществува за средногодишния оборот на вагоните в мрежата, но за него съществува съмнение, че поради голямата степен на обобщаване на данните действието на факторите не може да се отчете или се изкривява. Освен това поради малката извадка е трудно да се получат статистически значими резултати.

Таблица с коефициентите на корелация

X \ Y	Y			
	Оборот на вагона Y, [ч]	Престой под ТРО Y <sub>1</sub> , [ч]	Престой в техническите гари Y <sub>2</sub> , [ч]	В движение Y <sub>3</sub> , [ч]
L <sub>ср</sub> X <sub>1</sub> , [км]	-0.6695	-0.4292	-0.2890	0.2867
Превозни товари X <sub>2</sub> , [хил.т.]	3.229E-3	0.5109	-0.8387	-0.072
Извършена работа X <sub>3</sub> , [мил.т.км]	-0.4213	0.1379	-0.8763	0.0993
X <sub>4</sub> , [пътн.км]	0.6417	0.2224	0.6948	-0.0389
Q X <sub>5</sub> , [т]	0.6447	0.8115	-0.2542	-0.1416
Средна участъкова скорост X <sub>6</sub> , [км/ч]	-0.8226	-0.842	3.88E-3	-0.0209
Средна техническа скорост X <sub>7</sub> , [км/ч]	-0.856	-0.8277	-0.0917	-0.0305

Таблица 1

Въпреки изтъкнатите недостатъци влизът на средния годишен оборот на вагоните и неговите три елемента е полезен, тъй като получените резултати могат да послужат за сравнение с предишни изследвания, а също така за проследяване на настъпилите в последните години изменения.

За получаване на по-точни и работоспособни регресионни зависимости е необходимо да се изследва средно месечните обороти на вагоните по типове.

### ИЗСЛЕДВАНЕ ОБОРОТА НА ТОВАРНИТЕ ВАГОНИ ЗА ПЕРИОДА 1992-1997 Г.

Получените в резултат на проведения анализ на събраната информация коефициенти на корелация са показани на таблица 1.

Поради ограничения обем не е дадена матрицата на коефициентите на корелация между факторите  $x_1$ .

Някои от получените стойности са логични, но някои противоречат на известни теоретични постановки. Например отрицателната стойност между оборота и средното превозно разстояние. Буди недоумение и високия отрицателен коефициент на корелация между  $Y$  и  $Y_1$  и участващата скорост.

Причините за получените неочаквани резултати са следните:

- На първо място сложния характер на изследваните взаимоотношения. Например намаляването на обема на превозите води както до увеличение на участващата скорост така и до силно намаляване престоя по товарно-разтоварните операции. Освен това последния е силно повлиян и от закриването на редица гари за товарна дейност. По принцип техническата и участващите скорости са следствие, а не причина и следва да се включват в регресионни уравнения, само ако има значимо изменение в техническото състояние на железния път или подвижния състав.
- На второ място малката извадка (6 елемента) не позволява да се прояви достатъчно силно влиянието на изследваните фактори.

Посочените в таблица 1 резултати не дават основание за намиране на регресионни зависимости. Въпреки това за окончателно изясняване на проблема е проведена процедурна на

стъпкова регресия с проверка на четири фактора ( $x_1, x_2, x_4$  и  $x_5$ ) при прието  $F_{кр}$  за включване 4 най-голямата емпирична стойност на критерия на Фишер 3,17 е за  $x_1$ . Това показва, че няма основание за включване на нито един от факторите в регресионна зависимост.

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА СРЕДНОМЕСЕЧНИЯ ОБОРОТ ПО ТИПОВЕ ВАГОНИ.

Осредненият оборот на вагоните за месец носи повече съдържателна и точна информация. Това се дължи на факта, че за сравнително краткия период на осредняване действието на отделните фактори се проявява по-точно.

Представените изследвания [3] показват, че оборота на вагоните от различни типове (открити, цистерни, покрити и др.) е доста различен. Ето защо за нуждите на прогнозирането и развитието на вагонния парк е необходимо да се изследва не оборота и всички товарни вагони, а по типове. Това изискване обаче създава допълнителни трудности. Това се дължи на факта, че повечето от изследваните в предходните точки фактори, като  $V_{уч}$ ,  $Q_{ор}$  и др. се отнасят за всички вагони т.е. липсва детайлна информация. Ето защо на сегашния етап е направено изследване за влиянието само на един фактор, а именно броя натоварени вагони за дадения месец. Използвани са 24 статистически данни за 1996 и 1997 г.

За изследвания период коефициента на вариации на оборота се изменя от 0,083 за F вагони до 0,253 за T вагони. Подобни са стойностите относно натоварените вагони.

Резултатите се дават в табл.2. и табл.3.

Изследвани са четири типа уравнения: линейно, квадратно, хиперболично и експоненциално. Получените коефициенти на детерминация са дадени в табл.4.

Получените резултати показват, че няма голяма разлика между стойностите на коефициентите на детерминация при различните функции. Това позволява, до намирането и анализирането на нови данни, да се приеме използването на линейни регресионни уравнения. Въпреки това е направен пълен регресионен анализ и на останалите видове уравнения (намиране на коефициентите, анализ на остатъците и др.) Резултатите не се дават поради ограничения обем на доклада.



Таблица за оборота

Тип вагони	Общо	F	K	M	J	T	R	Други
Коеф. на вариации	0,072	0,083	0,181	0,215	0,086	0,253	0,104	0,17
Средна стойност	6,13	8,5	7,76	10,47	5,7	8,33	8,05	3,13

Таблица 2

Таблица за броя натоварени вагони

Тип вагони	Общо	F	K	M	J	T	R	Други
Коеф. на вариации	0,068	0,087	0,171	0,145	0,117	0,248	0,161	0,107
Средна стойност	50003,2	5763,2	1632,5	1165,7	23227	2526	6457,2	9218,3

Таблица 3

Уравнение Тип вагон	$Y=a+bx$	$Y=a+bx+cx^2$	$Y=a+(b/x)$	$Y=e^{(a+b/x)}$
Общо	0,504	0,519	0,519	0,52
F	0,654	0,66889	0,667	0,66883
K	0,189	0,23	0,142	0,132
M	0,517	0,52	0,515	0,497
J	0,469	0,497	0,425	0,41
T	0,44	0,62	0,62	0,669
R	0,5312	0,533	0,526	0,519
Други	0,19	0,194	0,178	0,173

Таблица 4

## ОСНОВНИ РЕЗУЛТАТИ И ИЗВОДИ

Направените изследвания не позволиха да се определи значима регресионна зависимост относно средно годишния оборот на вагоните.

Тъй като при предишни изследвания е получаван подобен резултат може да се предложи, че за този показател поради голямото си обобщение по време и тип на вагони не е възможно да се установят зависимости позволяващи неговото прогнозиране.

Що се отнася за средномесечния оборот по типове вагони получените регресионни

зависимости са значими и могат да се ползват с някои уговорки. Подходящи са както линейни така и нелинейни регресионни уравнения.

Напревеният опит да се обединят данните за 1996-1997 г. с данните от предишни изследвания доведоха до получаване на противоречиви резултати: намаляване на коефициента на детерминация и изменение знака на регресионните коефициенти. Ето защо за да се получат резултати достатъчно точни за практически цели трябва:

На първо място да се разшири обхвата на изследването с данни от следващи години тъй като малкия двугодишен период не е достатъчен.

На второ място с цел повишаване коефициента на детерминация е необходимо да се изследва влиянието и на други фактори освен броя на натоварените вагони.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Райков, Р.Г., И.Г. Добровски, “Анализ, планиране и управление на основните показатели на експлоатационната работа в железопътния транспорт”, бюлетин на ЦНИРД, бр. 1, София, 1977 г.

[2] Райков, Р.Г., И.Г. Добровски, “Анализ и управление на технико-икономическите показатели на железопътната мрежа за перспективни и оперативни периоди”

бюлетин на ЦНИРД, бр. 1, София, 1977 г.

[3] Качаунов Т.Т., “Анализ на факторите влияещи на оборота на товарните вагони”, София, ТЕМРТ, 1997 г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА ПАРАМЕТЪРА НА НАБИРАНЕ НА ТОВАРНИТЕ ВАГОНИ

Христо Емилов Христов, Тошо Трифонов Качаунов

#### АНОТАЦИЯ

*Определянето на реалната стойност на параметъра на набиране е един от съществени-те елементи за определяне престоя на товарните вагони. За изясняване на този въпрос са събрани статистически данни за набирането на вагоните за няколко назначения. Въз основа на тях е определен параметъра на набиране и са направени съответните изводи.*

**Ключови думи:** параметър на набиране, вагоночасове престой, период за набиране, норма за набиране на назначение

#### УВОД

В литературните източници процесът на набирането на вагоните, за опростяване на изследването, се представя като постъпване в гарата или в разпределителния парк на равни групи вагони от различните пристигащи влакове на равни интервали за набирането на състав от разглежданото назначение. При такова постъпване на вагоните параметъра на набиране има теоретична стойност 12. Тъй като вагоните за определените назначения постъпват неравномерно, реалната стойност на параметъра ще се различава от теоретичната.

Особено актуален е проблемът за определянето на този параметър в условията на съществуващите икономически отношения за функционирането на железопътния транспорт. Разходите на железниците се формират от една страна от инфраструктурните такси, а от друга от експлоатационните разходи свързани с поддържане на определен брой вагонен и локомотивен парк. При различна организация (твърд график, изпращане по норма или по двойна нор-

ма и други), съотношението на разходите ще бъде различно и ще зависи от реалния коефициент на набиране. Когато е налице такава организация, при която влаковете се изпращат по норма, експлоатационните разходи от престоя на вагоните ще бъдат малки, но инфраструктурните такси ще са по-високи, тъй като трябва да се заплаща голям брой такси заявка- трасе, защото не се знае точно в кой момент ще завърши процесът на набиране. Когато пък се използват точно определен брой трасета, инфраструктурните такси ще са с малка стойност, но разходите за набиране на вагоните се увеличават, тъй като влаковете заминават под норма и в резултат повече вагони престояват.

#### ЦЕЛ

Основната цел на работата е да се определи конкретната стойност на параметъра на набирането за определени съществуващи назначения, което ще даде възможност да се направят изводи за процеса на набиране с отчитане на реалните условия за протичане на процеса.

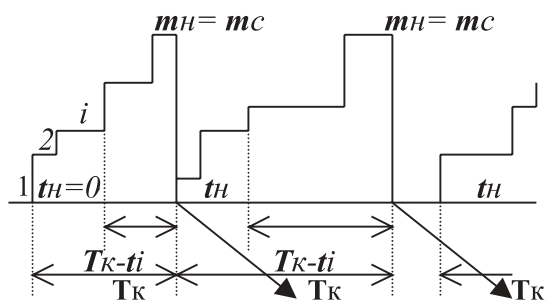
## МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

## 1.1. ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА

Основните параметри на процеса на набирането са денонощен вагонопоток за дадено назначение  $N_d^n$ , среден състав на набиращия се влак  $m_c$ , период на набиране на състава  $T_c$ . Периодът за набиране на състава е времето от началото до завършване на набирането му. В литературата както бе посочено по-горе, параметъра на набирането се изследва при следните условия: големините на постъпващите групи вагони са едни и същи и интервалите на постъпване на групите са еднакви. В реалните процеси на набиране на вагоните, обаче има голяма неравномерност, както в големините на постъпващите групи вагони, така и в интервалите между тяхното пристигане. Това налага да се изследват тези процеси за да може да се отговори на въпроса има ли разлика между теоретично определените параметър на набиране и получените опитни такъв. Намирането на реалната стойност на параметъра ще позволи да се определи начина на процеса на набирането, а оттам да се намери вариант за набиране на вагоните, който ще е с по-малки разходи и за превозвача, и за инфраструктурата.

Намирането на вагоночасовете за набиране на състав дава възможност да се определи стойността на параметъра на набирането. Тъй като денонощната неравномерност на постъпване на групите вагони е голяма, вагоночасовете за набиране на състав се сумират за определен продължителен период от време.

При изпращане на влака по норма за съответното назначение процеса на набиране изглежда по начина показан на Фиг.1:



Фиг.1

Вагоночасовете се определят последователно за всеки един набран състав по формулата:

$B = \sum (T_k - t_i) * n_i$ , където  $n_i$  е брой на вагоните в постъпващата  $i$ -та група,  $t_i$  - интервалите на пристигане на групите вагони,  $T_k$  - период за набиране на състава,  $(T_k - t_i)$  - времето, което дадената  $i$ -та група престоява докато състава се набере до норма. В началния момент  $t_1 = 0$  и тогава  $T_k - t_i = T_k$ , а при последната наричана още нулева група,  $t_i = T_k$  и в случая  $T_k - t_i = 0$ , групата не престоява за набиране.

От сумата на вагоночасовете  $\sum B$  за набиране на съставите за разглеждания брой денонощия се определя стойността на параметъра

$$C = \frac{\sum B}{m_c * n_d}$$

където  $n_d$  броят на денонощията

за разглеждания период,  $m_c = m_n$  - среден брой на вагоните в набрания (готовия) състав, в слу-

чая равни на нормата на назначението  $m_n$ . От тези данни с помощта на статистически методи за обработка са получени: средна стойност на

периода за набиране на състав  $T_k$  на извадката за изследваните брой денонощия, средно квадратичното отклонение  $S$  на периода на набиране на извадката и коефициента на вариация  $V$

на  $T_k$ . Тези характеристики са необходими за да се направи оценка на процеса на набиране при този вариант. При този вариант съставите винаги са с един и същ брой вагони (нормата на назначението) и са готови за обработка за заминаване в момента на достигане на нормата на даденото назначение.

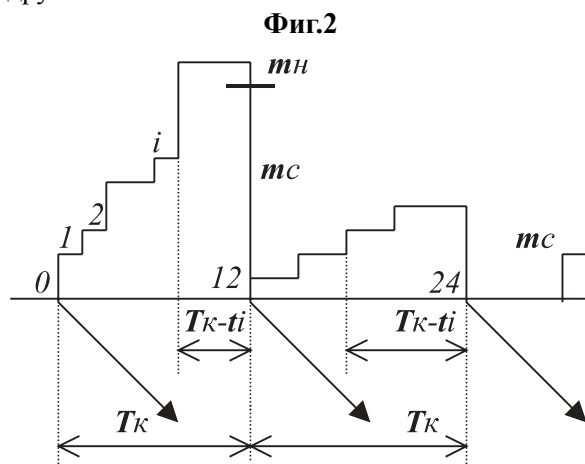
При варианта за изпращане по твърд брой на влаковете за денонощие въз основа на данните за средноденонощния брой състави, които заминават за дадено назначение, след добавяне

на известен резерв, коефициент на резерв  $K_{рез.}$ , се определят определен брой на съставите за денонощие за разглежданото назначение. Средноденонощният брой на съставите се определя

по формулата:  $n_c = \frac{\sum N_d}{n_d * m_c}$ , където  $\sum N_d$  е

сумата на денонощните вагонопотоци за разглеждания период от време. Процесът на на-

биране изглежда по начина показан на Фиг.2, ако заминават по два състава на денонощие. Прието е те да заминават равномерно един от друг.



Вагоночасовете за набиране и стойността на параметъра на набиране се определят по същия начин, както и в първият случай. При този вариант обаче, броят на вагоните в заминаващия състав  $m_c$  ще бъде различен. Затова е определена средната стойност на заминаващия състав  $\overline{m_c}$ , чиято стойност участва в определянето на  $S$  и освен това средната стойност на набраните вагони  $\overline{m_{набр}}$ , средното квадратично отклонение  $S$  на  $m_c$  и  $m_{набр}$  и коефициентите им на вариации.

## 2. СЪБИРАНЕ НА ИНФОРМАЦИЯТА

Информацията за набирането на вагоните е събрана за период от 2 месеца (61 денонощия) от различни типове влакообразуващи гари. Става въпрос за гарите Подуяне-разпределителна и Обединена. И за двете гари са събрани данни за всички набиращи се назначения, но са разгледани и обработени само най-важните и най-мощните от тях.

За Подуяне-разпределителна става въпрос за назначенията: ПДР – Метал, ПДР – Дружба (Бургас), ПДР – Лом (Б.Извор) и ПДР – Русе, които се набират на самостоятелни постоянни коловози, с изключение на празните  $U_z$  вагони за Дружба, които се набират на отделен коловоз и затова не се включени в обработката на данните. На отделни 2 охраняеми коловоза се набират и посегаемите товари, които обаче са включени в обработката на данните, т.к. те за-

едно образуват заминаващия влак за съответното назначение. За време на постъпване на групата вагони е прието времето на пристигане на дадения влак в гарата. Организацията на работата в гарата е такава, че до 1-2 часа след пристигането в гарата съответният състав се разпуска през гърбицата. Тъй като този интервал между пристигането на даден влак и неговото разпускане, е сравнително постоянен, той не дава отражение върху неравномерността на постъпване. Освен това при някои научни изследвания, проф.д.т.н. А.И.Платонов [1], за началото на набирането се приема времето на постъпване на вагона в самата гара.

Гара Обединена обслужва промишления комбинат Кремиковци, който е един от основните товародатели за българските железници. От всички назначения от тази гара с най-голям дял в сравнение с другите е назначението за Бургас. Разгледани са набирането отделно на пълните и на празните вагони за Бургас. За време за постъпване на вагоните е прието времето на предаване на вагоните от гара Заводска и гара Прокат, които са предавателните гари на комбината, на гара Обединена.

Вагоночасовете и параметъра на набирането са изчислявани при два варианта на организация: при набиране до нормата за разглежданото назначение, и при определен постоянен брой на влакове за денонощие за назначение. При първия се изследва времето за набиране на състав до нормата за дадено назначение. Във втория случай се изследват броят на вагоните в състава, при постоянен брой трасета на ден, които превозвача би заявил да ползва

## 3. РЕЗУЛТАТИ

Целият процес на набирането за разглежданите назначения е сметнат и представен в таблици Excel. Основните данни, които са използвани са показани в Таблица 1 и това са: стойностите на параметъра на набиране до норма и при твърд график на заминаващите влакове, коефициента на вариации на периода на набиране при набиране до норма, на заминалия и на набрания състав при набиране при твърд график, броят на необходимите влакове за денонощие и приетият брой за твърдият график, както и полученният резерв чрез коефициента на резерв

$K_{рез}$ , средната стойност на денонощият брой вагони за дадено назначение и коефициента на вариациите му.



Таблица 1

Назначе-ние	C	$\bar{T}_k$	$v(T_k)$	$m_n$	$C_{тв.з}$	$\bar{m}$	$v(\bar{m})$	$\bar{m}_{набр}$	$v(\bar{m}_{набр})$	$n_c^{необх}$	$K_{рез}$	$n_c$	$N_o$	$v(N_o)$
Об-Бс пълни	11,47	8,86	0,538	25	52,54	23,6	0,168	70,02	0,619	2,87	1,045	3	71,93	0,328
Об-Бс празни	10,41	13,93	0,91	45	31,95	38,5	0,327	72,74	0,821	1,672	1,196	2	75,87	0,504
ПДР-Метал	11,46	14,01	0,617	28	20,24	22,97	0,325	33,68	0,723	1,656	1,212	2	45,66	0,388
ПДР-Дружба	11,55	25,73	0,651	31	25,68	27,33	0,245	38,5	0,463	0,885	1,13	1	27,53	0,519
ПДР-Лом	12,88	25,25	0,564	29	35,97	25,49	0,264	47,98	0,611	0,918	1,09	1	26,85	0,487
ПДР-Русе	9,34	44,3	0,65	29	22,28	15,56	0,586	20,2	0,947	0,521	1,92	1	15,35	0,759

#### 4. ИЗВОДИ

От получените резултати могат да се направят следните изводи:

- Получените стойности на параметъра на набиране до норма във всички случаи, с изключение на един (ПДР – Лом), са по-малки от 12.
- Коефициентите на вариация на периода на набиране на състава и денонощният вагонопоток са твърде големи, което показва наличието на голяма неравномерност на постъпване на вагоните.
- Стойностите на параметъра на набиране при твърд график дори при наличието на известен резерв от брой влакове са твърде по-големи от 12 при всички разгледани назначения.
- Има зависимост между големината на резерва и стойността на параметъра на набиране, т.е. колкото е по-голям резерва толкова е по-малка стойността на параметъра. Тази зависимост обаче не е еднакво силна при всички назначения и трябва да е обект на бъдещи изследвания.

- При повечето назначения има някакво съотношение между коефициента на вариации на периода на набиране на състав и неравномерността на постъпване на вагоните (коефициента на вариации на денонощния брой вагони).
- Голямата разлика между средната стойност на набрания и заминалия състав (при половината от разглежданите назначения), показва че трябва да се търси такава организация на изпращането, при която с включването на допълнителни трасета, ще се подобрят параметрите на набирането. Поради обема и сложността си, колко точно и как да се включат тези трасета, това ще е обект на бъдещи изследвания.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Райков, Р. Г. "Организация на маневрената и влаковата работа в гарите", ВМЕИ, София, 1986
- [2] Качаунов, Т. Т. "Моделиране и надеждност на превозния процес", ВВТУ "Т.Каблешков", София, 1997



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НОВ ПОДХОД ПРИ ОБВРЪЗКАТА НА ВЛАКОВЕТЕ С ЛОКОМОТИВИ

Тошо Качаунов, Димитър Купенов, Златин Трендафилов

#### АНОТАЦИЯ

*Разгледан нов подход при обвързка на влаковете с тягов подвижен състав, основаващ се на седмичната им обвързка и отчитане на случайни фактори влияещи върху работата на локомотивите.*

**Ключови думи:** Обвързка на локомотиви, теория на графите, алгоритъм на дефекта.

Проблемът с обвързването на влаковете с тягов подвижен състав винаги е бил интересен за решаване. Този проблем е особено актуален в настоящият момент на развитие на железопътния транспорт у нас. Налице разделяне между инфраструктурата и експлоатационната работа и свързаното с това заплащане на такси за достъп и ползване на инфраструктурата, които налагат по-рационалното използване на тяговият подвижен състав и свеждане до минимум изолираните пробези на локомотивите.

За разлика от всички останали подходи и модели, в които обвързката се извършва за период от едно денонощие, в настоящият доклад е разгледан нов подход при обвързка на влаковете с тягов локомотиви, основаващ се на седмичната им обвързка и отчитане на случайни фактори влияещи върху работата им.

За реализирането на този подход се предлага разработването на модел за обвързка на влаковете с локомотиви. В него е необходимо използването на две групи - масиви от входни

данни. Фиг.1

**Първия** се отнася за гарите в железопътната мрежа и съдържа номерата на гарите, наименованието и инициалите им – съгласно приетите такива в “БДЖ” ЕАД. Този масив е статичен и информацията в него служи за указатели при разработването на модела и интерпретация на изходните данни.

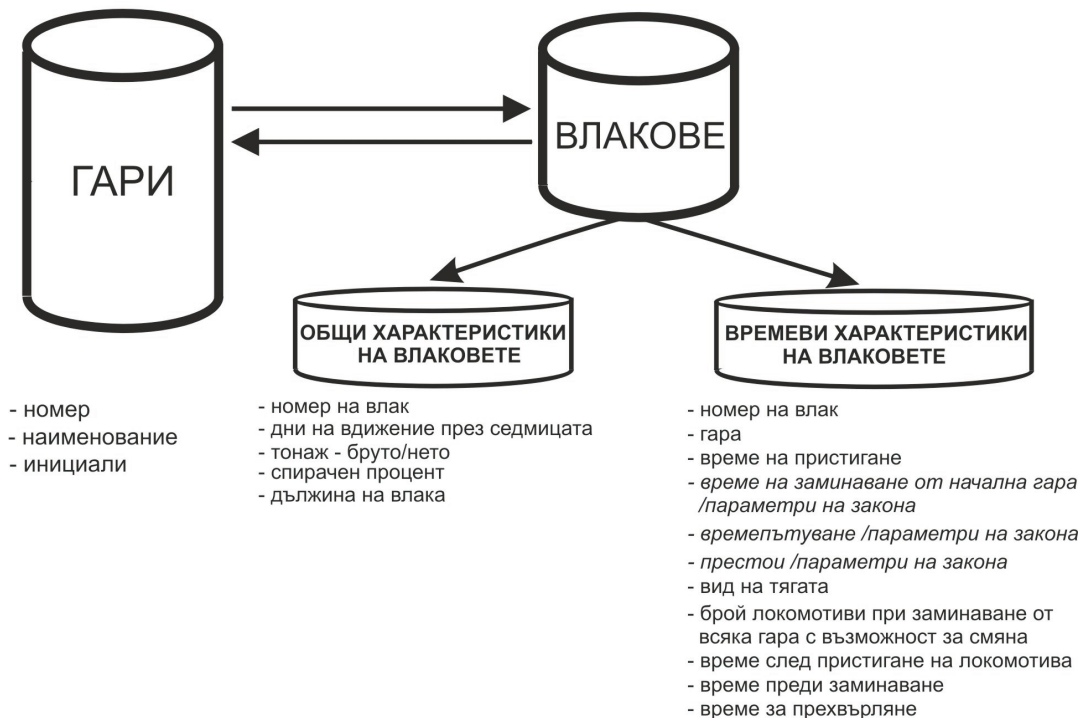
**Втория** масив съдържа информация за влаковете и тяхното движение, и условно може да бъде разделен на две - “обща характеристика на влаковете” и “времеви характеристики на влаковете”.

Част от тази информация е предварително определена и относително детерминирана - “обща характеристика на влаковете”-  $V^o$ .

$$V^o = A(N_g, D_{ог}, T_{ог}, T_n, S_{\%}, L_{вл}) \quad (1)$$

където:  $N_g$  -номер на влак,  $D_{ог}$  -дни на движение на влаковете през седмицата,  $T_{ог}/T_n$  -тонаж бруто/нето,  $S_{\%}$  -спирачен процент,  $L_{вл}$  -дължина на влака.

### МАСИВИ ВХОДНИ ДАННИ



Фиг.1

Информация в масива - “времеви характеристики на влаковете” -  $V^e$ , според нас има вероятностен характер, и може да се представи по следния начин:

$$V^e = A(N_g, G, t_{np}, t_z, t_{en}, t_n, W_T, LK, t_{Lk}, t_{nz}, t_{npx}) \quad (2)$$

където:  $G$ -гара,  $t_{np}$ -време на пристигане,  $t_z$ -време на заминаване,  $t_{en}$ -времепътуване,  $t_n$ -престои,  $W_T$ -вид на тягата,  $LK$ -бр.лок. при заминаване от всяка гара,  $t_{Lk}$ -време след пристигане на лок.,  $t_{nz}$ -време преди заминаване,  $t_{npx}$ - време за прехвърляне.

При определянето на повечето от разглежданите величини – времепътувания, часове на заминаване/пристигане на влаковете в гарите и т.н. е необходимо прилагането на методи от Теория на вероятностите.

За целта е необходимо, а и се извършват, значителни статистически наблюдения и анализи на разглежданите величини и разпределението на вероятностните им характеристики, като закони на разпределение, средни стойности, средно квадратично отклонение и пр.

За прецизно определяне на престоите на локомотивите в гарите – в готовност, технически прегледи, в очакване и т.н., те се разглеждат поотделно със своите вероятностни характери-

стики.

Така записани в масива, те влизат като входяща информация в разработвания модел.

$$t_z = A(Z_j, PAR_p, \dots, PAR_i) \quad (3)$$

$$t_{en} = A(Z_j, PAR_p, \dots, PAR_i) \quad (4)$$

$$t_n = A(Z_j, PAR_p, \dots, PAR_i) \quad (5)$$

където:  $Z_j$  – вид на определения закон на наблюдаваната величина,  $PAR_i$  – определени параметри на закона.

При реализацията на модела, многократно проиграване на заложената задача с константните и променливи наблюдавани величини, според нас ще се получат резултати доближаващи се до реалната експлоатационна ситуация.

Новия подход, който се предлага в реализацията на обвързката на локомотивите е свързан и с честотата на появяване на влаковете през дните на седмицата, съгласно ГДВ и неравномерността на превозите.

Досегашната – настоящата обвързка се изготвя на базата на ежедневната (24 часова) работа на локомотивите и по същество не отчита различното натоварване на машините през дните от седмицата.

За целта в модела се предлага използването на записи – указатели за появата /движението на влаковете през дните на седмицата, които служат при изготвянето на алгоритмичната ин-

терпретация на модела.

За решаването на задачата за обвързка на локомотивите в седмична работа се предлага използването на познатия алгоритъм на Дефекта от Теорията на графите [1, 2, 3]

Новия подход, както беше вече споменато, е в представяне на графовата структура за работа на локомотивите през цялата седмица.

В този граф, множеството от върховете се определят от моментите на пристигане и заминаване на всеки влак в и от всяка гара, в която може да се прехвърля локомотив (включително междинни гари), както върховете/възлите се записват последователно за всичките дни от седмицата, при наличието на заминаващ влак. Информацията за времената на заминаване/пристигане на влаковете от предложените масиви.

Решението на задачата изисква формиране на множество от дъги с параметри: максимална и минимална пропускателна способности на дъгите  $-P_{max}, P_{min}$ , разходи за транспортиране на единица поток  $-C_{ij}$ , количество преминал поток по дъгата  $-f_{ij}$ , върхове производители (влакове освобождаващи локомотиви)  $-A_{ijk}$ , върхове потребители (влакове нуждаещи се от локомотиви)  $-B_{ijk}$ , главен производител  $-s$ , главен потребител  $-t$ , дни на движение  $-i$ , пореден влак  $-j$ , поредна гара  $-k$ . Фиг.2

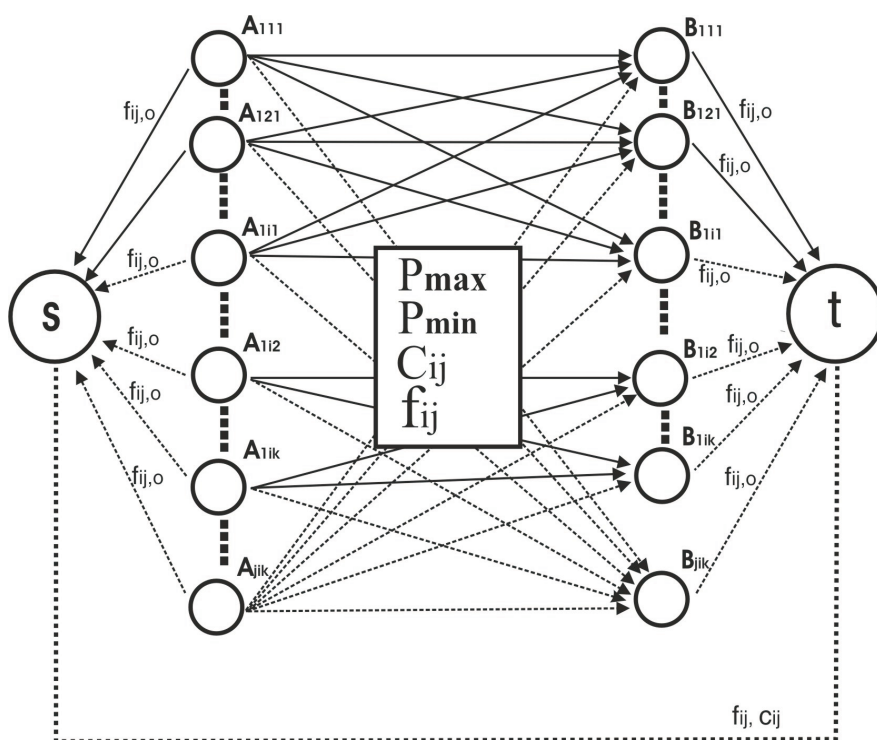
Формирането на дъгите от върха - “главен

източник” до върховете образувани от всички пристигащи влакове през седмицата (производители) и върховете образувани от всички заминаващи влакове (консуматори), до върха представляващ “главен консуматор”, както и формирането на затварящата дъга се извършва аналогично както в познатите (описани) алгоритми и сходни задачи [1, 3].

Формирането на дъгите от върховете образувани от всички пристигащи влакове до върховете образувани от всички заминаващи влакове, се извършва на базата на седмичното (планирано) разписание на движение на влаковете. Тук при определяне на стойностите  $-C_{ij}$ , се предлага използването на оригинални условия. Те позволяват определянето им като се взема в предвид седем дневната 24 часова работа на локомотивите, прехвърлянето на локомотива от единия на следващия ден по време на работа.

В оглед на ограниченията в обема на доклада, тези условия тук няма да бъдат подробно разгледани.

За получаване на достоверна – доближаваща се до реалната експлоатационна ситуация е желателно и се предлага анализ на отказите и аварията на локомотивите при движение, както и следене и анализ на продължителността на ремонтите на локомотивите - планови и случайни. Желателно при реализация на алгоритъма

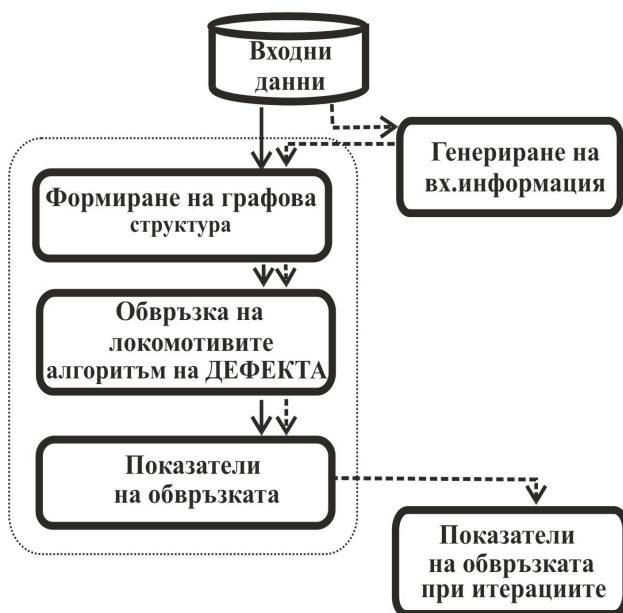


Фиг. 2

да се отчитат и редица други “смушаващи” фактори, като откази от движение – свързани с експлоатацията и надеждността. Примерно анализ на неравномерността на товарните превози, ограниченията в броя на използваните локомотиви и на тези в резерв и др.

За отчитането на изброените по-горе допълнителни условия в предлагания модел се въвежда модул, който генерира (случайно или в зависимост – по изследван закон) условия – параметри, които забраняват върхове, променя времена и или ограничават броя на използваните локомотиви. Получените резултати, заедно с детерминираната входна информация се интерпретира в подходящ вид за използването и в алгоритъма на Дефекта.

Така се според нас при многократно проиг-



Фиг. 3

раване на задачата се дава възможност за отчитане на неравномерностите и броя на действително използваните локомотиви в депата., с отчитане на всички показатели на работа на локомотивите – бр. използвани локомотиви, бреме в работа, престои, тон км. работа и т.н. Фиг.3

Разгледаният подход дава възможност за прогнозиране/предвиждане на необходимия брой локомотиви за работа и отчитане на неравномерностите във влаковото движение.

Моделът е подходящ за реализиране на електронно – изчислителна машина и освен за планирането на локомотивния парк би бил подходящ за оперативното управление на движението на влаковете и локомотивното диспечерско ръководство.

При разработване на програмен продукт към в него (в процес *-Imain3*), с подходящ интерфейс смятаме, че предложения подход за обвръзка на локомотивите ще е полезен за работа на определени звена е БДЖ ЕАД..

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Карагъзов К., Купенов Д. Ръководство за лабораторни упражнения по теория на транспортните потоци. ВТУ “Т.Каблешков”, София, 1994г.
- [2] Филипс Д., Гарсия-Диас А. Методи анализа на сетей. МИР, Москва, 1984г.
- [3] Байкушева Г., Мишев Г. Програмен модул за динамично разпределение на тяговия подвижен състав с помощта на ЕИМ. сп. Железопътен транспорт, бр.5, София, 1980г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СПЕЦИАЛИЗИРАНО ОБСЛУЖВАНЕ НА ТРУДНОПОДВИЖНИ ЛИЦА С ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ В БЪЛГАРИЯ

Радослав Михайлов, Явор Георгиев, Румяна Колева

#### АНОТАЦИЯ

*През месец май тази година бе реализиран проект по програма ФАР, с който се решиха проблемите при обслужването на трудноподвижните лица с железопътен транспорт. Обслужването им, съгласно пилотния проект ще обхваща градовете: София, Пловдив, Стара Загора и Бургас, като в градовете транспорта ще се извършва със специализирани автобуси, а по железниците със специализирани вагони.*

**Ключови думи:** трудноподвижни лица, специализиран превоз, транспортно обслужване

Осигуряването на равни права и възможности на хората с увреждания и поемането на подход на неизолацията им от страна на обществени и други организации на всички нива в Европейския съюз са основни елементи в развитието на гражданските права. Отчита се, че една от причините за проявите на дискриминация към такива лица е неефективността на пътническите превози, които не отчитат потенциала и потребностите на хората с увреждания. Новото разширено определение на трудноподвижните пътници обхваща хора:

- с физически и психически увреждания;
- с проблеми във възприятието (незрящи и с намалено зрение и слух);
- схващащи трудно;
- които не могат пълноценно да ползват горните и долните си крайници;
- които временно преживяват последиците от някаква травма.

България като демократична държава, се стреми да осигури на всички граждани условия за ползване на общопризнатите човешки

права, включително и правото на свобода на придвижване. За нашата страна документът, регламентиращ условията и реда за извършване на специализиран превоз на трудноподвижни лица, е издадената от Министерството на транспорта Наредба № 6 за извършване на превоз на трудноподвижни лица от 12 декември 1997 г. (ДВ, бр. 7 от 1998 г.). Според тази наредба “БДЖ” ЕАД съгласувано с Министерството на транспорта:

1. реализира програма за преустройство и производство на специални вагони за транспорт на трудноподвижни лица с инвалидни колички;
2. приоритетно осигурява специализирани пътнически вагони за превоз на трудноподвижни лица;
3. отразява в съответните разписания за движение на пътническите влакове наличието на специализирани пътнически вагони;
4. обозначава със знака “инвалид” специализираните пътнически вагони и вратите за качване към влаковете;
5. разработва и утвърждава Инструкцията за

инж. Радослав Михайлов - ст. експертен сътрудник 39<sup>то</sup> НС

инж. Явор Георгиев - ст. експертен сътрудник 39<sup>то</sup> НС

н.с. инж. Румяна Колева - “НИИТ” ООД



периодични технически прегледи, ремонт и поддръжка на специализираните пътнически вагони за превоз на трудноподвижни лица;

6. разработва и утвърждава Инструкция, регламентираща изискванията за качеството на транспортното обслужване, сигурността и безопасността на трудноподвижните лица по маршрута на влака.

С проект финансиран по програма ФАР достъпа на трудноподвижните лица до железопътния транспорт вече е осигурен. Направлението София – Бургас (София, Пловдив, Стара Загора и Бургас) е пригодно за обслужването им, т.е. всяка от посочените гари разполага с гарови служби и места за приемане на хора със затруднения в придвижването.

Транспортно обслужване на инвалиди на територията на Централна гара - София се осъществява с лек автомобил "Мерцедес – Бенц Вито", дарен от Търговското представителство на "Даймлер Крайслер" за България "Балканстар". Автомобилът прави възможен достъпа на инвалидни колички от нулевия етаж до пероните.

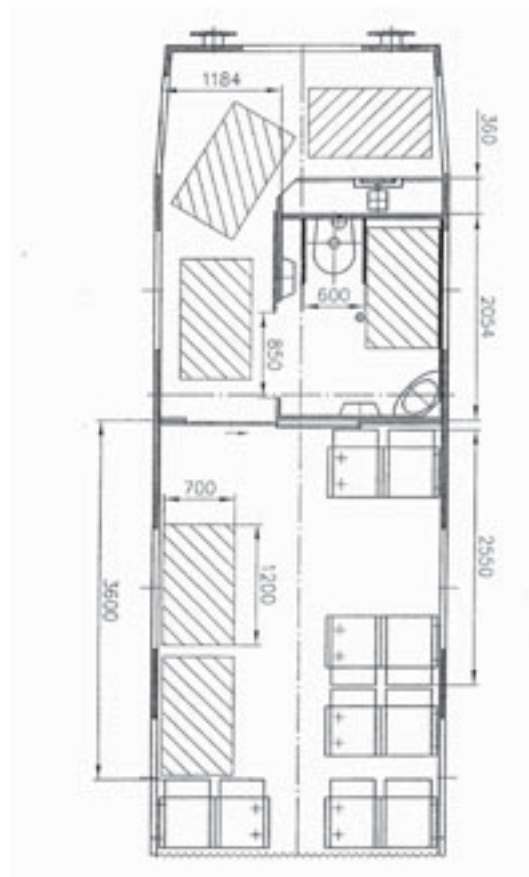


С предоставянето на микробуса завършва първата част от комплексния проект "Транспортно обслужване на трудноподвижни лица по комбинираната схема "автобус - влак - автобус", който е осъществен от Министерството на транспорта и съобщенията на Република България и е финансиран от Европейския съюз.

Втората част на проекта включва преустройство на първите два вагона (намиращи се в състава на влакове №№ 801 и 802) без купета от завода в Дряново, тя на практика също е изпълнена. Преустройството обхваща пространството от преддверието от страна ръчна спирачка, тоалетната, коридора пред нея, и първите две сепарета от безкупейния салон. В горепосоченото пространство се оформя едно обширно сепаре, разполагащо с две двойни седалки за двама инва-

лиди и двама придружители с подвижни подлакътници, а срещу сепарето е оформено подходящо оборудвано свободно пространство за разполагане на 2 инвалидни колички в разгънато състояние. Местата им са оборудвани със захватни колани за придържане на количките. В подпрозоречното пространство на сепарето за инвалиди се монтира една неподвижна малка масичка.

Тоалетната е подходящо съоръжена с неподвижни и подвижни ръкохватки, за да осигури спокойно ползване от инвалида на тоалетната и мивката. Пускането на водата за миене е ръчно с бутони. Непосредствено до тоалетната чиния има осигурено свободно пространство за разполагане на инвалидната количка. Материали-



те от които са изработени панелите, обшивките, седалките, изолацията и подовото покритие са трудногорими или негорими. Там, където е възможно са предвидени и мерки за ограничаване разпространението на огъня.

С производството на втората партида вагони ще бъдат комплектовани бързите влакове от София за Варна през Стара Загора и през Горна Оряховица и София – Кърджали.

Достъпът до вагона на инвалидите с колич-

ките, съгласно пилотния проект, ще се осъществява със специални мобил - лифтове от вратите, разположени от страна на пространството предназначено за инвалиди. Същите се съхраняват на пригодения за инвалиди перон в подходящо защитено пространство. Мобил - лифтовете са с самоносещата метална конструкция и с вграден повдигателен механизъм ръчен тип. Работната платформа е метална, съоръжена с парапети и подвижни клапи за влизане (излизане) на инвалидната количка.

Съоръжението е мобилно с възможност за обслужване от един специалист. То е приспособимо за всички типове перони на националната жп мрежа.



Железопътните гари в шестте пилотни града бяха инспектирани, за да се потърсят задоволителни подходи към пероните. За всички гари бе установено, че имат задоволителен достъп за превозно средство до поне един от пероните, като повечето от тях позволяваха на микробус от местната служба да разтовари пътниците си на самия перон на централна гара в София. Достъпът посредством стълбите и ескалаторите е абсолютно невъзможен, тунелите към пероните дават достъп за товарни и колетни пратки.

Във всички гари от проекта бяха извършени подобрения на пешеходния достъп, които включват:

- Осигуряване на обучен персонал, способен да помага на хората със затруднения в мобилността да ползват железопътните услуги;
- Осигуряване на стая с телефон и подходящо оборудване (вариращо от медицинска екипировка до машини за приготвяне

на чай и кафе) за персонала, служеща за приемна/чакалня за пътниците със затруднена мобилност;

- Осигуряване на възможност за предварителна резервация за пътуване;
- Обучение на железопътния персонал за подход към инвалидите;
- Хората, ползващи железопътните служби, заминават и пристигат от перон, достъпен за специализиран транспорт, оборудван с мобил-лифт;
- Където е възможно, се използват пиктограми;
- Входовете и проходите са достатъчно широки за преминаване на инвалидни колички с всякакви размери, както и лесно отваряеми в двете посоки;
- Комуникацията с железопътния персонал, особено на местата за купуване на билети, да се направи колкото може по-лесна за хората със затруднения;
- Има седящи места включително и такива, които да се използват с приоритет на определени интервали от време;
- Тоалетните и умивалните са достъпни за лицата със затруднена мобилност и са с оборудване, даващо възможност за използването им ;
- Нощем гарата е добре осветена, с действащи по всяко време обществени телефони;
- Специално обозначена зона за слизване на пътниците на местните служби, разположена близо до маршрутите за придвижване на хора със затруднена мобилност в гарата;
- Осигурени са места за паркиране, близо до маршрутите за достъпно обслужване;

Тези подобрения улесняват достъпа, както на пътниците, пристигащи на гарите с местните пилотни служби, така и на хората със затруднена мобилност, желаещи да използват железопътните услуги, достигащи до гарата по друг начин. Те също така предлагат подобрен достъп и подобрена среда общо за всички пътници, ползващи железопътен транспорт.

За да се извърши придвижване на трудноподвижно лице от едно населено място до друго е необходимо следването на специфични процедури:

- Да се направи предварителна заявка (поръчка) към съответната местна служба, в която се посочва: име, адрес, телефон, степен на инвалидност, налични при-

- друзители, ползващи помощни средства (инвалидна количка, патерици и др.), ден на пътуване, време на отпътуване/пристигане, номер на влака, номер на вагона (по билета), гара на пристигане, информация за общото тегло на инвалида с инвалидната количка и други;
- При получаване на поръчка за междуградско пътуване, местната служба трябва предварително да приеме заявката, ако има възможност да изпълни частта от пътуването, което се изисква от нея, до гарата и обратно;
  - Член от персонала, отговарящ за взаимодействието между всички служби, получава заявката и се свързва с персонала на местната гарова служба и на гаровата служба в града, за който бъдещия пътник иска да пътува. Те трябва да обсъдят всички специални изисквания, които трябва да бъдат изпълнени, за да се осъществи пътуването на потребителя;
  - Персоналът на гаровата служба трябва да отговаря на въпроси за разписанията на влаковете и при намиране на подходящ за клиента такъв да се свърже с железопътното бюро, за да установи наличието на свободни места в избрания влак. След това трябва да се свърже с местната служба за потвърждение на наличността. От своя страна местната служба в града, за който ще се пътува, се известява за часа на пристигане и заминаване на влака, с който пътува клиента;
  - Веднага след като резервацията за влака се потвърди, персоналът на гаровата служба трябва да се обади обратно на контактувалата с него местна служба, за да потвърди възможността за пътуване;
  - В деня на пътуването, лице от персонала

на гаровата служба трябва да е на разположение да посрещне пътника на перона, на входа на гарата или в района за приемане, в зависимост от желанието на клиента при правене на заявката. Ако пътникът изисква използването на мобил-лифт за качване във влака, това трябва да се уреди по време на заявката и персоналът на гаровата служба трябва да поеме отговорността за поставянето на подемното устройство в правилно положение;

Всеки пътник нуждаещ се от помощ при достъпа си до железопътното обслужване, но пристигащ на гарата с друг транспорт трябва да се обърне за съдействие към персонала на гаровата служба.

Чрез създаването на условия за гарантиране на възможностите за упражняване на общочовешки права, включително и решаването на транспортните проблеми на своите трудноподвижни лица България ще се представи пред света като една цивилизована демократична държава.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1.] Наредба №6 на МТ за извършване на превоз на трудноподвижни лица. (ДВ, бр. 7 от 1998г.).
- [2.] Пилотен проект за рециклиране на два броя вагони пътнически за превоз на инвалиди на база метална конструкция спални вагони. "БДЖ" ЕАД, София, 2001г.
- [3.] Готуранов, Б. Транспортно обслужване на трудноподвижни лица. МТ, София, 1999г.
- [4.] Транспортни облекчения за хора със затруднено придвижване-превод от английски. МТ, София, 1999г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МОДЕЛИРАНЕ РАБОТАТА НА ВЛАКОВИЯ ДИСПЕЧЕР ПРИ УПРАВЛЕНИЕ НА ДВИЖЕНИЕТО В ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Димитър Димитров, Теодор Кирчев

#### АНОТАЦИЯ

*Докладът третира проблема по работата на влаковия диспечер в новите условия свързани с реструктуриране на БДЖ. Във връзка с това са анализирани процесите и дейностите по реструктурирането, както работата и задълженията на влаковия диспечер в тези нови условия. Предложени са някои концепции и идеи и модели свързани с дейността на влаковия диспечер.*

**Ключови думи:** диспечерско ръководство, влаков диспечер, управление, железопътен транспорт, информационен модел.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Всеки производствен процес протича по определена, предварително разработена технология. Сложните производствени процеси са комбинация от множество, взаимодействащи помежду си технологии.

Транспортния процес е също сложен процес, който обединява в себе си технологически процеси по приемане, складиране, натоварване, транспортиране и разтоварване на товарите.

При осъществяването на транспортния процес графикът и разписанията за движението на превозните средства изпълняват ролята на основен технологичен процес и всички останали трябва да бъдат обвързани и да си взаимодействуват така, че в крайна сметка да осигуряват изпълнението им.

Независимо от тази обвързаност и координация, в отделните технологични процеси непрекъснато възникват вредни влияния, кои-

то нарушават нормалното протичане на самите технологични процеси и водят до нарушаване, а по някога и до спиране, на основния производствен процес.

В транспорта такива вредни явления могат да бъдат:

- повреда на подвижен състав;
- повреда в инфраструктурата и комуникациите;
- природни явления и бедствия
- несвоевременно подаване на транспортно средство за превоз;
- ненавременно придвижване на транспортното средство до място на домукване и екипировка;
- фактори породени от други обективни и субективни причини свързани с транспортните процеси.

Всички тези обстоятелства налагат транспортния процес непрекъснато да се наблюдава и да се прилагат превантивни мерки за предотвратяване на нарушенията, или ако са възникнали, за възможно най-кратко време да

се възстанови нормалното протичане на всички технологични процеси. Тази роля се изпълнява от диспечерската система, която се организира във всяко по-сложно производство.

## МЕТОДИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА РАБОТАТА НА ВЛАКОВИЯ ДИСПЕЧЕР

Работата на влаковия диспечер по осигуряването на движението на влаковете е свързана с изпълнение на заложения график за движение на влаковете (ГДВ).

В редица случаи обаче възникват фактори, които влияят отрицателно при осъществяване на работния процес по водене на влаковете по ГДВ. В оперативни условия тези фактори са свързани с възникване на:

- затруднения на работата;
- нарушения на работата.

Причините за възможните **затруднения** могат да се класифицират в две групи:

**1. Технологични причини.** Тези причини са свързани с несвоевременното извършване на операции по:

- подготовката на влаковете за заминаване;
- придвижването им по участъците;
- несвоевременното освобождаване на части от инфраструктурата, която ще бъде заета от следващо возило.

**2. Технически причини.** Тези причини са свързани с излизане от строя на части от инфраструктурата, които не са предпоставка за прекъсване на движението или на такива устройства, чиято работа може да бъде частично възстановена чрез използване на диспечерски заповеди, пломбирани бутони и образци.

Настъпилите **нарушения** на ГДВ могат да бъдат причинени от:

- незаминаване на влак от гара.
- закъснение на влак, движещ се в участък, над определено време.
- прекъсване на движението поради авария или катастрофа с подвижен състав.
- излизане от строя на важни звена от инфраструктурата (коловози, текущ път, контактна мрежа, гърловини на гари и др.).
- прекъсване на движението поради ремонт на инфраструктурата.

В повечето случаи настъпването на нарушения на работата са следствие от липсата на действия от страна на диспечера за предотвратяване на затрудненията на движението.

Конкретните решения и действия на диспечера се базират на:

- набор от възможни решения за изход от затруднената ситуация или настъпилото нарушение;
- други схеми и решения, които са в синхрон с изискванията за безопасна работа на железопътния транспорт.

Наборът от възможни решения е регламентиран в нормативната база [1,2] и е свързан с прилагането на:

- изменение на пунктовете за срещи и надминавания;
- съкращаване на престоите в гарите на товарните влакове;
- използване на свободни трасета в ГДВ;
- увеличаване на работното време на локомотивните бригади до 2 часа след съгласуване;
- използване на необичайния път за уско-рено придвижване на закъснели влакове.

## ОБЩ МОДЕЛ ЗА РАБОТА НА ВЛАКОВИЯ ДИСПЕЧЕР

Общия модел за работа на влаковия диспечер (вж. приложение 1)  $W_h$  е свързан с удовлетворяването на следното:

$$(1) W_h = f\{T, E, S\}$$

където

$T$  – технологичната (експлоатационна) ситуация на превозния процес;

$E$  – техническата оборудване на конкретно звено от инфраструктурата;

$S$  – ограничаващите условия свързани с безопасността на движението.

Дискретизация на процеса на дейността на диспечера във функция на времето  $i$  се изразява при вземането на решение  $w$ :

$$(2) w_i = (t_i, e_i, s_i)$$

където

$$i = 1, 2, \dots, h;$$

$t_i$  – технологичната (експлоатационна) ситуация на превозния процес в  $i$ -ти период;

$e_i$  – техническата оборудване на конкретно звено от инфраструктурата в  $i$ -ти период;

$s_i$  – ограничаващите условия свързани с безопасността на движението в  $i$ -ти период.

$h$  – общо количество интервали във времето.

Качествената оценка на диспечерската стратегия е в зависимост от близостта на действителното изпълнение на работата по водене на влаковете и заложеното в ГДВ. Нейното изражение може да се направи чрез:

$$(3) Q = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^h |n_{ij}^* - n_{ij}|$$

където

$Q$  – критерий за качеството на диспечерската стратегия;

$j$  – номер на експлоатационното звено от инфраструктурата;

$J$  – общ брой на експлоатационните звена на инфраструктурата;

$n_{ij}^*$  – броя на заложените влакове по ГДВ, намиращи се на  $j$ -то експлоатационно звено от инфраструктурата в  $i$ -ти период

$n_{ij}$  – фактическият брой на влаковете намиращи се на  $j$ -то експлоатационно звено от инфраструктурата в  $i$ -ти период.

В процеса на моделиране се избира управлението на влаковете, осигуряващо минимум на величината  $Q$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа са анализирани и систематизирани факторите, които влияят върху нормалното протичане на транспортния процес. Обобщени са още и възможните действия на влаковия диспечер за отстраняване на причините и нормализиране на движението.

На тази база е предложен общ модел за работа и оценка на дейността на влаковия диспечер. Този модел може да послужи за основа за разработване на методика за действие, както и информационно-съветваща система, подпомагаща работата на влаковия диспечер.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] МТС, Нормативи за железопътния транспорт, Част I, Стандартизация принт ЕООД, София, 2002.

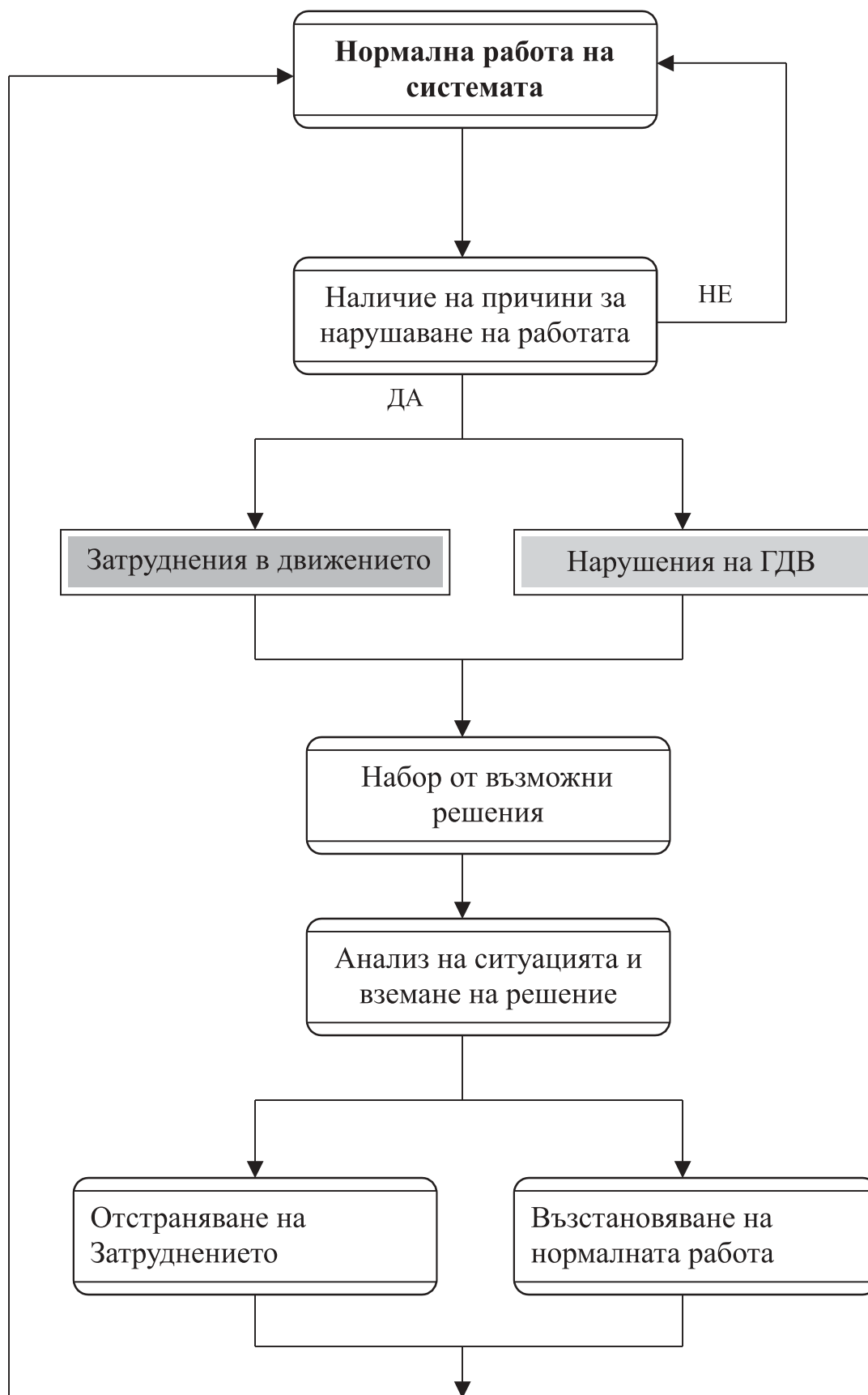
[2] МТС, Нормативи за железопътния транспорт, Част II, ВТУ “Тодор Каблешков”, София, 2002.

[3] Н. Ваджалиев, Организация на експлоатацията в транспорта, ДИ “Техника”, София, 1985

[4] Herbert S. Wilf, Algorithms and Complexity, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA 19104-6395



ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОБЩ МОДЕЛ ЗА РАБОТА НА ДИСПЕЧЕРА





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР НА ПЪТНИЧЕСКИТЕ ПРЕВОЗИ И УЧАСТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ В НЕГО В ПЕРИОДА СЛЕД 1996 Г.

Ахмед Салиев

#### АНОТАЦИЯ

*В настоящия доклад е направен общ анализ на пътничекото по основни видове транспорт, както и подробен анализ на железопътния транспорт. За разглеждания период (1996 – 2001 г.) се забелязва общо снижаване на обема на превозените пътници по всички видове транспорт, чиято причина се дължи основно на технико – технологични затруднения и макроикономически фактори.*

**Ключови думи:** транспорт, железопътен транспорт, пътнически превози, транспортен пазар

Икономическата криза, която е обхванала страната ни във връзка с прехода към пазарна икономика, се отрази неблагоприятно и върху развитието на пътническите превози.

След годините на спад 1990 – 1996 г. се наблюдава тенденция към нарастване на брутния вътрешен продукт (БВП) на страната, но все още не е достигнато нивото от 1990 г. В реализирането на БВП по икономически сектори най – значително е намалението в индустриалния, а в сектора на услугите – се увеличава (табл. 1). Покупателната способност и ръстът на реалните доходи на домакинствата в периода след 1996 г. са едни от основните фактори обуславящи спада в пътническите железопътни превози.

Преструктурирането в социално – икономическата сфера се отрази и върху транспортния пазар, в т.ч. и на железопътните превози. От една изградена централизирана система за организация на превозите се премина към пълна либерализация на транспортния пазар, без да са създадени условия за равнопоставеност и лоялна конкуренция между основните видове транспорт.

През разглеждания период основен конкурент на железниците е и ще продължава да бъде автомобилният транспорт, който в условията на пълна либерализация по отношение на пътническите автобусни превози и липсата на съответстваща нормативна уредба се освободи до голяма степен от социалните си функции и се ориентира предимно към комерсиални превози. На транспортния пазар се появиха и частни автотранспортни фирми, които извършват превоз на пътници главно на далечни разстояния между столицата и големите градове в страната, както и международни превози – до голяма част от европейските страни.

Мястото и относителният дял на пътническите превози в отделните видове транспорт съществено се различават, което се потвърждава и от данните в табл. 2 и табл. 3.

Автомобилният транспорт заема над 60 % от общия обем на превозените пътници и над 45 % от обема на пътниккилометрите при извършване на пътническите превози в страната. Тенденцията на значително увеличаване на относителния дял на автомобилния транспорт в

общия обем на пътническите превози се определя от неговите съществени предимства пред другите видове транспорт, а именно: висока проходимост и маневреност на автомобилите, поддържане на голяма честота на движението, респ. малки интервали в движението на превозните средства и осигуряване на по – големи удобства за пътниците по отношение на мястото на тръгване и пристигане и др.

Голямото значение на автомобилният транспорт (автобусен и пътнически таксиметров) при извършването на пътническите превози се определя и от обстоятелството, че превозите по железопътния, въздушния и воден транспорт се извършват, като пътниците се извозват предвартелно с автобуси или пътнически таксиметрови автомобили до съответните експлоатационни пунктове (жп гари, аерогари и др.). От друга страна, пътническите таксиметрови автомобили успешно допълват не само железопътния, въздушния и водния транспорт, но и автобусния транспорт. Най – същественото предимство на леките автомобили е възможността им да обслужват пътниците по принципа "от врата до врата".

От приведените данни се вижда, че е налице значителен спад при превоза с железопътен транспорт. Превозените пътници от 66097 хил. през 1996 г. намаляват на 50029 хил. или с 24,3 % през 2000 г. След резкия спад през 1996 г. има известно повишение през 1997 г. с 25 %, което се дължи на повишените цени на горивата, вследствие на инфлацията, при която се повишиха рязко цените на автобусния транспорт и голяма част от пътничекото се пренасочи към железопътния транспорт.

Аналогична е тенденцията за изменение на реализираните пътничекилометри. От 5065 млн. пкм през 1996 г. намаляват на 3472 млн. пкм или с 31,5% през 2000 г.

Обемът на пътническите превози зависи от два основни показателя: брой на населението и неговата подвижност. От табл. 4 се вижда, че е налице намаляване броя на населението на страната, от където намалява и коефициентът на подвижност на населението (отношение на броя на превозените пътници с даден вид транспорт към броя на населението на страната), което води до спад в пътничекото. Високият коефициентът на подвижност на населението по автобусния транспорт се определя от обстоятелството, че той взема активно участие при извършването на вътрешноградските и крайградски пътувания.

Намалението на превозите през 2001 г. е съществено и се определя основно от техническите и технологични затруднения, свързани с реализацията на превозния процес, както и влиянието на обективните макроикономически фактори.

Така например ремонта на железния път: електрификацията на пета линия, ремонта по трета и четвърта линия, които наложиха промени в графика за движение на влаковете доведе до отмяна на някои влакове, намаляване на маршрутните скорости, както и неудобните времена на пристигане на влаковете в гарите и взаимодействието с другите видове транспорт.

Ниската конкурентна способност на услугите, предлагани от пътническия железопътен транспорт, влошеното състояние на железния път и засилената ремонтна дейност, както и поради трайния недостиг на средства за обновяване и поддържане на подвижния състав, дават възможност на конкурентния автобусен транспорт да превозва повече пътници, заемайки основните доходоносни направления в транспортната мрежа.

През 2001 г. във вътрешно съобщение са превозени 41818 хил. пътници и са реализирани 2989 млн. пътничекилометри, като средното превозно разстояние е 71,5 км. Превозените пътници с експресни влакове са 4 %, с бързи - 24 %, с пътнически - 72 % от общия им брой. Реализираните пътничекилометри с експресни влакове са 10 %, с бързи - 56 % и с пътнически - 34 % от общо реализираните. (табл. 5).

Около 70 % от пътниците на железопътния транспорт се придвижват с обикновени пътнически влакове, но делът на реализираните от тях пътничекилометри е почти два пъти по – малък, което се дължи най – вече на извършването на крайградските превози на работници и учаци. При експресните и бързи влакове реализираните пътничекилометри са около два пъти по – големи от превозените пътници, вследствие на осъществяването на превози на средни и по – далечни разстояния.

Преобладаващата част от пътниците пътуват с второкласни вагони, което може би се дължи на използването на по – малко комфортен, но по – евтин превоз, дори и при пътуване на по – далечни разстояния. (Табл. 6). Това може да се обясни с рязкото спадане на реалните доходи на част от населението, както и безработицата у нас.

През последната 2001 г. приходите от дейността при пътническите превози с железопътен

транспорт са кръгло 176 млн. лв., а разходите за същата дейност са 312 млн. лв. При това в сумата за приходите са включени 60 млн. лв. компенсации от държавния бюджет за пътнически превози. Следователно загубата от 136 млн. лв. налага да се търсят алтернативни решения за засилване на пазарната и търговска ориентация на БДЖ.

Увеличаването на приходите чрез нарастване на превозните цени е един от методите, който изглежда най-бърз и лесен начин за повишаване на икономическата ефективност. Но от друга страна цената зависи от себестойността на превозите, както и от конкурента-в случая автомобилния транспорт, което ограничава възможностите за вариране. Освен това увеличаването на цените винаги води до широк обществен отзвук, тъй като се отразява неблагоприятно върху жизненото равнище на населението.

Друга възможност за повишаване на икономическата ефективност на пътническите превози е чрез намаляване на разходите за тяхното извършване. Драматичното увеличаване на цените на материалите, горивата, енергията и други експлоатационни нужди, също оказват съществено влияние върху себестойността на пътническите превози.

От гледна точка на обществото най-благоприятният вариант е нарастването на приходите чрез увеличаване обема на пътническите превози при относително запазване цените за превоз. Това обаче изисква повишаване нивото на качеството на пътническите превози, за което са необходими големи инвестиции за подобряване на качествените характеристики на железопътните пътнически превози. В такъв случай е необходимо да се търсят други алтернативни решения, напр. увеличаването обема на превозите на по-далечни разстояния с бързи и експресни влакове. В тези категории пътнически влакове обикновено клиентите са по-претенциозни и е необходимо чувствително подобряване на качеството и преди всичко скоростта, удобствата при пътуването и културата на обслужването.

Всеки от тези начини може да се използва както самостоятелно, така и в комбинация с останалите, което може да доведе и до по-благоприятни резултати.

За компенсиране на загубите от социални превози, държавата има "задължение за извършване на обществени услуги" към превозвача, превозвайки определени категории пътни-

ци на по-ниски цени. Тези задължения се отнасят за учащите се, възрастните граждани, многодетните майки, инвалидите, ветераните от войната, както и други лица, определени с акт на Министерския съвет, по предложение на Министъра на транспорта и съобщенията и Министъра на финансите. Компенсациите, които се изплащат на превозвача са в пълен размер до стойността на обявените публично в тарифата редовни цени за превоз на пътници и се предоставят след представяне на съответните документи.

Развитието на пътническите превози оказва съществено влияние върху протичането на много социални и демографски процеси. Така например пътуването до големи промишлени и културни центрове увеличава транспортната подвижност на населението, както и необходимостта от осъществяване на превози.

Пътническият транспорт е тясно свързан и със задоволяването на личните потребности на населението, както и повишаване на жизненото равнище, което способства за развитието на вътрешния и международен туризъм.

От направения анализ на състоянието на пътническите превози за разглеждания период могат да се направят следните по-важни обобщения:

- Транспортният пазар на пътническите превози е разпределен основно между железопътния и автомобилен транспорт, като се забелязва тенденция към снижаване пазарният дял на железопътния транспорт;

- Железопътните пътнически превози имат ясно изразен социален характер, тъй като загубата от 136 млн. лв. ги правят икономически неизгодни;

- Влошаването на демографските процеси, спадането на реалните доходи на големи слоеве от обществото, относително големият брой безработни и други ще продължават да оказват съществено влияние върху потребностите от пътувания и задържане на нарастването на обема на пътническите превози при основните видове транспорт.

Табл.1

Период	Средногодишни индекси на потребителските цени	Безработни	Брутен вътрешен продукт	Брутен вътрешен продукт	Средногодишен валутен курс	Брутна добавена стойност по икономически сектори					
						АГРАРЕН СЕКТОР		ИНДУСТРИЯ		УСЛУГИ	
						млн.лв.	% в БВП	млн.лв.	% в БВП	млн.лв.	% в БВП
		брой	млн.лв.	млн. долари	лева за 1 доллар						
1995	100 = база	423772	880 322	13 106	67,168	111 416	12,7	272 721	31,0	450 239	51,1
1996	221,6	478770	1 748 701	9 946	175,821	215 998	15,4	534 298	30,2	900 076	54,4
1997	2567,0	523507	17 103 433	10 202	1676,500	3 987 312	26,6	4 482 908	28,2	6 765 982	45,2
1998	3046,4	465202	21 577 020	12 257	1760,400	4 552 751	21,1	6 192 604	28,7	10 831 664	50,2
1999	3124,8	610551	22 776	12 378	1,840	3 940	17,3	6 104	26,8	12 731	55,9
2000	3447,1	682792	25 454	12 794	2,000	3 269	12,8	6 263	24,6	15 922	62,6

Табл.2

Видове транспорт	1996		1997		1998		1999		2000	
	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %
Железопътен	66097	5,7	82656	7,6	64260	5,1	53112	4,3	50029	4,9
Автомобилен	816570	70,4	709439	65,0	824649	65,2	793502	64,7	643995	62,5
Речен	11	0,0	10	0,0	10	0,0	10	0,0	1	0,0
Морски	20	0,0	21	0,0	7	0,0	0	0,0	0	0,0
Въздушен	1216	0,1	1209	0,1	1269	0,1	1172	0,1	1261	0,1
Тролейбусен	157049	13,5	174416	16,0	192348	15,2	191453	15,6	182667	17,8
Трамваен	118264	10,2	123375	11,3	181934	14,4	187867	15,3	151980	14,8
<b>Общо</b>	<b>1159227</b>	<b>100,0</b>	<b>1091126</b>	<b>100,0</b>	<b>1264477</b>	<b>100,0</b>	<b>1227116</b>	<b>100,0</b>	<b>1030133</b>	<b>100,0</b>

Табл.3

Видове транспорт	1996		1997		1998		1999		2000	
	Реализирани пътници-лометри, млн.	Отн. дял, %	Реализирани пътници-лометри, млн.	Отн. дял, %	Реализирани пътници-лометри, млн.	Отн. дял, %	Реализирани пътници-лометри, млн.	Отн. дял, %	Реализирани пътници-лометри, млн.	Отн. дял, %
Железопътен	5085	27,8	5886	32,2	4740	27,0	3819	25,8	3472	27,4
Автомобилен	9296	51,0	8535	46,6	8761	49,9	7323	49,7	5717	45,1
Речен	12	0,1	11	0,1	13	0,1	12	0,1	1	0,0
Морски	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Въздушен	2840	15,6	2711	14,8	2868	16,3	2268	15,4	2257	17,8
Тролейбусен	708	3,9	848	4,6	752	4,3	863	5,9	870	6,9
Трамваен	296	1,6	308	1,7	430	2,4	444	3,0	359	2,8
<b>Общо</b>	<b>18217</b>	<b>100,0</b>	<b>18299</b>	<b>100,0</b>	<b>17564</b>	<b>100,0</b>	<b>14729</b>	<b>100,0</b>	<b>12676</b>	<b>100,0</b>

Табл.4

	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Население към 31.12 - хил.	8230,4	8190,9	8149,5
Превозени пътници с ЖПТ - хил.	64260	53112	50029
-Коефициент на подвижност на населението	7,8	6,5	6,1
Превозени пътници с автомобилен транспорт - хил.	824649	793502	643995
-Коефициент на подвижност на населението	100,2	96,9	79,0

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Райкова Н., Р. Колева, А. Салиев - Определяне на разпределението на пътничкопотоците в железопътния транспорт по пазарни сегменти, НИТИЖТ, София, 2001.

[2] Василев Е., Развитие и ефективност на пътническите превози, УИ "Стопанство", София, 1997.

[3] Статистически справочник 1996 – 2001, НСИ.

[4] Отчетни данни на БДЖ – ЕАД за пътническото движение за периода 1996 – 2001г.

Табл.5

Категории влакове	2000 г.				2001 г.			
	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Пътнички-лометри, хил.	Отн. дял, %	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Пътнички-лометри, хил.	Отн. дял, %
Експресни влакове	1 966	4,0	382 211	11,0	1 586	4,0	298 310	10,0
Бързи влакове	11 759	23,0	1 924 945	55,0	10 003	24,0	1 680 235	56,0
Пътнически влакове	36 304	73,0	1 165 232	34,0	30 229	72,0	1 011 008	34,0
<b>Общо</b>	<b>50 029</b>	<b>100,0</b>	<b>3 472 388</b>	<b>100,0</b>	<b>41 818</b>	<b>100,0</b>	<b>2 989 551</b>	<b>100,0</b>

Табл.6

Клас	2000 г.				2001 г.			
	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Пътнички-лометри, хил.	Отн. дял, %	Превозени пътници, хил.	Отн. дял, %	Пътнички-лометри, хил.	Отн. дял, %
Първи	525	1,0	116 346	3,0	415	1,0	89 434	3,0
Втори	49 504	99,0	3 356 042	97,0	41 402	99,0	2 900 117	97,0
<b>Общо</b>	<b>50 029</b>	<b>100,0</b>	<b>3 472 388</b>	<b>100,0</b>	<b>41 818</b>	<b>100,0</b>	<b>2 989 551</b>	<b>100,0</b>



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КАЧЕСТВОТО - ФАКТОР ЗА ПОВИШАВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ ПЪТНИЧЕСКИ ПРЕВОЗИ В УСЛОВИЯТА НА КОНКУРЕНЦИЯ

Ахмед Салиев

#### АНОТАЦИЯ

*Подобряването на качеството на пътническите услуги гарантира повишаване ефективността на железопътните пътнически превози и способства за повишаването на конкурентоспособността. Днес в условията на остра конкуренция, както и увеличаващият се брой на транспортните фирми, извършващи пътнически превози, повишаването на качеството е важно условие за устойчиво икономическо развитие. Качеството на пътническите превози реално се определя от клиентите - пътниците.*

**Ключови думи:** качество, пътнически услуги, железопътни пътнически превози, конкуренция

Конкуренцията е една от най - съществени-те прояви на пазарната икономика. Тя определя и регулира превозните цени и създава важни предпоставки за повишаване качеството на транспортното обслужване.

Повишаването на конкурентоспособността на железопътните пътнически превози е необходимо условие за ефективното му функциониране при наличието на конкуренция между видовете транспорт (най - вече от страна на автомобилния транспорт), респективно между отделните транспортни фирми.

Съгласно Директива 91/440 на Европейския съюз и с приемането на новия закон за железопътния транспорт се даде възможността за достъп до железопътната инфраструктура на железопътни превозвачи при равнопоставени условия. Това допълнително налага подобряване на качеството на транспортното обслужване, тъй като освен острата конкуренция между железопътния и автомобилния транспорт се поражда и вътрешна конкуренция - между превозвачите в железопътния транспорт. Тези пре-

возвачи трябва да притежават определени качества и да отговарят на определени изисквания за задоволяване на повишените критерии за качество на гражданите на Европа. Транспортната услуга е необходимо да отговаря на утвърдени международни стандарти и определени критерии за осъществяване на превозни услуги и задоволяване нуждите на населението.

Днес в условията на съвременния пазар, качеството е основен фактор, от който се определя способността на дадена услуга да бъде ползвана.

Като под качество разбираме съвкупността от характеристиките на пътническия железопътен транспорт, които определят неговата способност да удовлетворява определени и предполагаеми потребности на своите клиенти (ISO 8402).

За достигане на целите по качеството превозвачът трябва да определи структурата на системата по качество за ефективно управление, оценка и подобряване на качеството на услугите във всички етапи на предоставянето им. За



да бъде в съответствие с международните изисквания системата за управление на качеството на железопътните пътнически услуги трябва да е изградена въз основа на ISO 9001.

Потребителят (клиентът) е в центъра на трите ключови аспекта на системата по качество. Удовлетворяването на потребителя може да бъде осигурено само, когато има хармония между отговорността на ръководството, персонала, материалните ресурси и структурата на системата по качество.



Един ръководител на пътническо железопътно предприятие трябва да установи целите и насоките за развитие на системата по качество в съответствие със стандартите от фамилията ISO 9000. Ръководителят има за цел да създаде системен подход към проблемите на качеството за неговото постоянно подобряване в съответствие с международните и национални стандарти, изисквания и препоръки и в отговор на желанията на клиентите за задоволяване на изискванията им за качество.

Организациите зависят от своите поръчители и потребители и трябва да разбират текущите и бъдещи нужди на потребителите, да посрещат изискванията им и да се стремят да надхвърлят техните очаквания.

Въз основа на информацията (най - често получена от маркетингови проучвания) ръководството изготвя прогноза за развитието на пазарния дял на услугата и взема решение за разработване на нови услуги и усъвършенстването на сегашните.

Конкуренцията в транспорта бележи тенденция на изостряне условията на непрекъснато намаление на производството, характерни за последните няколко години от стопанското развитие на страната ни, където се наблюдава зна-

чителен спад в превоза на пътници и товари, вследствие на острата конкуренция от страна на автомобилния транспорт.

В условията на съвременния транспортен пазар, където клиентът е много по - претенциозен към пътуването, качеството на услугите, които предоставя транспортната фирма е основен фактор за привличане на повече клиенти и повишаване на ефективността ѝ.

Повишаването на конкурентоспособността на железопътния транспорт може да се постигне преди всичко чрез полагане на необходимите усилия за подобряване качеството на пътническите превози.

Показателите, които характеризират качеството на пътническите превози са:

*Безопасност и сигурност* на движението - това е най - важният показател в една транспортна система, който се изразява в безпрепятствено движение и пристигане на влаковете в пунктовете на местоназначението. Този показател зависи от технико - експлоатационните качества на возилата, от организацията на превозния процес, от професионалната квалификация на служителите, чиято дейност е пряко свързана с движението, от елементите на инфраструктурата и др. Този показател е особено важен, тъй като представлява необходимо условие за реализацията на всички останали показатели за оценка на качеството на пътническите превози.

*Скорост на движение (времетрауване)* - времетрауването е много важен показател, особено сега в условията на изострена конкурентна борба между автомобилния и железопътен транспорт. Повишаването на скоростите на движение на пътническите влакове е сложен технико - експлоатационен и икономически проблем, който засяга всички основни елементи на материално - техническата база на железопътния транспорт, технологията и организацията на превозния процес. Необходимо е да се има в предвид, че продължителността на пътуването е един от основните въпроси, които интересуват пътниците при избора на вида транспорт.

За повишаване на скоростите на движение имат значение техническото състояние на вагонния и локомотивния парк, състоянието на железния път, радиуса на кривите и др. С увеличаване скоростта на движение се намалява продължителността на пътуването и се реализират редица предимства, както за превозвача, така и за самите пътници.

Изборът на вида на транспорта от пътници-

те в повечето случаи се определя от възможността за извършване на пътуването за минимално време.

Пътникът все повече държи цената на предлаганата услуга да отговаря на качеството, което се предлага.

*Редовност* - този показател е непосредствено свързан с изпълнението на разписанията на движение на влаковете. В условията на конкуренция спазването на разписанията на движение на влаковете е една от основните приоритетни задачи на железопътния транспорт. Редовността се изразява в постоянното извършване на превозите през всеки сезон и по всяко време на денонощието, както е заложено в графика за движение на влаковете (ГДВ), независимо от атмосферните и други условия. Редовността на влаковете оказва съществено влияние върху комплексното транспортно обслужване на населението за осъществяване на транспортните връзки между отделните видове транспорт. Неритмичното и нередовно изпълнение на ГДВ води до нарушаване на превозния процес от една страна и до загуба на време, и намаляване производителността на работниците от друга страна. Това неминуемо ще доведе до отлив на пътниците и до загуба на железопътния превозвач, както и ще се отрази неблагоприятно и върху конкурентоспособността му.

*Интензивност (честота)* - това са брой влакове обслужващи пътниците през денонощието съответното населено място; брой влакове спиращи на дадена гара или спирка; брой влакове движещи се по определена линия или направление; интервал на движението между два влака обслужващи съответната гара или спирка.

При по - голяма интензивност на транспортните връзки се осигурява възможност на всеки пътник да пътува в удобно за него време. За железниците това трудно би могло да бъде осъществено поради сравнително малкия обем пътничкопоток и би било нерентабилно за разлика от автомобилния транспорт, който има възможност за по - интензивни връзки. По направления обаче с мощни пътничкопотоци е необходимо да се правят системни проучвания за ефективността от пускането в движение на пътнически влакове с намалени състави през сравнително малки интервали.

*Количествено задоволяване* с достатъчно места за сядане, както и с гарантирано запазено място, които са необходимо да бъдат и за хора с увреждания.

*Културата на обслужване* е важен показател и е пряко свързан с клиента (пътника). Внимателното отношение, учтивостта и високите обноси на културно отношение към пътуващите трябва да се проявяват още преди започването на пътуването - на билетното гише, в бюрата за информация, при предаването на багаж и колетни пратки и др., а в последствие и по време на пътуването в отношението на влаковия персонал към пътуващите. Обслужващият персонал, особено този, който е в непосредствен контакт с пътниците, трябва да има достатъчни познания и необходимите умения в областта на общуването, както и да умее да комуникира на разбираем език с клиентите - чужденци.

*Комфортът на пътника* е едно от основните изисквания към превозвача. Удобството на местата за сядане (стойката на седале), заемане местата на вагона, осигуряване на осветление и отопление през зимния сезон, санитарно - хигиенните изисквания, липсата на люлеене, спазването на нормите при потегляне и спиране осигуряват необходимия комфорт на пътника. От съществено значение при пътуването оказва влияние и броя на пътниците във влака.

Между отделните показатели за качеството на пътническите превози съществува тясна връзка и взаимодействие, осъществявани в процеса на превозване на пътниците.

Конкурентната борба в транспортния пътнически пазар между отделните превозвачи води до намаляване на превозните цени и повишаване качеството на транспортното обслужване на пътниците за привличане на повече клиенти.

Повишаването на качеството в транспорта е приоритетна стратегическа задача на транспортните фирми.

Железопътният превозвач трябва непрекъснато да се информира за качеството на предлаганата от него услуга. Оценката на клиента, която много често е субективна е най-важната мярка за качеството на една услуга.

Важна задача е подобряването на комфорта, на културата на транспортното обслужване, разширяването на комплексните транспортни услуги. Необходимо е да се извърши реконструкция и модернизация на наличния парк от пътнически вагони, които да отговарят на европейските изисквания. За подобряване качеството на услугите е необходимо да се разработят и утвърдят отраслови нормали за основните видове пътнически транспортни услуги и въз основа на тях да се усъвършенствуват ценовата диференциация на пътническите железопътни тари-

фи. Същевременно да се предвидят финансови санкции за организациите, които нарушават стандартите. От особено важно значение е да се разработят програми за повишаване професионалната квалификация на работниците и служителите, чиято дейност е пряко свързана с транспортното обслужване на населението. Необходимо е да се осигури ускорената доставка и внедряване на съответните технически средства за информационно обслужване, резервацията на места, билетоиздаването, изграждането на ефективна Web страница, която да дава необходимата актуална информация - за разписанието на влаковете, предоставените услуги и др.

Повишаването на конкурентоспособността, а с това и на обема на железопътните пътнически превози чрез подобряване на тяхното качество гарантира стабилно нарастване на приходите. Това обаче изисква значителни разходи за издигане равнището на всички качествени характеристики на пътническите превози. Това предполага, че пътникът ще е съгласен да заплати по - висока цена за по - голяма бързина, комфорт и по - благоприятни условия на пътуване, което ще компенсира вложените средства за подобряване качеството на транспортното обслужване.

Ако превозвача реши да предостави нова услуга на пътника, това трябва да стане с предварително проучване за: техническите и технологични възможности на фирмата; интереса на клиента, както и готовността на пътниците да плащат макар и на по - висока цена за подобрената или новата услуга. Това ще гарантира, че вложените ресурси на фирмата ще съответства

на пазарното търсене на клиента.

В условията на конкуренция железопътните превозвачи, независимо дали са държавни или частни, би трябвало да им се даде възможността да предлагат нови услуги, за да привличат повече клиенти, както от страната така и от чужбина.

Подобряване на качеството на железопътните пътнически превози води до повишаване на тяхната конкурентоспособност, което ще създаде условия за стабилизиране позициите на общия транспортен пазар и задоволяване на социалните изисквания на обществото, и икономическите интереси на фирмата.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] ISO 8402 - Управление и осигуряване на качеството.

[2] ISO 9000 - 1 - Стандарти по управление и осигуряване на качеството.

[3] ISO 9004 - 1 - Управление на качеството и елементи на системата по качеството.

[4] ISO 9004 - 2 - International and quality system elements.

[5] Райкова Н., Р. Колева, А. Салиев, Създаване на информационна база за клиентите на транспортния пазар на пътническите превози, София, НИТИЖТ, 2001.

[6] Сапунджиев Г., Проблеми на качеството в транспорта, София, Техника, 1984.

[7] Иловайский Н. Д., Король В. А., Маркетинг в перевозках грузов, Москва, Транспорт, 1995.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ЗНАЧИМИТЕ УЧАСТЪЦИ ВКЛЮЧЕНИ В ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Марин Маринов

#### АНОТАЦИЯ

*В предстоящият доклад след изследване и анализиране на някои от основните показатели, количествените и качествените параметри характеризиращи трафика, реализиращ се по видове превози и взаимодействието му с железопътната инфраструктура, са направени предложения за категоризация на/за значимите железопътни участъци включени в железопътната инфраструктура на Република България.*

**Ключови думи:** категоризация, железопътна инфраструктура, железопътен участък.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

С ПОСТАНОВЛЕНИЕ № 293 от 20 декември 2001 г. Министерският съвет на Р България прие НАРЕДБА за категоризацията на железопътните линии в Република България, включени в железопътната инфраструктура, и закриване на отделни линии или участъци от линии.

Разглеждайки въпросът от гледна точка на развитието на железопътната мрежа на РБ, тази наредба се явява добра база за формиране (ограничаване) на сложната задача, като насочва вниманието към значимите, потенциално важни зони за модернизация и рехабилитация на мрежата съобразени с европейските регламенти.

Въпреки изходната позиция проблемът за развитие на железопътната инфраструктура остава твърде голям и ако бъдат предприети мероприятия по проектиране и изграждане на тази база, то необходимите инвестиции за реализиране ще се окажат нереални, а строителните работи ще изискват много време т.е. ще сме свидетели на един “громав” и неефективен процес.

#### ПОЗИЦИИ И СХВАЩАНИЯ

Въпросът за категоризация на съставляващите железопътната инфраструктура участъци не е нов. Значимостта му за развитието на железопътната инфраструктура, е факт, защото създава благоприятна база за диференциране, следене и при необходимост предприемане на конкретни, адекватни мероприятия по рехабилитация, поддръжка и т.н. на съответния участък. Категоризацията трябва да се възприема, като една от наложителните стъпки в процеса, а не да се пренебрегва.

“...класификацията на основните железопътни участъци създава възможност да се разработят начини за увеличаване на пропускателната способност и подходяща етапност за участъците... Класификацията на железопътните участъци в отделните групи позволява да се определят основните насоки в развитието на пропускателната способност на участъците в всяка отделна група и под група.[1]”

#### ДЕФИНИЦИИ

Категоризацията представлява *процес на разделяне, групиране и поддръждане във възхо-*

дящ или низходящ ред на участъците в групи и подгрупи по предварително приет показател или групи показатели.

Известни са категоризации, изградени на база средногодишен темп на ръста на превозите (b), [1], т.е. числото на процентите с което се увеличава обема на превозите, и профилните условия – меродавен наклон ( $i_r$ ) и среден наклон на работната част ( $i_{sr}$ ), както и категоризации от гледна точка на текущото поддържане на железния път.

Също така, категоризация според важността на линията на база фиктивното натоварване, като се взимат в предвид товаронапрежение, съотношение товарни и пътнически влакове и скорости на движение [3].

#### КАТЕГОРИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ УЧАСТЪЦИ ВКЛЮЧЕНИ Е ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Съгласно дефиницията по-горе, за да се категоризират участъците в железопътната мрежа, същата беше разделена на участъци, като бяха изследвани основни показатели характеризиращи трафика за всеки един от тях. Изследването е направено за период от повече от десет години. Получените резултати са представени в низходящ ред по един показател в групи, както следва:

\*- на база показателят **товаронапрежение - тонкмбруто/км** – /Табл.1/.

**Група I** - железопътни участъци с товаронапрежение над 10 %:

-1.Карнобат-Подвис – участък от 3-та жп линия и част от 5-та железопътна магистрала;

**Група II** - железопътни участъци с товаронапрежение от 10 до 5%:

-1.София-Карлово – част от 3-та жп линия и 3-та железопътна линия I категория;

-2.Карнобат-Бургас – участък от 8-ма жп линия и част от 12-та железопътна магистрала;

-3.Тулово-Карнобат - участък от 3-та жп линия и част от 4-та железопътна магистрала;

**Група III** - железопътни участъци с товаронапрежение под 5 %:

-1.София-Мездра - участък от 2-ра жп линия и 2-ра железопътна магистрала;

Таблица. 1

<b>Участъци с голямо товаронапрежение в проценти в железопътната мрежа на Република България</b>		
1	София - Драгоман (Сф-Др)	3%
2	София - Септември (Сф-Сп)	3%
3	София-Мездра (Сф-М)	4%
4	Мездра- Ясен (Яс-М)	2%
5	Петрич-Кулата (Пр-Клт)	4%
6	София-Перник (Сф-Бу-Пк)	3%
7	Мездра-Видин (М-Вн)	2%
8	Ясен-Г.Ор. (Яс-ГО)	3%
9	Г.Ор.-Каспичан (ГО-К)	3%
10	Каспичан-Варна (К-Ва)	3%
11	Синдел-Подвис (Сл-Пдс)	3%
12	ГО-Русе	2%
13	ГО-Дъбово	2%
14	Димитровград-Свиленград(Дг-Сви)	2%
15	Карлово-Тулово (Кв-Тл)	3%
16	Тулово-Карнобат (Тл-Кн)	5%
17	Карнобат-Подвис (Кн-Пдс)	12%
18	Дъбово-Ст.Загора (Дбв-Сз)	3%
19	Ст.Загора -Димитровград (Сз-Дг)	2%
20	Ст.Загора -Пловдив (Сз-По)	2%
21	Ст.Загора-Карнобат (Сз-Кн)	3%
22	Карнобат-Бургас (Кн-Бс)	7%
23	Филипово-Панагюрище (Фп-Пю)	2%
24	София-Карлово (Сф-Кв)	7%

-2.Петрич-Кулата - участък от 5-та жп линия и част от 9-та железопътна магистрала;

\*-на база показателят **интензивност на пътническите превози–пътникокм/км**–/Табл.2/.

**Група I** - железопътни участъци с интензивност на пътническите превози над 10%: - *ниито един участък от предложеното диференциране не попада в тази група.*

**Група II** - железопътни участъци с товаронапрежение от 10 до 5%:

-1.София-Илиянци – участък от 2-ра жп линия и част от 2-ра железопътна магистрала;

-2.Илиянци-Мездра - участък от 2-ра жп линия и част от 2-ра железопътна магистрала;

**Група III** - железопътни участъци с товаронапрежение под 5%:

-1.Синдел-Разделна – участък от 2-ра жп линия и част от от 2-ра железопътна магистрала;

Таблица. 2

<b>Участъци с голям реализиран процент пътничокм/км в железопътната мрежа на Република България</b>		
1	София - Септември	4%
2	Септември - Пловдив	3%
3	Пловдив - Крумово	4%
4	Кспичан - Синдел	3%
5	Синдел - Разделна	5%
6	Разделна - Варна	5%
7	София - Перник	3%
8	Пловдив - Михайлово	4%
9	Стара Загора – Нова Загора	3%
10	Нова Загора – Зимница	4%
11	Карнобат – Дружба	3%
12	Дружба – Бургас	4%
13	София – Илиянци	6%
14	Илиянци – Мездра	6%
15	Мездра – Ясен	3%
16	Ясен – Левски	3%
17	Левски - Горна Оряховица	3%
18	Перник – Радомир	2%
19	Горна Оряховица - Шумен	2%
20	Шумен – Каспичан	2%

-2.Разделна-Варна – участък от 2-ра жп линия и част от от 2-ра железопътна магистрала;

-3.Пловдив – Крумово – участък от 1-ва жп линия и част от 1-ва железопътна магистрала;

-4.Нова Загора – Зимница – участък от 8-ма жп линия и част от 12-та железопътна магистрала.

*\*- на база показателят влаккм/км – /Табл.3/ . Група I - железопътни участъци с влаккм/км над 10%:- нито един участък от предложено-то диференциране не попада в тази група.*

*Група II - железопътни участъци с влаккм/км от 10 до 5%:*

-1. Карнобат - Подвис - участък от 3-та жп линия и част от 5-та железопътна магистрала;

*Група III - железопътни участъци с влаккм/км под 5%:*

-1. София - Карлово - участък от 3-та жп линия и част от 3-та железопътна линия I категория;

-2. Карнобат - Бургас - участък от 8-ма жп линия и част от 12-та железопътна магистрала;

-3. Тулово - Карнобат - участък от 3-та жп линия и част от 4-та железопътна магистрала;

-4. Петрич - Кулата - участък от 5-та жп линия и част от 9-та железопътна магистрала;

Таблица. 3

<b>Участъци с голям реализиран процент влаккм/км в железопътната мрежа на Република България</b>		
1	София - Драгоман (Сф-Др)	4%
2	София-Мездра (Сф-М)	3%
3	Мездра- Ясен (Яс-М)	3%
4	София-Карлово (Сф-Кв)	5%
5	Петрич-Кулата (Пр-Клт)	4%
6	София-Перник (Сф-Ву-Пк)	3%
7	Мездра-Видин (М-Вн)	3%
8	Ясен-Г.Ор. (Яс-ГО)	4%
9	Г.Ор. -Каспичан (ГО-К)	4%
10	Каспичан-Варна (К-Ва)	3%
11	Синдел-Подвис (Сл-Пдс)	3%
12	ГО-Русе	3%
13	Тулово-Карнобат (Тл-Кн)	4%
14	Карнобат-Подвис (Кн-Пдс)	9%
15	Дъбово-Ст.Загора (Дбв-Сз)	3%
16	Ст.Загора-Карнобат (Сз-Кн)	3%
17	Карнобат-Бургас (Кн-Бс)	5%

-5. Ясен - ГО - участък от 2-та жп линия и част от 1-ва железопътна линия I категория;

Следваща стъпка е категоризинато на участъците по няколко показателя. Основавайки се на казаното и предложеното до тук, такава категоризация е възможна поради факта, че едни и същи участъци реализират голям процент по два показателя, както следва:

*-\*тонкмбрuto/км и влаккм/км - попадат участъците:*

-1.Карнобат-Подвис – участък от 3-та жп линия и част от 5-та железопътна магистрала;

-2.София-Карлово – част от 3-та жп линия и 3-та железопътна линия I категория;

-3.Карнобат-Бургас – участък от 8-ма жп линия и част от 12-та железопътна магистрала;

-4.Тулово-Карнобат - участък от 3-та жп линия и част от 4-та железопътна магистрала;

-5.Петрич-Кулата - участък от 5-та жп линия и част от 9-та железопътна магистрала;

, а по показателите:

*- тонкмбрuto/км и пътничокм/км - попадат участъците:*

-1.София-Илиянци – участък от 2-ра жп линия и част от 2-ра железопътна магистрала;



-2.Илиянци-Мездра - участък от 2-ра жп линия и част от 2-ра железопътна магистрала;

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Категоризацията е важен и необходим процес, защото насочва вниманието на изследователите и вземащите решения към конкретни полета, като конкретизира и детайлизира проблемите при решаване на по-сложни задачи, като развитието на железопътната инфраструктура например. Също така, категоризацията по адекватно подбрани критерии/показатели се явява добър механизъм за откриване на силните и слабите места в железопътната инфраструктура като цяло, както и при взаимодействието ѝ с трафика. Това се явява като гарант за взимане на правилни решения, отстранявайки слабите,

затвърждавайки и подобрявайки силните места в железопътната инфраструктура.

Предложените по - горе категоризации не претендират за изчерпателност, но дават по - ясна представа за значимостта на всеки един от предложените участъци по съответните показатели, отнесени към общата железопътна инфраструктура на Република България.

## **ЛИТЕРАТУРА**

[1] проф. Р.Райков - Избор на най-целесъобразни методи и етапност за увеличаване на превозната способност на единичните железопътни линии - дисертация, ВИСИ -София - 1966г.

[2] ЕСЕ – Икономическа оценка на железопътни проекти – 1996 г.

[3] Л.Коларов - Железен път, устройство и проектиране - София - 2000г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НАБОР ОТ КРИТЕРИИ ЗА ЦЕЛЕСЪОБРАЗЕН ИЗБОР НА РАЗВИТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА

Марин Маринов

#### АНОТАЦИЯ

*В настоящия доклад са изложени “набор” от критерии за целесъобразното развитие на железопътната мрежа, съобразени със съществуващото положение, изискванията на пазарната икономика, изискванията на ЕС за ефективното реструктуриране на железопътният сектор и новоприетото законодателство в страната. Също така са отчетени и стратегическите фактори набелязани в Национална Стратегия Транспортен Отрасъл – Министерство на транспорта и комуникациите юни 2000г., както и е отчетена значимостта от развитието на националната железопътна инфраструктура като елемент от EETM, TINA, AGC, AGTC и др.*

**Ключови думи:** железопътна инфраструктура, критерии, транспортни политика

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Необходимостта от интеграция и мобилност в глобален мащаб насочва вниманието към свободен достъп до транспортната инфраструктура. За това предприемането и реализирането на инфраструктурните проекти се ориентира към развитието на взаимовръзките и взаимодействието в рамките на националните и интернационалните транспортни мрежи, като: -Pan-European transport corridors – Пан-европейски транспортни коридори.

-TINA – transport Infrastructure needs Assessment - оценка за нуждите от транспортната инфраструктура.

-AGC – Европейско споразумение за основните международни линии – Женева 1985г.

-AGTC – Европейско споразумение за важните международни линии за комбиниран транспорт и свързаните с тях инсталации – Женева 1991г.

Значимостта на тези мрежи е факт и бързото изграждане и до-изграждане на инфраструктурата по тях ще доведе до икономически ръст, а

проектите предложени за целта, ще са привлекателни за инвеститорите поради предполагаемата по-голяма възвръщаемост на инвестициите.

#### ДЪРЖАВНА СТРАТЕГИЯ И ТРАНСПОРТНА ПОЛИТИКА

Железопътната инфраструктура, като основна част от цялостната транспортна инфраструктура, съгласно новоприетото законодателство в страната, базиращо се на Директивите на ЕС за развитието на железниците в Ощността остава собственост на Държавата.

Но държавната политика в лицето на Министерството на транспорта и комуникациите е да запази сегашното участие на държавен капитал частично и то само в някои компании в зависимост от техните специфични функции и задължения към държавата. За това предприятието “Железопътна инфраструктура” е изправено пред решаването и на сложният проблем за привличането на инвестиции за изграждане, до-изграждане и развитие на железопътната си инфраструктура.

От друга страна, съгласно програмата “Транзитни пътища” се планират мероприятия по рехабилитация на пътната настилка, като след приключване на третата част на програмата около 85% от основните части на пътната мрежа вече ще съответстват на европейските норми за качество, безопасност и натоварване на ос, което изисква особено внимание от страна на “Железопътната инфраструктура”, защото това е “коз в ръцете” на конкуренцията.

Политическият фактор, налага реализиране на транспортна инфраструктура, която да е съвместима с европейската. Определянето на националните транспортни приоритети е свързано с общоевропейските коридори и в тази връзка се предлагат и редица железопътни инфраструктурни проекти [1]. При определяне на приоритетните транспортни инфраструктурни проекти са приети следните критерии за подбор:

-състояние на транспортната инфраструктура в началото на 1999 г.;

-прогноза за цялостното национално икономическо развитие за периода;

-прогноза за увеличаване на транспортните потоци в резултат на общият икономически растеж и новите политически и икономически връзки на страната в региона и в Европа;

-съвпадение на националните и на европейските интереси за създаването на Пан-европейска транспортна мрежа.

А като база за избор на подходящи критерии за развитието на железопътната мрежа са определени следните две направления [1]:

-Повишаване на възможността за изпълняване на задълженията на железопътната инфраструктура, наложени от пълноправно членство в ЕС.

-Повишаване на конкурентноспособността на железопътната инфраструктура в един бъдещ общ транспортен пазар;

Друга стратегическа отправна точка е понатаъчното отваряне на България към Европа и съседните страни по отношение на транспортната инфраструктура. Тук се посочва допълнителен критерий свързани с:

-Развитие на граничната инфраструктура за всички транспортни коридори пресичащи страната.

## КРИТЕРИИ

Очевидно от споменатото по-горе един от приоритетните критерии е предприемане на железопътни инфраструктурни мероприятия по вече посочените по-горе мрежи. Защото те са потенциално важните зони в европейския и световен мащаб.

Базирайки се на пазарната икономика следва вторият приоритетен критерий да е съобразен със слабите места на конкуренцията. Да се развива там където клиента и/или потенциалният клиент не е доволен от автомобилният транспорт. Като и обратната стратегия при силните места на конкурента да се прецизират и предприемат железопътни инфраструктурни мероприятия за реализиране на комбинирани превози. Не случайно един от приоритетите на транспортната политика на страната е за осъвременяването, строителството и развитието на инфраструктурата за “щадящият околната среда” комбиниран транспорт.

Наличието на финансови ограничения налагат подробно планиране на наличните ресурси, и освен това трябва да бъдат създадени нови ефективни методи за привличане на чужд капитал. От тук се налагат и следващите приоритетни критерии, доказващи най-ясно възвръщаемостта на инвестицията в железопътният инфраструктурен проект (*познати са NPV, IRR, IRRm и др.*) с ясно определен риск за инвеститора.

Освен това след реализирането на даден инфраструктурен железопътен проект се очакват ползи и/или вреди не само в транспортния сектор. Външните ползи и/или вредите, най-общо се проявяват при въздействието на дейността от реализирането на железопътния инфраструктурен проект върху всяка една друга икономическа, социална и т.н. дейности. Трябва да се определи:

-до каква степен тази дейност се противопоставя на другите и

- какви са критичните граници.

За това съществува и необходимост от критерии които ясно да отчитат тези очаквани ползи и/или вреди.

Като такива са:

- Оценка на влиянието върху околната среда,

- Оценка нивото на шума,

- Оценка на нивото на замърсяване,

- Оценка на нивото на вибрациите,

- и др.

**НАБОР ОТ КРИТЕРИИ ЗА ЦЕЛЕСЪОБРАЗЕН ИЗБОР НА РАЗВИТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА**

(меню на групи от критерии)

**ГРУПА – 1 Трафик**

- реализиран и прогнозен (очакван) по години;
- вътрешен – сегментиран по вид на превоза;
- международен и транзит.

**ГРУПА – 2 Икономическа възвръщаемост**

- оценка на железопътния инфраструктурен проект;
- стойност на железопътният инфраструктурен проект е млн. ЕВРО;
- оценка на риска [5];
- оценка за предлагането на железопътният инфраструктурен проект за финансиране

от потенциални инвеститори.

**ГРУПА – I а Стратегии**

- оценка на нуждата от железопътна инфраструктура;
- съгласуваност с железопътните инфраструктурни приоритети на ЕС – *транс - европейски мрежи*;
- оценка на изграждането на железопътната инфраструктура имаща транс – граничен характер;
- оценка на изграждането на липсващи железопътни връзки.

**ГРУПА – I б Достигане стандартите в Европейските железопътни инфраструктури**

- оценка на железопътна инфраструктура даваща по-високи скорости;
- оценка състоянието на надеждността и безопасността;
- оценка на предлагането на подходящи капацитети;
- критерии за навременна рехабилитация и адекватна поддръжка на железопътната инфраструктура.

**ГРУПА – II а Мобилност**

- възможности за намаляване на експлоатационните разходи и разходите за поддръжка;
- възможности за повишаване на нетната възвръщаемост.

**ГРУПА – II б Интермодалност**

- възможности за повишаване нивото и качеството на взаимодействие железопътния и другите видове транспорт.

**ГРУПА – А Влияние върху околната среда**

- EIA & SEA – оценка въздей ствието върху околната среда и стратегическа оценка за въздействието върху околната среда [3], [4].

**ГРУПА – Б Оценка на отражението от реализирания железопътен инфраструктурен проект и обратна връзка**

**ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

За направата на целесъобразен избор от взимашите решение за по-нататъшни стъпки по реализирането и внедряването на даден железопътен инфраструктурен проект е необходимо да бъде отчетен целият набор от критерии, изразен в една обща оценка за всеки проект. Но как да бъде дадена тази обща оценка при измерителната разнородност и несъпоставимост на

критериите в по-горе предложеното меню - ще бъде предмет на по-нататъшна научно-изследователска работа на автора.

**Забележка:** Предложеното меню от критерии не претендира за изчерпателност. В крайна сметка последна дума имат взимашите решение. Авторът ще бъде благодарен на коментар, критични бележки и предложения.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Министерство на Транспорта и Комуникациите – Национална стратегия транспортен отрасъл – юни 2000 г.

[2] ЕСЕ – Икономическа оценка на железопътни проекти – 1996 г.

[3] ECMT – Strategic Environmental Assessment – France 2000 г. [www.oecd.org/cem/](http://www.oecd.org/cem/)

[4] T.Fischer – SEA Transport and Land Use Planning – London 2002 г.

[5] P.Jorion – Value at Risk – University of California 1997 г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СТРУКТУРА НА ЕКИП ПРИ ПАРАЛЕЛЕН ИНЖЕНЕРИНГ

Иван Киров

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се разглежда структурата и формирането на екип, тъй като той е основен елемент от паралелния инженеринг. Въз основа на анализ на организацията на екипния начин на работа в големи компании и специфичните особености на малки фирми е предложена структура и начин за формиране на екип за малки компании на две нива. Направено е сравнение между екипите в големи и малки компании. Представени са резултати от планирането на екип на 2 нива в малка фирма.*

**Ключови думи:** паралелен инженеринг, екип, матрична организация.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Изискванията на клиентите относно функциите и качеството на продуктите непрекъснато нарастват, но те не са склонни да плащат повече за по-добри продукти нито да приемат продължителни срокове за доставка. В тези условия могат да имат пазарен успех само фирмите, които предлагат продукт с необходимите функции и качество, произведен на време и с цена, на която би се търсел. Продукт, който не е произведен в съгласие с желанията на клиентите, който се появява на пазара твърде късно, не е с подходящо качество и е твърде скъп не може да има пазарен успех.

В резултат на икономическите промени през последните 10–12 години много фирми бяха принудени да намалят драстично производството си и да се ориентират към съвременни технологии и организация на работа за разработка на своите изделия за да се задържат на пазара. Една от тези съвременни технологии са системите за автоматизирано проектиране. Тяхното

ефективно използване зависи от правилния избор на CAD/CAE/CAM и PDM система [1], от условията и предпоставките, които са създадени за нейното използване за да се постигнат възможните предимства [2], от работата на екипа, който ще разработва проекта и изработва изделието и от необходимите в тази връзка промени в организацията на работа в малката фирма – преминаване към матрична организация за да се внедри паралелен инженеринг (ПИ).

Паралелният (както и последователният) начин на разработване на продукт обикновено се състои от седем групи дейности:

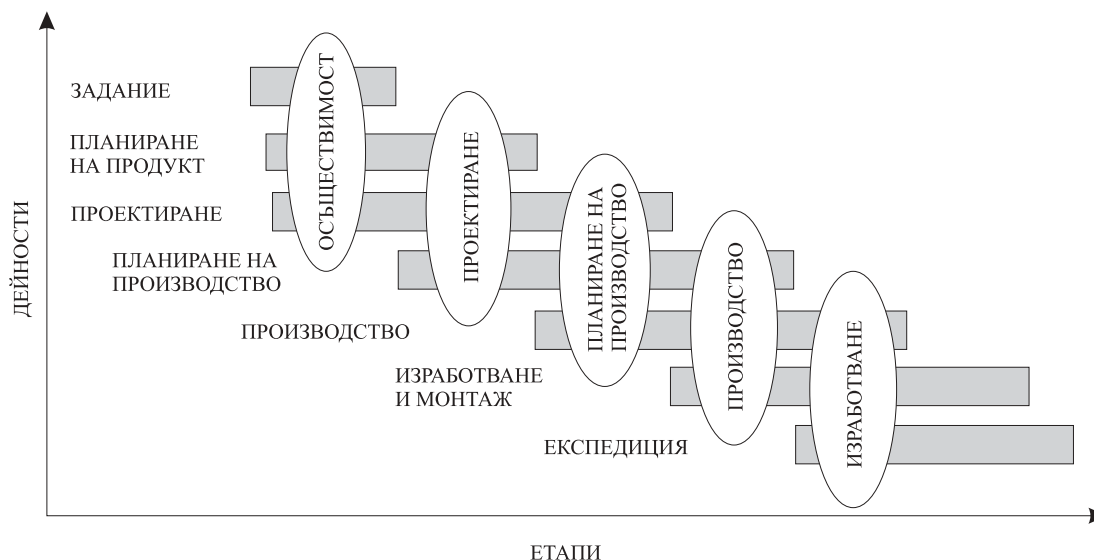
- задание за разработка на продукт;
- планиране на продукта;
- проектиране;
- планиране на производствения процес;
- производство;
- изработване и монтаж;
- експедиция.

При паралелното разработване на продукта има взаимодействие между различните групи от дейности, докато при последователното разра-



ботване няма взаимодействие. Технологията “Track and Loop” (дейности и етапи) беше разработена за осъществяване на взаимодействие [3]. Вида на етапа определя вида на сътрудничеството между припокриващите се по време

дейности. Обединяването на три дейности в един етап (3-T Loops), гарантира взаимодействието между тези три дейности. Когато се използва такова обединяване процесът на разработка на продукта се състои от 5 етапа (Фиг. 1).



Фиг. 1. Дейности и етапи в процеса на разработка на продукт

## ИЗИСКВАНИЯ КЪМ РАБОТАТА НА ЕКИПА

Тук се разглежда работа на екип, когато той е ориентиран към създаване на сложно изделие. Работата на екипа е интегрална част от ПИ като тя представя начините за организационно обединяване. Изискванията за работа на екипа в условията на ПИ са [3]:

- гъвкавост, не планирано и непрекъснато сътрудничество;
- чувство на задължение относно достигане на целите;
- обмяна на информация;
- възможност за постигане на компромиси;
- консенсус въпреки разногласията;
- съгласуване при провеждане на взаимно зависими дейности;
- непрекъснати подобрения за да се увеличи продуктивността и да се намали времето за разработка.

## ОРГАНИЗАЦИЯ НА РАБОТНИ ГРУПИ И СТРУКТУРА НА ЕКИП В ГОЛЕМИ КОМПАНИИ

ПИ е базиран на екип от специалисти от раз-

лични области за разработка на продукта. Членовете на екипа са професионалисти от различни отдели в компанията и представители на стратегически доставчици и клиенти. Те обменят информация чрез система за управление данните на продукта (PDM), която им предоставя данни за проектираното изделие, процесите, инструменти, инфраструктура, технология, и съществуващи продукти на компанията. Представителите на стратегическите доставчици и клиентите, поради тяхната отдалеченост от компанията, участват в екипа виртуално (чрез използване на Интернет), което им позволява да използват същите инструменти и технологии, както и членовете на екипа в компанията. Екипът за разработка на продукта може да се променя в различните етапи от разработката. Всяка работна група може да включва четири вида екипи според функциите [3]:

- Логическият екип обезпечава разделянето на процеса за разработване на продукта на отделни логически части (операции, задачи) и дефинира интерфейса и връзките между отделните части на процеса.

- Екипът за персонала трябва да намери необходимите хора за екипа за разработка на продукта, да ги обучи, мотивира и осигури подходящо възнаграждение.

- Технологическият екип е отговорен за създаване на стратегия и концепция. Той трябва да има като основна цел качеството на продукта при минимална цена.

- Виртуалният екип действа чрез компютърни модули и предоставя на другите членове на екипа за разработка на продукта необходимата информация.

Целта на ПИ е да достигне най-доброто сътрудничество между различните екипи в работната група.

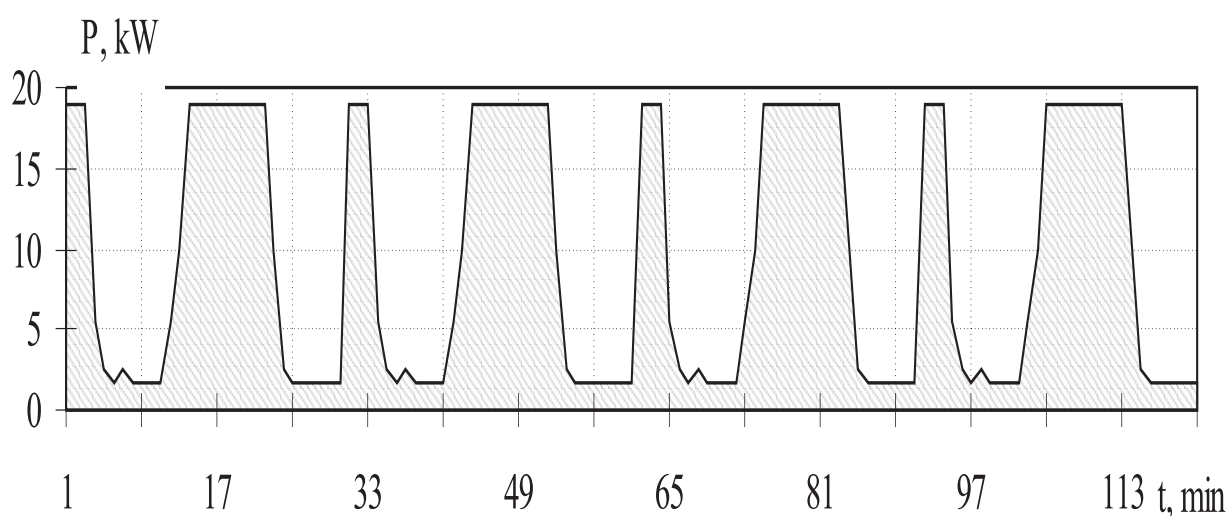
Екипът от специалисти от различни специалности за разработка на продукта трябва да е

структуриран по такъв начин, че да се достигнат следните цели:

- Точно определяне на компетенциите и отговорностите;
- Кратки пътища за решение;
- Идентификация на членовете на екипа с разработвания продукт.

Проучването на публикуваните работи в областта на планиране на структура на екип [3, 4] разкри, че за големи компании се препоръчва структура на екип за разработка на продукт на три нива (Фиг. 2).

Ръководещият екип (Фиг. 2, ниво 1) се състои



**Фиг. 2** Структура на екип за разработка на продукт на три нива

от ръководството на компанията и ръководителя на екипа на разглеждания етап. Неговата задача е да поддържа и контролира проекта за разработка на продукта.

Екипът за етапа (Фиг. 2, ниво 2) се състои от ръководителя на екипа за етапа и ръководителите на участващите функционални екипи в разглеждания етап. Неговата задача е да съгласува целите и задачите на функционалните екипи и да осигури гладък преход към следващия етап от разработката на продукта.

Функционалните екипи (Фиг. 2, ниво 3) се състоят от ръководителя на функционалния екип, професионалисти от различни области в компанията и представители на доставчиците и клиентите. Неговата задача е да изпълни обявените задачи, като се вземат предвид срокове,

финанси и персонал.

### **ОРГАНИЗАЦИЯ НА РАБОТНИ ГРУПИ И СТРУКТУРА НА ЕКИП В МАЛКИ КОМПАНИИ**

Анализът на организацията на работните групи и структурата на екипите в големи компании показва, че начина за планирането им не може да се използва в малки компании (има твърде много екипи в работната група и твърде много нива). Структурата и организацията на работна група и екип в малки компании могат да се организират рационално въз основа на следните положения:

- Колкото е възможно по-малко работни екипи;

- Колкото е възможно по-малко нива;
- Подходяща организация във фирмата;

Следвайки горните положения може да се предложи следната структура за работна група и екип в малки компании:

- Преминаване от четири вида работни екипи (за персонал, логически, технологически и виртуален) към два вида (логически и технологически екип);

- Преминаване от структура на екипите на 3 нива към структура на екипите на 2 нива;

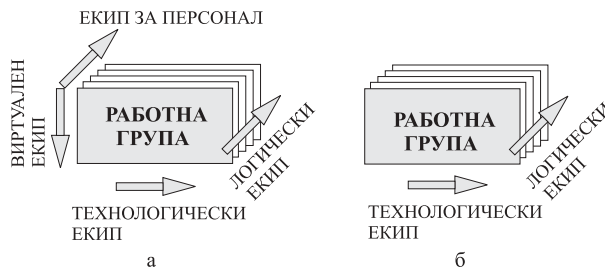
- Преминаване към матрична организация;

В една малка компания работната група се състои само от 2 основни екипа (Фиг. 3, б):

- логически екип, който трябва да обезпечи разделянето на целия процес по разработката на продукта на логически части и да дефинира връзките между частите на процеса;

- технологически екип, който трябва да отговаря за създаване на концепция и стратегия.

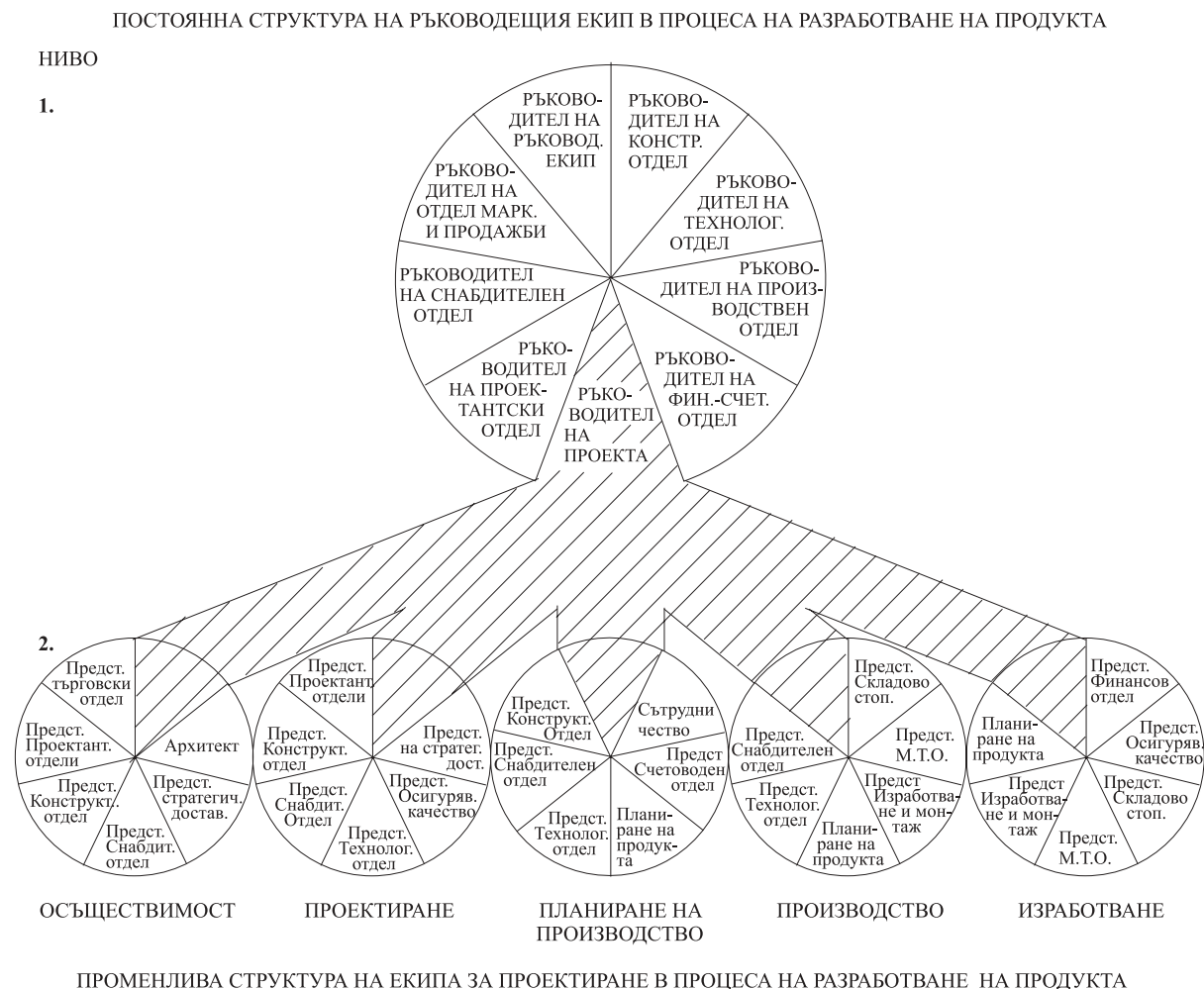
Системата за управление на данните на про-



Фиг. 3. Работна група в малка компания

дукта (PDM) изпълнява ролята на виртуалния екип. Членовете на работната група трябва да са обучени да използват тези софтуерни инструменти. Ръководителят на екипа решава задачите с персонала.

В малка компания трябва да се премине от структура на екип с три нива (ръководещ, за етапа и функционален екип) към структура с две нива (Фиг. 4).



Фиг. 4. Структура на екип на две нива в малка компания

Ръководещият екип, чиято задача е да подпомага и да контролира проекта за разработка на продукта трябва да се състои от:

- ръководител на ръководещия екип (постоянен член);
- ръководители на отдели (постоянни членове);
- ръководител на екипа за проекта (постоянен член);

Екипът за проекта, който осъществява поставените задачи, вземайки предвид сроковете, финансите и персонала трябва да се състои от:

- ръководител на екипа за проекта (постоянен член);
- професионалисти от различни области в компанията и представители на стратегически доставчици и клиенти (непостоянни членове);

Екипът за проект в малка фирма е замислен подобно на функционалния екип в голяма компания. Разликата е, че има само един екип и неговата структура се променя в различните етапи от процеса за разработка на продукта.

В етап “осъществимост” (Фиг. 1, Фиг. 4) екипът за проекта трябва да дефинира изискванията на клиента и целите и да направи няколко варианта на продукта (концептуално проектиране). Екипът трябва да се състои от служители от отделите за проучване на пазара, планиране на продукта, проектиране и представители на стратегически клиенти и доставчици.

В етап “проектиране” екипът трябва да създаде основните решения относно продукта, планиране на продукта и проектиране, неговите части и структура, разработка на прототипи и да избере най-подходящите варианти от гледна точка на изработването. Екипът трябва да се състои от служители от отделите за планиране на продукта, проектиране и планиране на производство.

В етап “планиране на производството” екипът трябва да избере най-добрите технологични операции за изработване на детайлите и монтаж на компонентите (определяне на последователността, операциите, избор на машини, инструменти и норми за време). Екипът трябва да се състои от служители от отделите за проектиране, планиране производство, производствените отдели и представители на стратегически доставчици.

В етап “производство” екипът трябва да определи вида на производството (цех, клетка, ориентирано според продукта) и да избере оптимално разположение на средствата за производство. Съставът на екипа трябва да е от служители

от отделите за планиране на производството, производствените отдели, изработване и монтаж, материално-техническо обезпечаване и експедиция.

В етап “изработване и монтаж” екипът трябва да се грижи за тестване на прототипа, снабдяване с необходимото оборудване, разположение на производствените средства, изработване и тестване на нулеви серии. Екипът трябва да се състои от служители от производствените отдели, изработване и монтаж, осигуряване на качеството, складово стопанство и експедиция.

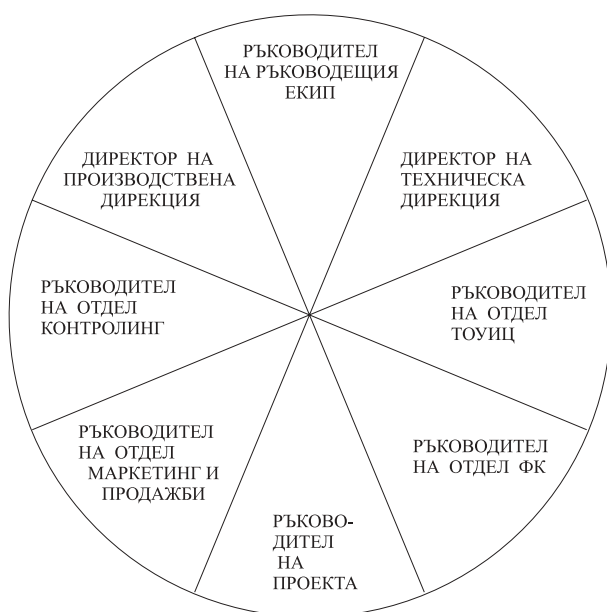
Задачите, които се изпълняват от екипите за етапа (Фиг.2, ниво 2) в големите компании трябва да се извършват от ръководителя на екипа в малката компания, който трябва да съгласува целите и дейностите между екипа за проекта и ръководещия екип и да се грижи за гладкото преминаване от един етап на процеса за разработване на изделието към друг.

## **ПРИМЕР ЗА ФОРМИРАНЕ НА ЕКИП В МАЛКА КОМПАНИЯ**

Фирмата Интрансмаш Инженеринг АД произвежда съоръжения за складово стопанство, лентови и въжени транспортни системи. Служителите в компанията са 190 души, разпределени в 2 дирекции и 4 отдела. Необходимо беше да се проектира, изработи и монтира лентова транспортна система с обща дължина 6500 м. и производителност 1700 т/час състояща се от 5 бр. транспортъори (3 бр. местими забойни, един събирателен и един изнасящ тръбен лентов транспортъор с дължина 2500 м.) за откритите рудници “Марица-Изток”. При създаването на лентовата транспортна система трябваше да се проектира носещата конструкция и задвижващата част - машинно проектиране, електрозадвижването и електроуправлението – електротехническо проектиране и изграждане на трасе, върху което да се монтира тръбния лентов транспортъор – пътно строително проектиране.

При формирането на екипите за изпълнение на проект първо се уточнява структурата на ръководещия (управленския) екип. В него участват изпълнителния директор на фирмата, като ръководител на ръководещия екип, ръководителите на дирекции, ръководителите на отдели и ръководителя на екипа за управление и изпълнение на проекта (Фиг. 5). Според процедурата, която се изпълнява в рамките на стандарт ISO 9001 за определяне на компетенциите и отговорностите, началникът на “Отдел продуктово

направление” подготвя “Заповед за назначаване на ръководител на проект и основен екип за изпълнение на комплексен инженерингов проект”, съгласувано с ръководителите на другите отдели. Тази заповед се съгласува с директора на “Техническа дирекция”, който я представя на изпълнителния директор на “Интрансмаш инженеринг” за утвърждаване. Такава заповед се изготвя за всеки нов проект. Практически ръководещият екип е постоянен по състав в течение на един проект, като в него се сменя само ръководителя на проекта при започването на нов проект.



**Фиг. 5.** Структура на ръководещия екип за разработка на лентов транспортър

Съставът и структурата на екипа за управление и изпълнение на лентовата транспортна система и магистралния тръбен лентов транспортър се формира и утвърждава със същата заповед, както и ръководителя на проекта. Този състав също е постоянен през цялото време за проектиране и изпълнение на изделието. Екипът определя етапите за разработване на изделието, дейностите, които трябва да се извършат на всеки етап и разработва мрежов график за изпълнение на работите по проекта в съответствие

със сключения договор.

Членовете на екипа за управление и изпълнение на проекта не са равномерно натоварени през цялото време на изпълнението му. Участието на същите хора и в други проекти, които са започнали по-рано или биха започнали покъсно, осигурява тяхната равномерна заетост.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Правилното структуриране и формиране на екипите, като основа за организиране на паралелен инженеринг е съществен фактор за качествено и в срок изпълнение на проекта с оглед на по-бързото достигане на изделието до пазара. Работната група в малка фирма трябва да се състои от два екипа (логически и технологически) и структурата да е с две нива -постоянен ръководещ екип и променлив по състав (според етапа) екип за проектиране.

Във фирма Интрансмаш Инженеринг АД беше създадена работна група от два екипа (ръководещ, и за управление и изпълнение) за проектиране и изработване на лентова транспортна система. Ръководещият екип е с постоянен състав (Фиг. 5) до приключване на работата по изделието, докато екипът за управление и изпълнение на проекта е с променлив състав в зависимост от етапа.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Киров И., Избор на система за автоматизирано проектиране, Сборник доклади “ТЕМРТ 2001 ТРАНСПОРТЪТ НА XXI ВЕК” ВТУ “Т. Каблешков” - София, стр. 417 - 420, 2001.

[2] Киров И., Предимства на автоматизираното проектиране с прилагане на паралелен инженеринг, Механика на машините, Том 42, ТУ-Варна, 2002.

[3] Prasad B., Integrated Product and Process Organization, Concurrent Engineering Fundamentals, vol. I, Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, NJ, pp.216-276, 1996.

[4] Winner R. I., The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition, Institute for Defense Analysis, Alexandria, VA, 1988.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА ИНФРАСТРУКТУРНИТЕ ТАКСИ ЗА ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ПРЕВОЗ

Теодор Беров, Димитър Купенов, Ради Марков

#### АНОТАЦИЯ

*Преструктурирането на НК “БДЖ” и разделянето в НК “ЖИ” и “БДЖ” ЕАД доведе до необходимост от разплащане между двете организации. НК “ЖИ” предоставя достъп и ползването на железопътната инфраструктура срещу заплащане, а “БДЖ” ЕАД като превозвач заплаща съответните такси за планираните и извършени превози. Именно тези такси за достъп и ползване на железопътната инфраструктура са обект на разглеждане, анализ и коментар на настоящият доклад.*

**Ключови думи:** такси, инфраструктура.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Политическите и икономическите промени от началото на 1990 година оказват значително влияние върху транспортния сектор и в частност върху железопътния транспорт. Намаляването и реструктурирането в производството на националната икономика доведе до намаляване на общите транспортни потребности и като цяло спад в обема на превозите. Значителния спад на производството в тежката индустрия доведе до криза, която силно рефлектира върху железопътния транспорт. Остана в миналото разбирането, че железопътният транспорт е монополист при превозите на основните видове товари във вътрешно и международно съобщение и, че себестойността на продукцията с железопътен транспорт е по-ниска отколкото тази с автомобилен транспорт. Показателен е факта, че на настоящият етап автомобилният транспорт, наред с редицата предимства спрямо железопътния транспорт, успява да формира и цени за превоз същите, а дори и по ниски от тези на железопътния транспорт.

В резултат на конкуренцията с автомобил-

ния транспорт и реструктурирането в транспортните потребности, железопътният транспорт загуби значителна част от транспортния си дял.

Този факт наложи разработване на стратегии и програми за оздравяване и реструктуриране на железниците в България.

Последният етап от това реструктуриране бе с приемането на нов Закон за железопътния транспорт, който наложи отделянето на инфраструктурата от експлоатацията, с основна цел либерализиране на железопътния пазар и предоставяне достъп за ползване на железопътната инфраструктура от железопътни превозвачи след получаване на съответния лиценз за това. Като първа стъпка на този етап е влязлото в сила от 01.01.2002г разделяне на старото предприятие НК “БДЖ” на две самостоятелни юридически лица НК “ЖИ” с основна функция стопанисване и поддържане на железопътната инфраструктура и “БДЖ” ЕАД с предмет на дейност осъществяване на пътнически и товарни превози.

Разплащането за извършените превози между превозвача и железопътната инфраструктура

Теодор Беров, инженер, главен асистент, София, ВТУ “Т.Каблешков”

Димитър Купенов, инженер, “БДЖ” ЕАД – ЦУ, София, ул. “Иван Вазов” 3, д-я “Товарни превози”

Ради Марков, инженер, НК “ЖИ”, Първо ПЕПЖИ – София;



ра се осъществява посредством инфраструктурни такси. За целта в началото на 2002г. с Постановление N-302 на Министерския съвет бяха определени размера и структурата на тези такси, а по късно допълнено с текст, че тези такси са без ДДС.

## РАЗМЕР И СТРУКТУРА НА ИНФРАСТРУКТУРНИТЕ ТАКСИ

Предвидените за заплащане инфраструктурни такси съгласно Постановление N-302 на МС се делят основно на:

- такса за достъп до инфраструктурата (такса за резервация на капацитет);
- такса за ползване на инфраструктурата (такса за преминаване);

Таксата за резервация на капацитет (ТРК) е определена в зависимост от основните два пазарни сегмента на превозите по железопътен транспорт: пътнически превози и товарни превози и в зависимост от съоръжеността на железопътните участъци (електрифицирана – ЕУ и неелектрифицирана линия – НЕУ).

Основното в таксата за преминаване е, че тя е формирана в зависимост от категорията на железопътните участъци (линии) и разделена на:

- главна железопътна линия - ГЖЛ;
- второстепенна железопътна линия ВЖЛ;
- средномрежова железопътна линия СЖЛ (второстепенни и главни).

Тази такса е в зависимост и от техническата съоръженост за участъка по елементи:

- за железния път - ЖП;
- за електрическите инсталации - ЕИ;
- за контактната мрежа - КМ;
- за управлението на движението УД;

Таблица 1

Пътнически превози				
За резервация и капацитет				
	мярка	ЕУ	НЕУ	
ТРК	лв/вл.км	0.05414	0.05414	
Такса за преминаване(ТП)				
Технич.съоръж.		ГЖЛ	ВЖЛ	СЖЛ
ЖП	лв/бр.тон км	0.00026	0.00050	0.00027
ЕИ	лв/вл.км	0.04062	0.06372	0.04318
КМ	лв/вл.км	0.02706	0.04878	0.02777
УД	лв/вл.км	0.12823	0.19910	0.13609

Трябва да се отбележи, че всички са с размерност лв/влаккилометър, а само таксата за ползване на железния път е с размерност лв/брутотонкилометър. Извадка от постановлението е показана в Таблица 1 за пътнически превози, а в Таблица 2 за товарни превози.

Таблица 2

Товарни превози				
За резервация и капацитет				
	мярка	ЕУ	НЕУ	
ТРК	лв/вл.км	1.86856	1.63675	
Такса за преминаване(ТП)				
Технич.съоръж.		ГЖЛ	ВЖЛ	СЖЛ
ЖП	лв/бр.тон км	0.00536	0.01512	0.00574
ЕИ	лв/вл.км	0.75732	1.16381	0.78478
КМ	лв/вл.км	0.71981	1.67455	0.73790
УД	лв/вл.км	3.29168	5.59418	3.44722

Анализирайки публикуваните такси може да се констатира, че:

- Таксите за товарни превози са с 20 до 30 пъти по-високи от тези на пътническите превози;
- Таксите за второстепенни линии са с около 2 пъти по-големи от тези за главни линии.

Така направените две заключения поставят под въпрос ефективността както на двете основни дейности: превоз на товари и превоз на пътници, така и ефективността от съществуването на второстепенните линии.

За съжаление така формираните такси не предоставят отговор на много въпроси при таксуването на множество превози и дейности наложени от характера на експлоатационната работа. Някои от тях са:

- влиза ли в таксуваното брутно тегло, освен брутното тегло на състава и служебното тегло на локомотива (локомотивите);
- как се таксуват смесените влакове;
- как се таксуват влакове с дизелова тяга, минаващи по електрифицирани участъци;
- как се таксува изолираното движение на локомотивите;
- как ще се таксуват превозите на товари и превозни средства за нуждите на железопътната инфраструктура;
- включват ли тези такси и цените за използване на друга собственост на желе-

зопътната инфраструктура, използвана от превозвача и др.

Решение на голяма част от тези въпроси е намерено чрез договора между НК “ЖИ” и “БДЖ” ЕАД.

### АНАЛИЗ НА ИНФРАСТРУКТУРНИТЕ ТАКСИ

Ако се обобщят така описаните такси по вида на размерността се получават обобщените разходни ставки показани на таблица 3 за товарни превози и на таблица 4 за пътнически превози.

Таблица 3

Техн съор	ЕУ		НЕУ	
	лв/вл.км	лв/бр.ткм	лв/вл.км	лв/бр.ткм
ГЖЛ	6.63737	0.00536	5.91756	0.00536
ВЖЛ	10.30110	0.01512	8.62655	0.01512
СЖЛ	6.83846	0.00574	6.10056	0.00574

Таблица 4

Техн съор	ЕУ		НЕУ	
	лв/вл.км	лв/бр.ткм	лв/вл.км	лв/бр.ткм
ГЖЛ	0.25005	0.00026	0.22299	0.00026
ВЖЛ	0.36574	0.00050	0.31696	0.00050
СЖЛ	0.26118	0.00027	0.23341	0.00027

Поради значителния размер на таксите за товарни превози ще отделим по-специално внимание на тях.

За целта е необходимо да се направи сравнение на цените в тарифите на “БДЖ” ЕАД с инфраструктурните такси за различни линии. Като най-разпространен вариант на превози е избрано сравнението с инфраструктурните такси за електрифициран участък по главна линия (ЕУ-ГЖЛ) и електрифициран участък по второстепенна линия (ЕУ-ВЖЛ).

Сравнението, което ще бъде направено има няколко особености:

- Приходната част ще се изчислява по цените от Единната тарифа за превоз на товари (ЕТПТ) на “БДЖ” ЕАД при 2 клас на товара и 25 тонна ставка. В случая се приема 50 тона нето и 20 тона тара за един вагон;

- Превозните цени се изчисляват само за нетотонажа в пълните вагони;

- При изчисляване на инфраструктурните

такси се добавя и теглото на локомотива – за случая приблизително 100 тона;

- Сравнението се извършва между превозните цени, изчислени за нетото на товара и инфраструктурните такси за влакове в пълно и празно състояние;

- Приема се, че вагоните движещи се в пълно състояние в една посока се връщат празни като влак в обратната посока;

- При изчисление на инфраструктурните такси в случая не се вземат предвид помощното и изолираното движение на локомотивите

Параметрите при които са направени изчисленията са посочени в таблица 5.

Таблица 5

бр.ваг	0	5	10	15	20	25
Нето (тона)	0	250	500	750	1000	1250
Тара (тона)	0	100	200	300	400	500
Тегло на локомотива (тона)	100	100	100	100	100	100
Бруто на влак с празни вагони (тона)	0	200	300	400	500	600
Бруто на влак с пълни вагони (тона)	100	450	800	1150	1500	1850

Превозните цени са еднакви, тъй като на настоящия етап “БДЖ” ЕАД няма диференцирани тарифи за превоз на товари в зависимост от техническата съоръженост на железопътните участъци (по електрифицирани или неелектри-

Таблица 6

е/т	Нето км\	0	250	500	750	1000	1250
1.39	10	0	687	1373	2060	2747	3433
1.89	50	0	934	1867	2801	3735	4668
2.39	90	0	1181	2361	3542	4723	5903
3.24	130	0	1601	3201	4802	6402	8003
4.19	170	0	2070	4140	6210	8279	10349
5.23	210	0	2584	5167	7751	10334	12918
6.07	250	0	2999	5997	8996	11994	14993
6.72	290	0	3320	6639	9959	13279	16598
7.46	330	0	3685	7370	11056	14741	18426
8.32	370	0	4110	8220	12330	16440	20550
9.27	410	0	4579	9159	13738	18318	22897
10.13	450	0	5004	10008	15013	20017	25021
11.03	490	0	5449	10898	16346	21795	27244

фицирани участъци и по главни и второстепенни железопътни линии в смисъла на тези понятия, както те се използват при инфраструктурните такси). Размера на превозните цени е показан в Таблица 6.

### ЕЛЕКРИФИЦИРАН УЧАСТЪК – ГЛАВНА ЖЕЛЕЗОПЪТНА ЛИНИЯ

Направените изчисления за инфраструктурните такси за електрифицирана главна линия (ЕУ-ГЖЛ) са показани в таблица 7. Стойностите включват инфраструктурните такси в пълно и празно състояние (данните скоби) с включено тегло на локомотива.

Таблица 7

Инфраструктурни такси за електрифициран участък (ЕУ) – главна железопътна линия (ГЖЛ) (лв/вл)

Бруто км\	100	450 (200)	800 (300)	1150 (400)	1500 (500)	1850 (600)
10	72	168	192	216	240	264
50	359	838	959	1079	1200	1320
90	646	1508	1725	1942	2160	2377
130	933	2179	2492	2806	3119	3433
170	1219	2849	3259	3669	4079	4489
210	1506	3519	4026	4532	5039	5545
250	1793	4190	4793	5396	5999	6602
290	2080	4860	5560	6259	6958	7658
330	2367	5530	6326	7122	7918	8714
370	2654	6201	7093	7986	8878	9770
410	2941	6871	7860	8849	9838	10827
450	3228	7541	8627	9712	10798	11883
490	3515	8212	9394	10576	11757	12939

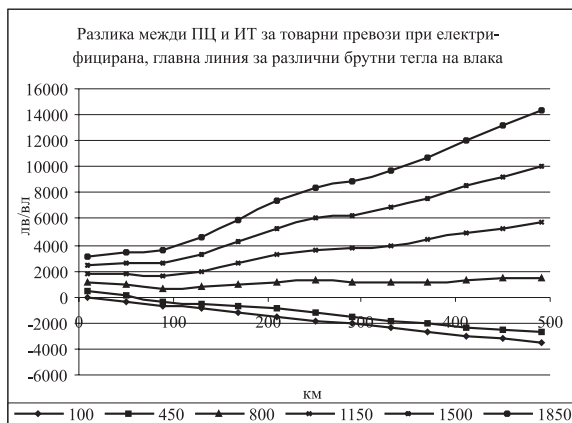
Таблица 8

Разлика между превозни цени и инфраструктурните такси за електрифициран участък (ЕУ) – главна железопътна линия (ГЖЛ) (лв/вл)

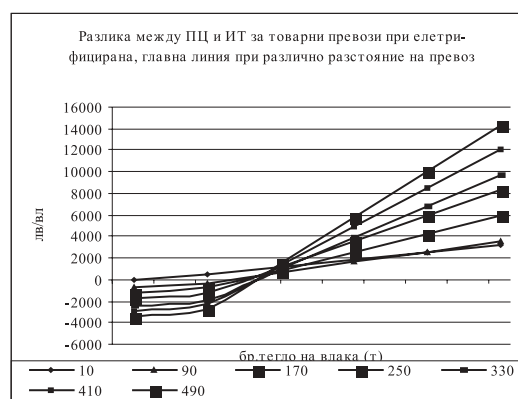
Бруто км\	100	450	800	1150	1500	1850
10	-72	519	1182	1844	2507	3169
50	-359	96	909	1722	2535	3348
90	-646	-328	636	1600	2563	3527
130	-933	-578	709	1996	3283	4570
170	-1219	-779	881	2541	4200	5860
210	-1506	-936	1141	3218	5296	7373
250	-1793	-1191	1204	3600	5996	8391
290	-2080	-1540	1080	3700	6320	8940
330	-2367	-1845	1044	3933	6823	9712
370	-2654	-2091	1127	4345	7562	10780
410	-2941	-2292	1299	4889	8480	12070
450	-3228	-2537	1382	5300	9219	13138
490	-3515	-2763	1504	5771	10038	14305

Разликата между превозните цени и инфраструктурните такси за електрифициран участък и главна линия е показана в Табл. 8.

От фиг.1 и фиг.2 се вижда, че за тонажи около 600т и повече разликата между превозните цени и инфраструктурните такси става положителна.



фиг.1



фиг.2

Това показва, че превозите с влакове под 500-600т изпадат в критичния минимум.

### ЕЛЕКРИФИЦИРАН УЧАСТЪК – ВТОРОСТЕПЕННА ЖЕЛЕЗОПЪТНА ЛИНИЯ

Направените изчисления за инфраструктурните такси за електрифицирана второстепенна линия (ЕУ-ВЖЛ) са показани в таблица 9.

Таблица 9

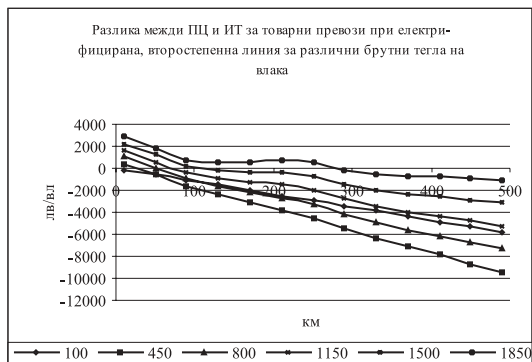
Инфраструктурни такси за електрифициран участък (ЕУ) – второстепенна железопътна линия (ВЖЛ)

\Бруто км\	(лв/вл)					
	100	450 (200)	800 (300)	1150 (400)	1500 (500)	1850 (600)
10	118	304	372	372	508	576
50	591	1522	1862	1862	2542	2882
90	1063	2739	3351	3351	4576	5188
130	1536	3956	4840	4840	6609	7494
170	2008	5173	6330	6330	8643	9800
210	2481	6390	7819	7819	10677	12106
250	2953	7608	9309	9309	12711	14412
290	3426	8825	10798	10798	14744	16717
330	3898	10042	12287	12287	16778	19023
370	4371	11259	13777	13777	18812	21329
410	4843	12476	15266	15266	20845	23635
450	5316	13694	16755	16755	22879	25941
490	5788	14911	18245	18245	24913	28247

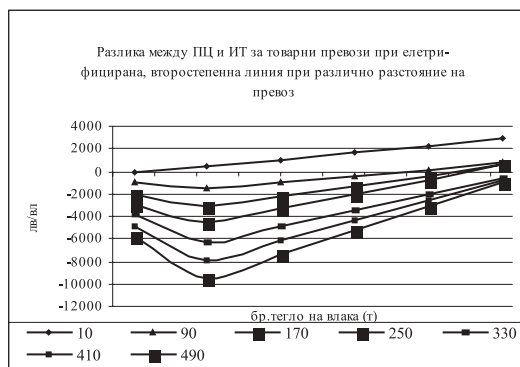
Таблица 10

Разлика между превозни цени и инфраструктурните такси за електрифициран участък (ЕУ) – главна железопътна линия (ГЖЛ) (лв/вл)

\Бруто км\	(лв/вл)					
	100	450	800	1150	1500	1850
10	-118	382	1001	1620	2238	2857
50	-591	-588	6	599	1193	1786
90	-1063	-1558	-990	-421	147	715
130	-1536	-2355	-1639	-923	-207	509
170	-2008	-3103	-2190	-1277	-364	549
210	-2481	-3807	-2652	-1497	-342	812
250	-2953	-4609	-3311	-2014	-716	581
290	-3426	-5505	-4159	-2812	-1466	-119
330	-3898	-6357	-4917	-3477	-2037	-597
370	-4371	-7149	-5556	-3964	-2371	-779
410	-4843	-7897	-6107	-4318	-2528	-738
450	-5316	-8689	-6747	-4805	-2862	-920
490	-5788	-9462	-7347	-5232	-3117	-1003



фиг.3



фиг.4

От фиг.3 и фиг.4 се вижда, че при второстепенни линии превозните цени не покриват дори инфраструктурните такси. Баланса е положителен при малки разстояния (до 100км) и големи брутни тегла на влаковете (над 450т бруто,250т нето). За съжаление обикновено по второстепенните участъци нормите на влаковете са сравнително ниски, а и най-голямата конкуренция на автомобилния транспорт е предимно в пояса до 100км. Така формирани инфраструктурните такси още повече поставят под въпрос ефективността от извършване на железопътната услуга по второстепенните участъци.

Изкривяването в началото на фиг.2 и фиг.4 се дължи на факта, че изчисленията за 100т отговаря на движението на изолиран локомотив, който се движи само в една посока и няма празно обратно връщане.

Трябва да се отбележи, че инфраструктурните такси се превръщат в основното перо от разходите на превозвача. Но то не единственото. За съжаление добавянето на останалите: разходи за гориво и електроенергия, заплати, поддържане и ремонт на локомотивния и вагонния парк и други води до недостиг от средства и невъзможност за развитие на инвестиционна политика в нов локомотивен и вагонен парк.

Другият подход, баланса да стане положителен е увеличение на превозните цени. За съжаление и този подход се оказва, че е трудно осъществим. Пазарните условия, намаляващото общо производство и потребление, конкуренцията с автомобилния транспорт не предоставят възможност за осъществяване на голяма такава стъпка.

## ОСНОВНИ ИЗВОДИ

Така структурирани и формирани таксите имат известни предимства. Някои от които са:

- простота на приложение, даваща възможност, превозвача по-лесно да определя точно значителната си част от разходите;

- диференциран подход при определянето им за железопътни участъци от различна категория и с различна техническа съоръженост.

- относителна свобода при договаряне на цените на превозите за нуждите на железопътната инфраструктура;

- коствено принуждава превозвачите да извършват по-добро планиране на превозите и извършваната от тях работа, която да доведе до намаляване на разходите им.

- коствено принуждава превозвача да усъвършенства и оптимизира маневрената и влаковата си работа в гарите и железопътните участъци, плана за композиране на влаковете и графика за движението им.

Недостатъците на така формираните такси се заключават предимно в:

- Значителният им размер за товарни превози, определящ високо ниво на разходите за превоз, невъзможност от страна на превозвача за предоставяне на атрактивни цени на клиентите си при превоз на товари с железопътен транспорт, невъзможност за отделяне на достатъчни средства за подновяване на вагонния и локомотивния парк, а от тук и влошаване на качеството на услугата и обричане в конкуренцията с автомобилния транспорт ;

- Значителната разлика в размера им между товарното и пътническото движение, водещо до неефективност и на двете основни дейности и поставяща под съмнение необходимостта от съществуване на железопътен транспорт въобще;

- Възможност за коствено кръстосано субсидиране през таксите на пътническите превози от товарните. Когато тези две дейности се

осъществяват от едно юридическо лице, това донякъде е допустимо, но съвсем не така стои въпроса когато има частни пътнически и частни товарни превозвачи. Тогава се получава, че частния товарен превозвач косвено субсидира частния пътнически превозвач.

- Стремеж към формиране на колкото се може по тежки влакове, водещо до намаляване частта на влаккилометровата работа в общата цена на превоза, което обаче не винаги е възможно да се реализира от превозвачите.

- Формирането на тежки влакове поставя реди въпроси пред превозвача засягащи: размера, структурата и ефективността на използвания локомотивен парк; необходимостта от увеличението на времената за набирането им, водещо до увеличение на работния парк от вагони; взаимоотношенията му с клиентите, нямачи възможност да предоставят големи количества за превоз; невъзможността на клиентите да обработват бързо и на по-големи групи вагоните и др.

- Необходимостта от създаване на специална организация на превоз на товарите през второстепенните участъци или закриване на дейността по тях, водещо до намаление на превозите и през главните линии и др.

В заключение може да се каже, че инфраструктурните такси са необходимо средство при взаимоотношенията между предприятието поддържащо и стопанисващо железопътната инфраструктурата – НК "ЖИ" и превозвачите, но е необходимо да се преразгледа както размера, така и структурата им с цел постигане реална конкуренция както между превозвачите в областта на железопътния транспорт (в бъдеще), така и между автомобилния и железопътния транспорт в национален и международен мащаб.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНИКОПОТОЦИТЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ НА КАЧЕСТВОТО ИМ НА ОБСЛУЖВАНЕ В ГАРА БУРГАС

Мирена Тодорова, Теодор Кирчев

#### АНОТАЦИЯ

*Изследват се пътникопотоците за периода 2000-2002 година и се определя неравномерността им въз основа на които, чрез системите за масово обслужване се оптимизират броя на необходимите билетни каси по критерии време за чакане в опашка пред касите и големината на опашката. Въз основа на така определените каси и необходимото работно време се определят броя на касиерките и смените им.*

**Ключови думи:** пътникопотоци, билетни каси, системи за масово обслужване, неравномерност, изследване и оптимизиране

През последните години се наблюдават неблагоприятни тенденции на намаляване обема на пътническите превози в железопътния транспорт. Негативно въздействие върху пътническите превози оказаха: демографският срив и безработицата; липсата на законови норми за транспортните услуги, позволяващи нелоялната конкуренция; ниско качество и комфорт на превозите; недостиг на подвижен железопътен състав и ниските скорости на влаковете, вследствие лошото състояние на железопътните линии и съоръжения.

Под ръководството на “БДЖ” ЕАД е управлението на пътнически превози, към дейността на което се включват: маркетинг и проучване на пазара; контрол и качество на обслужване; информационно и търговско обслужване във влаковете и гарите; планиране ресурсите за изпълнение на дейността и търговски анализ на приходите и разходите от дейността.

Железопътната гара се явява крайното звено в структурата, където се осъществява връзката между пътника и едноличното търговско дружество. За привличане на пътника и увеличава-

не обема на пътникопотока, постъпващ в железопътните гари е необходимо: разширяване използването на специални билети и карти с тарифни преференции; повишаване скоростта за реализиране на транспортните услуги; разширяване използването на билети за комбинирани превози (в момента такива билети се издават само за групи)

Тайната на пазарния успех е близкия контакт с клиентите. За това е необходимо да се внедряват по-съвършени технологии за информиране и насочване на пътниците към влаковете; да се повишава нивото на обслужване; рационално да се използват билетните каси (по-бързото им преориентиране в зависимост от нуждите на пътника).

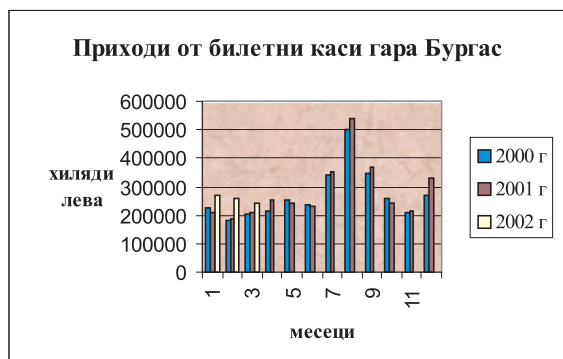
Разгледана е гара Бургас. За целта се изследва неравномерността на пътникопотока (сезонна, месечна, седмична, натоварването по влакове, по категории) и натоварването на билетните каси. Железопътна гара Бургас е първа категория. Открита за служба по движението, пътническа, багажна и търговска експлоатация.

Работата на билетните каси заема основно



място при обслужване на пътниците в приемното здание. Брой на билетните каси обслужващ пътническия поток, е 4 каси ежедневно обслужващи пътниците и 3 каси за предварителна продажба.

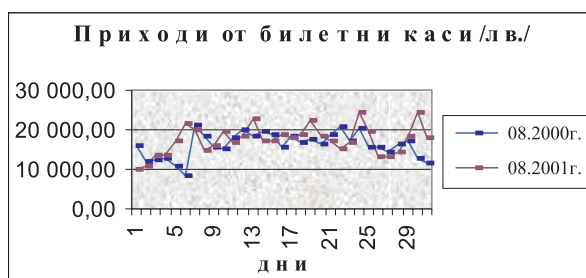
За информиране и насочване на пътниците в чакалнята е поставено сетлинно – информационно табло и високоговорители по пероните. Колетните пратки се обслужват от служители в багажна магазина.



Фиг.1

От статистическите данни за приходи от билетни каси гара Бургас изобразени в фиг.1 придобиваме визуална представа за динамиката на пътническия поток за всеки месец поотделно за 2000г./2001г. и първото тримесечие на 2002г.

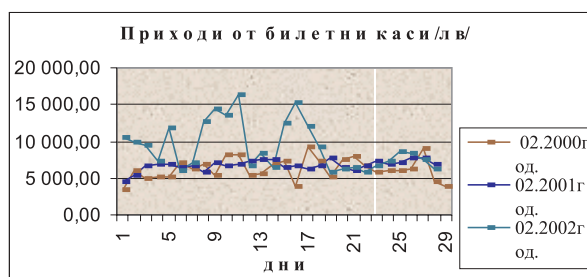
От тези данни можем да придобием представа за сезонната неравномерност на превозите, характерна за гара Бургас – натоварването на зимните месеци – разпределението на пътническия поток по месеци за разглежданите години е еднотипно, а за летните месеци ни дава информация за увеличаване на пътуванията с курортно – туристическа цел, от което следва, че за обслужването на един по голям пътнически поток през летните месеци ще е необходимо оптимизиране броя на билетните каси.



Фиг.2

На фиг. 2 е дадена сравнителна характеристика на месечната неравномерност на пътническия поток за Август от 2000г. и 2001г., като месеци с максимален приход.

Забелязваме, че неравномерността на пътническия поток е различна за двата месеца и в общ план за м. август 2001г. приходите са по-високи отколкото за същият месец през 2000г.,. На фиг.3 е изобразена сравнителна характеристика на месечната неравномерност на пътническия поток за минималните месеци от разглежданите години. Забелязва се, че месечната неравномерност за Февруари 2002г. е с най-висока амплитуда, сравнена със същият месец за 2000г., който има резки максимуми и минимуми на приходите.



Фиг.3

От направените изследвания се установи увеличената транспортна подвижност през летния сезон т. е. повишаване на пътуванията с курортно – туристическа цел. Наблюдава се повишаване на пътуващите с абонаментни карти за период от един месец през зимния сезон и за период от три месеца за летния. Има тенденция на повишаване пътуванията на пътници с ЕБВ първа класа, с БВ първа и втора класа за цялата година, а за ПВ за летния сезон.

След определянето на обслужваните пътнически потоци се оптимизира процеса от постъпването на пътника пред билетната каса до закупуването на билета, на базата на което се определя необходимия брой билетни каси и работното им време

Работата, свързана с пътнически превози, обхваща две основни групи операции:

- операции по обслужване на пътниците (даване на информация, снабдяване с билети, организиране придвижването на пътниците, съхраняване на ръчни багажи, обработка на багажни и колетни пратки);
- операции по обработка на пътническите влакове (приемане и изпращане на влакове, слизане и качване на пътниците, разтоварване и

натоварване на пратките).

Работата на билетните каси заема основно място при обслужване на пътниците в приемното здание. Те са разположени в чакалнята на приемното здание.

Билетоиздаването е компютъризирано. Издаването на билети е по “Тарифа за превоз на пътници, багажи и колетни във вътрешно съобщение”. От хронометричните наблюдения се вижда, че времето за издаване на един билет е съответно: 20 сек. В края на работния ден, времената леко се увеличават поради умората на билетния касиер и съответно са: 26 сек. Или средно време за издаване на един билет е 23 сек. това е когато пътникът се снабдява с билет за влак без запазено място. При пътуване с влак със запазени места времето за издаване на билета и съответното запазено място е средно 37 сек., а за вземане на парите, даване на билета и връщане на рестото - 10 сек., от където идва и повечето време за снабдяване на пътуващите с билети - средно 50 сек.

Средното време за издаване на един билет отчитайки по горе-изброените операции ще бъде: 36 сек.

Върху продължителността за издаване на един билет влияние оказват и маршрутът на издавания билет, техническите средства, с които се работи и компетентността, опита и рутината на билетния касиер. Издаване на билет за гара, до която се пътува с прекачване не изисква повече време. Повече време обаче е необходимо когато билетният касиер работи с копие или издава бланкови билети.

За информиране и насочване на пътниците, до информационното бюро е изнесено разписание на заминаващите влакове, а относно телеграмите за промените в ГДВ се отразява под разписанието. Информационното бюро е снабдено с радиоуредба по която служителката съобщава на пътниците и посрещачите за закъсненията, връзките и маршрутите на влаковете, часа на тръгване и номера на коловоза на заминаващите влакове и др. Също така е компютъризирано информационното табло, което се управлява от служителката от информационното бюро.

Методика за определяне броя на билетните каси е направена по формули 190-201. от труд [2]. Чрез използването на СМО от интензивността на пристигането за обслужване и от съответната интензивност на обслужването можем да определим степента на използване на билетните каси, вероятността за чакане пред би-

летните каси на пътниците и времето за очакване обслужване / Методика за определяне на характеристики, като се използва ниво на обслужване М/М/С по формули в труд [3] /.

В случая при оптимизиране на броя билетни каси отчитаме:

1. Коефициентите на неравномерност на пътничкопотока (сезонността на пътничкопотока предупрежда изчисляването на коефициентите за летния и зимния сезон) са:

- коефициент на месечна неравномерност:

за летен сезон  $K_n = 1,46$ ;

за зимен сезон  $K_n = 1,16$

- коефициент на дневна неравномерност:

за летен сезон  $K_n = 1,127$ ;  $A_{cp} = 2713$ , пътници;

за зимен сезон  $K_n = 1,11$ ;  $A_{cp} = 1811$ , пътници.

2. Часовете на тръгване на влаковете – въз основа на които се определят часовите периоди и интервалите.

от 4,30 ч. до 7 ч.;

от 7 ч. до 13 ч.;

от 13 ч. до 17 ч.;

от 17 ч. до 20 ч.;

от 20 ч. до 23,30 ч.

3. Разпределение на пътничкопотока по часови периоди – от данните в приложение 5 получаваме процентно разпределение на пътниците по часови периоди в зависимост от сезона:

На база процентното разпределение на пътниците по часови периоди са получени резултатите в табл. 1.

От получените до сега резултати изчисляваме входящия поток (брой пътници за единица време). На базата на досега получените данни изчисляваме броя обслужващи устройства  $S$  – билетни каси, като задаваме интервал в който да се изменя относителната заетост  $\chi$ . Изчисляваме броя на билетни каси по формулите и от получените по – горе резултати за двата сезона.

От получените резултати следва, че за зимния сезон приемаме две каси за всички периоди ( за последния период приемаме две каси поради големия обем на пътни - копотока), а за летния е необходимо оптимизиране на вариантите. За целта изчис - ляваме за часовите периоди относителната заетост  $\chi$  за различните варианти на броя обслужващи устройства по формули от труд [3] глава 3 и данните по-горе.

Вариантите се оптимизират с помоща на предварително изготвена компютърна програма за СМО, в която са заложили формулите раз-

За летен сезон

период	Интервал	Инт./мин	БР.П	М	$\lambda$	$\mu = 0,45$ s	$\mu = 0,85$ s
от4,30до7	2,5	150	150	1,33	1,25	2,08	1,1
от7до13	6	360	1514	2,63	4,2	3,54	1,88
от13до17	4	240	1800	2,63	7,5	6,33	3,35
от17до20	3	180	700	1,3	3,8	6,49	3,43
от20до23,30	3,5	210	300	1,33	1,6	2,67	1,47

За зимен сезон

период	Интервал	Инт/мин	Бр.П	М	$\lambda$	$\mu = 0,45$ s	$\mu = 0,85$ s
от4,30до7	2,5	120	150	1,33	1,25	2,08	1,1
от7до13	6	360	900	2,63	2,5	2,11	1,15
от13до17	4	240	832	2,63	3,46	2,95	1,54
от17до20	3	180	250	1,3	1,38	2,35	1,24
от20до23,30	3,5	180	200	1,33	1,11	1,95	0,98

Таблица 1

гледани в труд [3] .

При работа с нея се избира СМО в случая М/М/S и се залагат необходимите данни (брой обслужващи устройства.

От изчисленията получаваме:

	S	x
От4до7	2	0,6
От7до13	2	0,77
	3	0,51
От13до17	4	0,71
	5	0,57
	6	0,48
От17до20	4	0,64
	5	0,51
От20до23	2	0,68
	3	0,45

На база получените варианти се взема решение за всеки часови период, колко броя билетни каси ще работят. В случая проблема е оптимизиране на необходимия брой билетни каси в гара Бургас в зависимост от обема на пътничко- потока (като ограничение се приема броя на пътниците в опашка пред билетните каси и времето за чакане на тези опашки). Критерий е вре-

мето необходимо за обслужване да е по-малко от 2 минути.

Въз основа на получените резултати, ограниченията и критерия получаваме графики за времето на очакване обслужване и времето за чакане в опашка, в зависимост от броя обслужващи устройства S и относителната заетост, изчислена за конкретен брой пътници:

I вариант – за периода от 4,30 ч. до 7 ч. да работят 2 билетни каси.

II вариант – за периода от 7 ч. до 13 ч. да работят 3 билетни каси.

III вариант – за периода от 13 ч. до 17 ч. да работят 4 билетни каси.

IV вариант – за периода от 17 ч. до 20 ч. да работят 4 билетни каси.

V вариант – за периода от 20 ч. до 23,30 ч. да работят 2 билетни каси.

С отчитане на 30 мин. на каса за приемане и предаване и необходимото работно време за летния период получаваме 14 билетни касиера; а за зимния сезон. 2 билетни каси през желия работен период - 9 билетни касиера.

Приема се, че в билетните каси ще работят 14 билетни касиера целогодишно, като тези, които са в повече (5 б. касиера) за зимния сезон ще дават годишните домашни отпуски.

На база на направените изследвания и оптимизацията трябва:

1.) за летен сезон  
 - от 19 ч. до 7 ч. с прекъсване на работното време от 24 ч. до 4 ч. да работят 2 каси (нощно дежурство).

- от 7 ч. до 19 ч. да работят 3 каси (дневно дежурство).

- от 13 ч. до 20 ч. да работи 1 каса (дневно дежурство).

2.) за зимен сезон

- от 20 ч. до 7 ч. с прекъсване на работното време от 24 ч. до 4 ч. да работят 2 каси (нощно дежурство).

- от 7 ч. до 19 ч. да работят 1 каса (дневно дежурство).

- от 8 ч. до 20 ч. да работят 1 каса (дневно дежурство).

Препоръка: Да бъдат намалени от 20 на 14 билетните касиери, като в зависимост от месеца ще се дават допълнителни дежурства или почивни дни (кодекси).

Въз основа на така направената оптимизация се предлага:

- да се намали броя на билетните каси;

- да се въведе отделно работно време за летен и зимен сезон;

- да се състави плаващ график на дежурствата.

Тази нова схема на работа ще позволи рационално използване на билетните каси и по-добро и по-бързо обслужване на клиентите.

**ЛИТЕРАТУРА:**

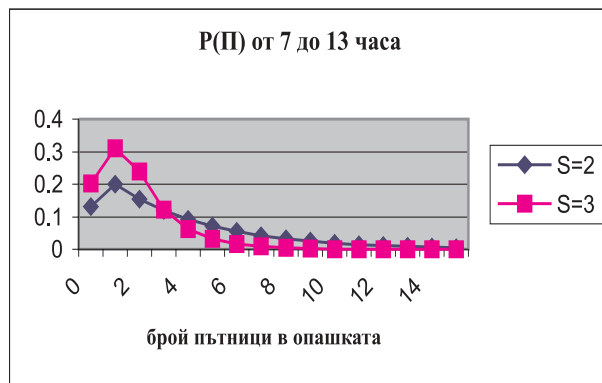
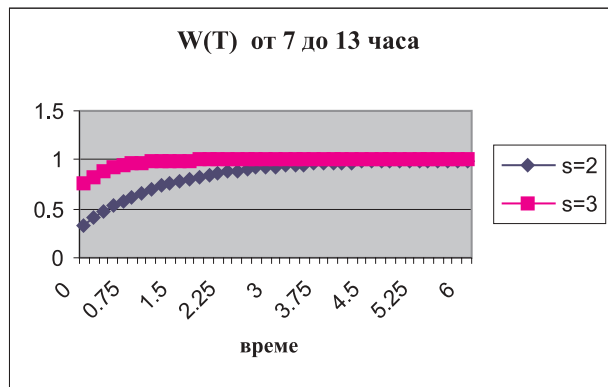
[1] Отчетни данни по дни за издадени билети по направления, категория и приходи на билетните каси в г.Бургас;

[2] проф.Райков Р.Г, Организация на маневрената и влакова работа в гарите, София,1986 г.

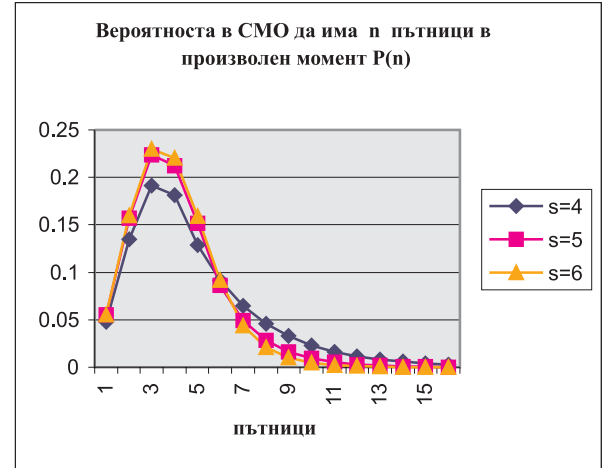
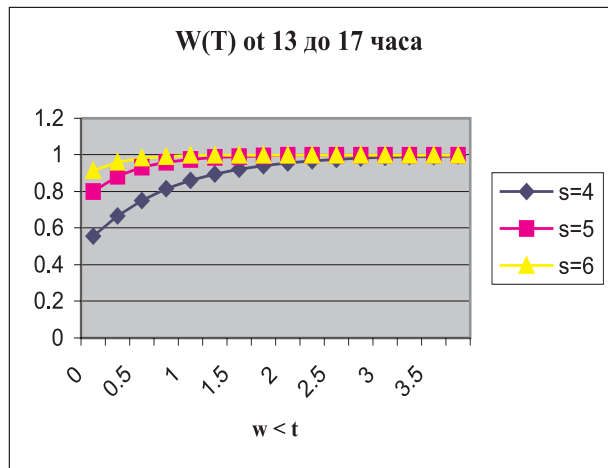
[3] Клейнрок, Теория массового обслуживания, Москва, 1979 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

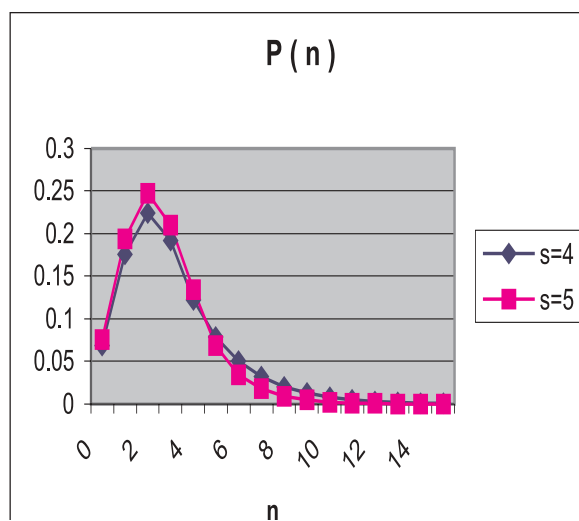
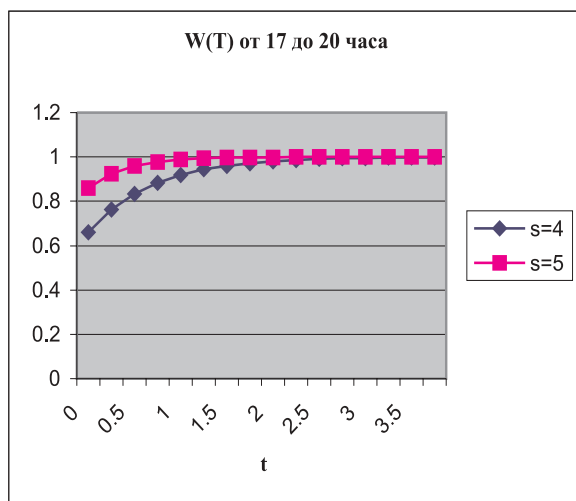
**II вар.**



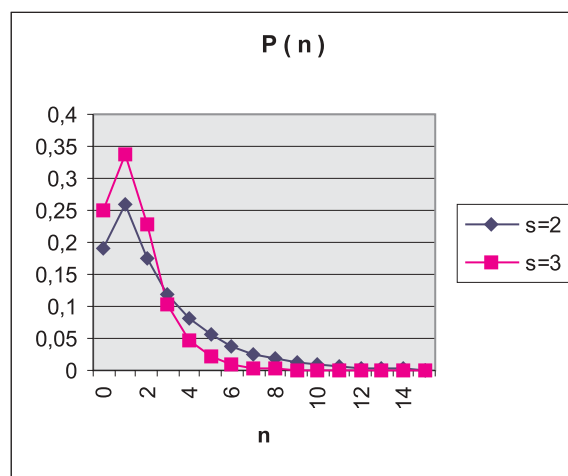
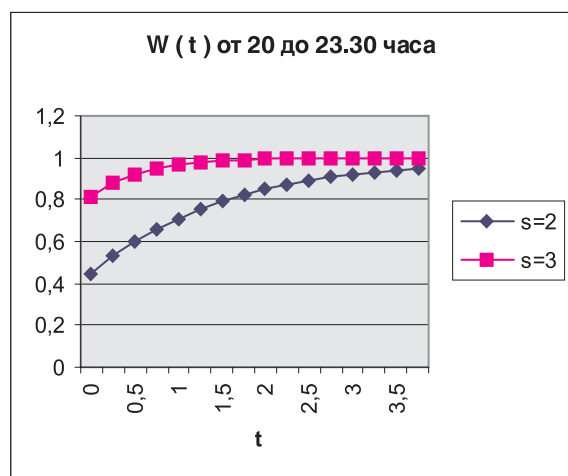
**III вар.**



IV вар.



V вар.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### УКРЕПВАНЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ ЧРЕЗ ВЪВЕЖДАНЕ НА КОНКУРЕНТНА СРЕДА

Симеон Ананиев Ананиев

#### АНОТАЦИЯ

*Статията разглежда един от най-важните проблеми, стоящи пред железопътните превозвачи, оператори и спедитори - правилна финансова и административна политика за организация и оперативно управление на железопътния транспорт.*

*Структурирани са общо функционални изисквания, за техническите и технологичните параметри на транспортната система на железопътния превозвач, организационната и информационна съвместимост и процедурите на достъпност и контрол.*

**Ключови думи:** железопътните превозвачи, инфраструктура, оператори, спедитори:

#### ИНТЕРЕСИ И ЦЕЛИ

За да отговори на предизвикателствата пред железопътния транспорт, а именно намаляващата раждаемост, все по-застаряващото общество, конкуренцията с другите видове транспорт, увеличаването на търсенето на транспортни услуги и бързия прогрес в информационните технологии, Българската железница-БДЖ трябва да е готова с реалистични решения.

Законодателството и политиката на ЕС-Европейския съюз, всяка отделна страна и в различните области се отразяват на условията на работа на железопътния транспорт. От първостепенно значение са насоките на работа в областта на транспорта, социалната сфера, околната среда и международната търговия.

С оглед развитието на икономиката и екологичните изисквания за околната среда е необходимо е постигането на оптимално използване на всички видове транспорт. Такава оптимизи-

зация е възможна, при правилно съчетаване на относителните предимства на различните видове транспорт.

Фокусът на дейността на железопътните превозвачи, следва да е насочен върху начина, по който политиката на националните правителства, ЕС и съответните законодателни актове се отразяват върху печалбата на спедиторския сектор. В това си качество трябва да се следи развитието, което се отразява на деловите условия, свързани с различните видове транспорт и условията на международната търговия, като се отчита не участието в преките търговски взаимоотношения на жп превозвачите и техните клиенти и доставчиците на транспортни услуги, на които разчитат.

От тази основна цел произтича основополагащия либерален подход към проблемите на конкуренцията и пазарния достъп и необходимостта от конкурентна пазарна среда за всички жп превозвачи и за всеки вид транспорт. Опитът



показва, че намесата на обществените власти, било то на европейско или на национално ниво, води до неефективност, по-високи разходи и по-лошо качество.

## СЪСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ СЕКТОР

Правителствата на страните от ЕС, приемайки така наречения железопътен пакет през декември 1999г, проправиха пътя на ново развитие на европейския жп товарен транспорт. Основния подход е да се укрепи железопътния транспорт, чрез въвеждане на конкурентна среда. Товарният железопътен превоз има значителен потенциал в много случаи, но високите разходи и лошите услуги попречиха на железницата като реална алтернатива на автомобилния транспорт. Следителите по принцип подкрепят това развитие, изхождайки от принципите, че здравословната конкурентна среда ще допринесе за намаляване на разходите и подобряване на качеството на транспортно обслужване.

Конкуренцията може да бъде въведена или чрез предлагане на услуги от местна железница в конкуренция с други местни железници в рамките на националната мрежа или под формата на услуги, предлагани от ново появилите се фирми. Въпреки че беше възможно националните жп оператори да се конкурират на другите железопътни мрежи от 1 януари 1993г, едва през 2000г беше осъществен подобен пример. Няколко частно създадени нови фирми се появиха на пазара, но все още без да могат да окажат съществено влияние.

Опитът от последните няколко години показва, че националните железници в Европа се противопоставят на конкуренцията на местния пазар на друга национална железница. Растежът на конкурентната среда чрез новопоявяващи се фирми е много бавен процес. Ето защо жп политиката трябва да се фокусира върху средства, даващи на националните железници стимули за конкуриране по между им, както и средства за улесняване на появяването на нови жп оператори, национални и международни на пазара на транспортни услуги.

В България, в Министерството на транспорта и съобщенията - Изпълнителна агенция “Железопътна администрация”. експерти на агенцията правят анализи за ефективността на жп линиите в страната. Всички български и чужди консултанти са категорични, че губещите линии

от второкласната жп мрежа трябва да бъдат закрити, това са най-малко половината от общо 1450 км линии от втора категория

Тези линии не могат повече да функционират и да тежат изцяло на държавната компания “Български държавни железници” ЕАД. Компанията за инфраструктура си събира таксите и си осъществява текущото поддържане. Така че те изцяло тежат на железниците. Текущото поддържане и разходите за обслужване на пътниците и товаропотока са много големи. Само 17-18% от разходите се покриват от приходи. Ресурсите и на железниците, и на държавата са ограничени. Бюджетът дава по-големи субсидии в момента, отколкото през минали години - 70 млн. лева. Но тези субсидии не достигат, за да се поддържат губещите линии. Това е първата причина. Втората е, че линиите са загубили функциите си на основен транспорт в тези региони от страната. Там силно се разви автомобилният транспорт, а обемът на превоза на пътници и товари по железниците драстично падна. Тяхната неефективност е ясно изразена.

Отворен е въпросът за намиране начин за запазване на тези линии. Те могат да бъдат запазени по няколко начина.

- Единият е да бъде създадено съвместно предприятие за експлоатация.
- Другите варианти да бъдат предоставени на концесия или общините да участват в субсидирането на тези линии, като останат като инфраструктура в НК “Железопътна инфраструктура”, а като организация на превозите - в БДЖ ЕАД.

Закриването на линиите ще се отрази на финансовото състояние на железниците. Два са проблемите пред жп транспорта, за да се подобри финансовото му състояние.

- Първият е оптимизацията на жп мрежата. Тя трябва да отговаря на изискванията на икономиката на този отрасъл.
- Вторият проблем е оптимизацията на работната сила

Целта е да уплътни инфраструктурата с повече превози, независимо от броя на превозвачите. Монополът на БДЖ отпадна, като се очаква превозвачи да кандидатстват за лиценз. След като го получат, те ще возят пътници и товари при нови условия, при нови управленски технологии. Ще се използва административният капацитет, създаден досега от БДЖ. Това са машинисти, търговски ръководители, обслужващ и ремонтен персонал и т.н.

Правят се много подробни изследвания и

анализи. Изследват се 24 второстепенни линии. Това са линии в много лошо техническо състояние и с много малък обем на пътници и на товари. По тях се правят много разходи и тяхната експлоатация е много скъпа. За 2-3 вагона средно дневно се поддържат 40-60 километра. Не е ефективно за 30-40 пътници, които се събират в един автобус, да се поддържа такава линия. Всяка отсечка конкретно е разгледана, за да се гарантира, че при спиране на нейната експлоатация, ще се осигури транспорт на населението и превоз за товарите - било автомобилен или друг вид. от експлоатация се спира една жп линия, ако тя няма алтернатива. Освен при много специални условия и само със специално решение.

Всички линии, които ще се закрият, имат алтернатива в автомобилния транспорт. Статистическите изследвания и анализи, показват, че всяка година намаляват превозите по тези жп линии. Автомобилният транспорт е по-евтин и все повече изземва пътници и товари за превоз. Трябва да се намери подходящия момент кога тези линии трябва да бъдат спрени от експлоатация. Така че безболезнено да бъде почувствано от икономиката в съответните региони, от населението - те не трябва да бъдат лишени от превозни възможности.

Поддръжката на цялата жп инфраструктура струва над 150 млн. лева годишно. Второстепенните линии са общо 1450 км. От тях са изследвани 24, които особено тежат на железниците. представляват 700 км.. Ако бъдат закрити всички 700 км линии, ще бъдат загубени около 1 млн. тона товари от общо 20 млн. тона. Всички общини, на чиято територия се намират губещите направления, са против тяхното закриване.

Заявеното желание на частна фирма "Рей Холдинг" АД да участва на пазара като железопътен превозвач на пътници и товари, за сега не е реализирано. Следва доста по труден етап като лицензиране и уточняване на параметри, подвижен състав, трасета, региони и други показатели съобразно изискванията на закона за железопътния транспорт и други закони и нормативи имащи отношения към железопътните превози.

"РЕИ Холдинг" иска да вземе на концесия жп линиите, за които БДЖ във връзка с оздравителната програма смята да закрие. Закриват се общо към 700 километра железен път според тази програма. В тази връзка "РЕИ Холдинг" иска от транспортното министерство подробна информация за техническото състояние на ли-

ниите и данни за потока на пътници и товари за последните 5 години, както и становище за значението им за отбраната на страната. Допълнителен анализ, който включва и оценка на автобусния транспорт в тези участъци, е възложен и на изследователския институт по жп транспорт.

Освен закриващите се участъци от националната жп мрежа "РЕИ Холдинг" проявява интерес и към експлоатиране на линията София-Карлово-Бургас, затова обаче е необходим лиценз за превозвач, издаден от транспортното министерство, съобразно Закона за железниците.

*Етапите на развитие на железопътния сектор, могат да се структурират и развиват в пет основни направления.*

- свободен недискриминационен достъп до инфраструктурата за всички превозвачи, оператори и спедитори, при разширяване на предимствата чрез увеличаване гъстотата на ползване на инфраструктурата;
- подобряване на пазарната ориентация чрез различни превозвачи, оператори и спедитори, чрез поощряване на конкуренцията железница - железница (вътрешна конкуренция);
- постигане на яснота за целите и разходите на правителството в областта на транспорта, митницата и екологията;
- опростяване на въвеждането на частния сектор в железопътната експлоатация (дори и да не е непременно в инфраструктурата).
- изясняване мястото и значението на операторите и спедиторите за привличане на товари и подобряване качеството на транспортните услуги.

### **ЦЕЛЕВИ ЗАДАЧИ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ И ЖП ПРЕВОЗВАЧИТЕ**

Като се отчитат ролята и значението на железопътния транспорт, за подобряване неговата ефективност и интегрируемост в конкурентния транспортен пазар, могат да се формулират, главните целеви задачи на превозвачи, оператори и спедитори насочени в железопътния сектор:

*Държавно регулиране разходите за инфраструктура*

Поемане отговорността за железопътната

инфраструктура от държавата, така както е решен този въпрос по отношение на автомобилната инфраструктура. Това е съществено условие за осигуряването на равнопоставеност на различните видове транспорт и формирането на свободен транспортен пазар.

Ако се таксуват само потребителите на железопътния транспорт, а потребителите на автомобилния транспорт не се таксуват, както е при нееднаквото развитие на транспортните мрежи, тогава потребителите на автомобилния транспорт получават съществени облаги от държавата. Освен това, след като се вземат предвид екологичните фактори, потребителите на железниците и пътищата трябва да се облагат по еднакъв начин.

*Равнопоставен достъп за ползуване на инфраструктура*

Осигуряване условия за равнопоставен достъп за ползуване на железопътните инфраструктури, като не се допуска провеждането на протекционалистична политика по отношение на “националните” превозвачи. За осигуряване на средства за поддържане на железопътната се въвеждат такси за ползуване. Те следва да бъдат съобразени с таксите за ползуване на автомобилната инфраструктура, с оглед създаването на условие за равнопоставеност на железопътния и автомобилния транспорт.

Инфраструктурните такси трябва да се определят съгласно съвременните принципи на Европейския съюз, като за целта се въвежда една справедлива за всички, недискриминираща система за разпределение на инфраструктурните капацитети и за заплащането на такси за ползуването на тази инфраструктура.

*Ниски разходи на превозвачи и оператори за достъп до линиите*

Основно предприятие за оператори и спедитори са високите жп инфраструктурни разходи в някои страни. Както се случва, самите инфраструктурни такси в типично транзитните страни са относително високи. В някои страни инфраструктурните такси са посочени в официалната тарифа, която се прилага за всички оператори, докато значителни намаления се предлагат на най-големите клиенти на мрежата. Може да се приеме, че нетната цена, заплащана от националния оператор за достъпа до линиите е половината от сумата, заплащана от другите оператори.

*По голям приоритет на товарите при превозите*

Ръководителите на трафика на движението

на пътнически и товарни превози, поддържат традиционната практика на автоматично гарантиране на приоритет на пътническите услуги пред товарните услуги. На практика това означава, че разписанията първо се изготвят само отчитайки пътническите превози. Каквото остане се предлага на товарните влакове. Резултатът е че, на товарните влакове се предлагат разписания, включващи чести и дълги спирки за пропускане на насрещни пътнически влакове (при единична линия или за изпреварване (при двойна линия).

*Партньорство между обществения и частния сектор*

Най-честите форми на партньорство са концесиите или франчайзинговите договори, при които даден частен превозвач предоставя железопътни услуги, ползвайки инфраструктурата, която е държавна собственост и за която често пъти единствено той има право на ползване.

Спектърът на собственост се простира от чисто държавни до чисто частни железници, опитът показва, че решението за отношенията на собственост не може да бъде “или-или”. Твърде възможен е вариантът смесена собственост, който в много случаи е и най-доброто решение. Обществени транспортни услуги на контролирани цени. Партньорството може да се отнася или само до експлоатацията, или и до управлението на инфраструктурата. Партньори могат да бъдат също така частни превозвачи без концесии или франчайзингови договори, какъвто е случаят при товарните превози във Великобритания (EWS).

*Социално регулативна роля на железницата в обществото*

По-бедните страни разбират, че икономическото им развитие зависи от достъпа им до пазарите извън националните им граници. Затова Световната банка и регионалните банки за развитие настояват за организирането на по-ефективен транспорт, включително железопътен. Така железниците излизат на преден план, което представлява както шанс, така и предизвикателство за тях: пазарно ориентираните железопътни предприятия могат да играят положителна роля за икономическото развитие на страните, докато слабите железници допринасят за обедняването им.

Съществува промяна в представите какъв вид железница и за какви цели ни е необходима. Разбирането, че продуктивните пазари са по-добрия път за предоставянето на товари и услуги, отколкото плановите икономики и държав-

ния монопол, е допринесло за промяна на мнението за железниците и насочване вниманието на оператори, превозвачи и спедитори, върху варианти по отношение на услугите, структурата и конкуренцията на транспортните пазари.

*Бързо одобряване и внедряване на ново оборудване*

Дългата процедура за одобряване и лицензиране е особено тежка за новите жп оператори в международния трафик. Това най-добре може да бъде илюстрирано от необходимостта новите оператори да използват дизелови локомотиви, за да се избегнат разходите и закъсненията от притежаване на електрически локомотиви, приспособени за работа при различните системи за електрозахранване в различните страни. Последните опити на оператори да използват дизелови локомотиви, доведоха до закъснение от 12 месеца. Нещо повече, одобряването в една страна от ЕС не е гаранция, че той ще бъде одобрен в друга страна. Това очевидно е проблем на намерението за единен пазар.

*Ивестии и данъчно стимулиране*

Потенциално се координира с основния потребител. Недостатък е, че външните превозвачи, оператори и спедитори не биха могли да бъдат включени пълноценно в инвестиционните планове. Основният проблем при финансирането е огромния размер на обезпеченията, които изисква финансовата институция за да отпусне кредитната линия. Освен това кредитите се оскъпяват с допълнителни разходи за експертни оценки, такси и комисионни, условия за ангажименти, други форми на гарантиране.

Не трябва да се подценяват данъчните стимули за финансовите кръгове, особено в случаите когато капиталът носи очаквана печалба.

## КОНКУРЕНЦИЯ И РЕГУЛИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ПАЗАРИ

Засилването на конкуренцията на транспортните пазари, което е изключителна цел на транспортната политика, придобива все по-голямо значение въз основа на връзката между конкуренция и регулиране. В някои случаи правителствата са решили, че железопътните товарни превози са изложени на достатъчно голяма конкуренция от страна на другите видове транспорт (особено от автомобилния и до известна степен от речния), така че определянето на железопътните тарифи и услуги може да бъде

оставено до голяма степен на пазарните механизми.

Там, където няма конкуренция между отделни линии, може да бъде създадена подлежаща на управление конкуренция по едни и същи железопътни линии. В може да се осъществи чрез правата за достъп - дадена железопътна компания има право да предоставя определени конкуренти услуги по избрани линии на друга компания, като в замяна на това плаща такса за ползване.

До конкуренция вътре в железопътния транспорт, довежда Канадският метод, при който спедиторските предприятия, които са разположени на железопътна линия на дадена железница, но на разстояние 50 km от мястото на връзка с железопътна линия на друга железница, могат да използват линиите и на двете железници

Най-силна е вътрешната конкуренция при свободния достъп тогава, когато едно независимо предприятие за инфраструктурата предоставя дадена железопътна линия на всички превозвачи при едни и същи условия. Досега нито една страна обаче не е осъществила на практика такъв свободен достъп, въпреки че британската система теоретично допуска до товарните превози всички желаещи превозвачи. Европейските коридори за товарни превози (Freight Freeways) някога вероятно също ще бъдат отворени за всички.

## ПЕРСПЕКТИВИТЕ ЗА РАЗВИТИЕ НА ТРАНСПОРТНОТО ОБСЛУЖВАНЕ

За обществено частните сдружения в транспортния сектор от съществено значение е подобряване на дисциплината в логистиката, което може да се изрази с ключовите думи *“от врата до врата”* *“по всяко време навреме”*.

Развитието на транспортното обслужване и ролята на спедиторите се обуславят от три основни тенденции.

*1. Условия за наличие на предприемачески климат*

Надпреварата на пазара на транспортни услуги, включващи железопътни превози, ще бъде основно между националните превозвачи вътре и извън от съответната национална жп мрежа и глобалните превозвачи, оператори и спедитори, които ще предлагат директни услуги на конкурентни цени, съобразени с нуждите на клиентите. Определяне на латентни ценови полета ще създадат условия за наличие на предприемачески климат.

*2. Глобализация на услугите*

Големите жп превозвачи, оператори и техните интермодални разширения, които включват превози на товари с всички видове транспорт, ще имат предимство на пазара на товари “от врата до врата”. При бурното развитие на информационните технологии и електронната търговия, основните предимства са на тяхна страна.

В тази връзка появяващите се на пазара на транспортни услуги железопътни превозвачи, в отделни страни в Европа в случая за България - РЕЙ”Холдинг”, в един момент могат да се окажат елемент от мулти структура, на бъдещ европейски превозвач, който ще има трасета през страните от Европейски съюз и доминираща роля пред националните превозвачи.

*3. Бурно развитие на информационни технологии*

Относително ниски цени на компютърните и информационни технологии, определят качествено нова работа на компаниите.

Тяхната роля в логистичния мениджмънт, ще се променя, без създаване на тежки управленчески структури. Възникналите проблеми се решават с наемане на експерти или експертни фирми за конкретните задачи. Новите принципи и методи на работа налагат използване съвременни средства за комуникация и информационни технологии, мрежови структури и глобалната информационна система Интернет. Функционалните счетоводни и управленчески модели, предполагат използване на системни организатори, интегрирани фирмени информационни системи и не на последно място системи за връзка и контрол.

*4. Създаване клирингови къщи за наемане подвижен състав*

Създаване на “клирингова къща” от която съответните оператори и спедитори биха могли да наемат необходимия им подвижен състав. Развитие на един такъв пазар, позволява почвяването на нови субекти, развитие и специализация на првозните средства и не на последно място гъвкавост и функционалност при използване.

*5. Екологични изисквания и норми*

Екологични изисквания и норми, налагат нови ограничения в търговската и транспортна дейност. Същевременно се дава тласък за развитие на екологически производа на стоки и транспортни средства, като безшумен подвижен състав без отделяне на вредни емисии и излъчвания в околната среда.

Правилната стратегията на спедиторите и реализацията и в тази насока, ще доведе до успешни пазарни позиции и коствено ще се отрази на развието на железопътния транспорт, като “Екологически чист”.

**ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:**

1.Списание “Железопътен транспорт” - бр. 9/1993 г.; бр. 11/12/1993г.;бр. 1/1994 г.; бр. 1/1995 г.; бр. 11/1995 г.; бр. 2/1998 г.; бр. 5/1998 г.; бр. 11/12/1998 г. бр.3/2002 г. ; бр.4/2002 г.

2. Специалното издание на списание “Schienen der We-t” - Akten. Wien 2001. We-t-Eisenbahn-Kongress AICCF / UIC / CEMT)

3. Международен семинар по маркетинг – на IV комисия на ОСЖД по финансово-икономически, тарифни въпроси и маркетинг Варна 14-16.05.2002г



„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ ВТОРА**

***ТРАНСПОРТНА ИНФРАСТРУКТУРА***







## „ТРАНСПОРТ 2002“

### THE BEHAVIOUR OF COMPOSED WOOD - STEEL BEAMS, WITH RESPECT OF THE CREEP OF THE WOOD

Doncho Partov, Vesselin Kantchev, Zdravko Iliev

#### ABSTRACT

*The paper presents analysis of the stress changes due to creep of the composed wood-steel members in simply supported beams. For determining the redistribution of stresses in beam section between wooden and steel plate with respect to time "t", system of two Volterra integral equations of the second kind have been derived on the basis of the theory of the viscoelastic body. An analytical method, which makes use of Laplace transformation for solving these equations, is proposed. The application of the method is explained with the aid of the one example.*

**Key words:** wood-steel beam, stress, rheological, redistributions, Volterra integral equations, Laplace transformation.

#### 1. INTRODUCTION

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 [1] 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). Sliker (1962) 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). Lantos (1970), Dziuba (1985), Bulleit et al. (1989), 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. 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).

The works done to date on composed wood-steel members has focus only on short-term and long-term response on deflection. But it is known that

---

Doncho Partov, Assoc.Prof., PhD, Higher School of Construction Engineering "L. Karavelov", 32 Suhodolska str. Sofia 1373, Bulgaria, e-mail partov@vsu.bg.

Vesselin Kantchev, Ass. Prof., PhD, Higher School of Construction Engineering "L. Karavelov", 32 Suhodolska str. Sofia 1373, Bulgaria, e-mail vkantchev@yahoo.com

Zdravko Iliev, Student, IV c., Higher School of Construction Engineering "L. Karavelov", 32 Suhodolska str. Sofia 1373, Bulgaria, e-mail Zdravko\_Russe@abv.bg.

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 steel plate and the wood beam .

With another words while in the steel plate, 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 steel plate in the composed beam in every cross section, subjected to the effect of constantly operating outside bending moment  $M_0$  in the time  $t$  there arises a new additional group of moments

$M_w(t)$ ,  $M_s(t)$  and normal forces  $N_w(t)$ ,

$N_s(t)$  . The ‘influence of this group of moments and normal forces of the general stress conditions of the statically determinate composed wood-steel beam is expressed by decrease of the stresses in the wood beam and the increase of the stress in the steel plate bonded on the tension face with epoxy adhesive.

## 2. THEORY

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 serviceability loads, wood behaves in a way allowing to be treated as a linear viscoelastic body of Boltzman – Volterra [1]. The stress-strain behavior of wood can be described, with sufficient accuracy by the integral equation (1):

$$\varepsilon_w(t) = \frac{\sigma_w(t)}{E_w(t)} [1 + \varphi(t - t_0)] + \int_{\tau=t_0}^{\tau=t} \frac{d\sigma_w(\tau)}{d\tau} \frac{1}{E_w(\tau)} [1 + \varphi(t - \tau)] d\tau \quad (1)$$

where  $\varphi(t - \tau) = \varphi_\infty \cdot f(t - \tau)$  is called a creep function and  $\varphi_\infty$  - ultimate value of creep coefficient. The function  $f(t - \tau)$  - where  $t$  is the time interval during which the structure is under

observation ( $\tau$  -running coordinate of time), characterizes the process of creeping.

e) The modulus of elasticity of wooden beam is invariant in time.

$$f) E_w(\tau) = E_w(t_0) = E_w \quad (2)$$

g) The moment of inertia of the steel plate is considered in the moment of inertia of the composed wood-steel beam.

## 3. MAIN PRINCIPALS OF SOLVING

Let us denote the normal forces and the bending moments in the cross section of the wood beam and steel plate after the loading in the time ( $t=0$ )

with  $N_w(t_0)$ ,  $M_w(t_0)$ ,  $N_s(t_0)$ ,  $M_s(t_0)$  and

$N_w(t)$ ,  $M_w(t)$ ,  $N_s(t)$ ,  $M_s(t)$  - a new group of bending moments arising due to creep of the wood.

For a composed wood-steel beams we can write the equilibrium condition in time  $t$  as following:

$$\sum N(t) = 0 ; N_w(t) = N_s(t) \quad (3)$$

$$\sum M(t) = 0 ; M_w(t) + N_w(t)r = M_s(t) \quad (4)$$

Due to the fact that the problem is a twice internally statically indeterminate system, the equilibrium equations (3) and (4) are not sufficient to solve it.

It is necessary to produce two additional equations in the sense of compatibility of both steel plate and wooden beams in time  $t$ .

Strain compatibility on the contact surfaces between the wood and steel members of the composed beam.

$$\begin{aligned} & \frac{N_w(t_0)}{E_w A_w} [1 + \varphi(t - t_0)] - \frac{1}{E_w A_w} \\ & \int_{t_0}^t \frac{dN_w(\tau)}{d\tau} [1 + \varphi(t - \tau)] d\tau + \\ & + \frac{N_s(t_0)}{E_s A_s} - \frac{1}{E_s A_s} \int_{t_0}^t \frac{dN_s(\tau)}{d\tau} d\tau = \\ & = \frac{M_s(t_0)}{E_s I_s} r + r \frac{1}{E_s A_s} \int_{t_0}^t \frac{dM_s(\tau)}{d\tau} d\tau \end{aligned} \quad (5)$$

Strain compatibility of curvatures on the cross-section of the wooden beam and steel plate in time “ $t$ ” (5).

$$\begin{aligned} & \frac{M_w(t)}{E_w I_w} [1 + \varphi(t - t_0)] - \\ & - \frac{1}{E_w I_w} \int_{t_0}^t \frac{dM_w(\tau)}{d\tau} [1 + \varphi(t - \tau)] d\tau = \\ & = \frac{M_s(t_0)}{E_s I_s} + \frac{1}{E_s I_s} \int_{t_0}^t \frac{dM_s(\tau)}{d\tau} d\tau \end{aligned} \quad (6)$$

After integrating by parts the two equations (5) and (6), and using (3) and (4) for assessment of normal force  $N_w(t)$  and bending moment  $M_w(t)$ , a system of two linear integral Volterra equations of second kind are derived:

$$\begin{aligned} N_w(t) + \lambda_N \frac{E_w A_w}{E_s I_s} M_w(t) = \\ = \lambda_N \int_{t_0}^t N_w(\tau) \frac{d}{d\tau} [1 + \varphi(t - \tau)] d\tau + \\ + \lambda_N N_w(t_0) \varphi(t - t_0) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} M_w(t) + \lambda_M \frac{E_w I_w}{E_s I_s} N_w(t) r = \\ = \lambda_M \int_{t_0}^t M_w(\tau) \frac{d}{d\tau} [1 + \varphi(t - \tau)] d\tau + \\ + \lambda_M M_w(t_0) \varphi(t - t_0) \end{aligned} \quad (8)$$

in which

$$\lambda_N = \left[ 1 + \frac{A_w E_w}{A_s E_s} + r^2 \frac{E_w A_w}{E_s I_s} \right]^{-1} \quad (9)$$

$$\lambda_M = \left[ 1 + \frac{E_w I_w}{E_s I_s} \right]^{-1} \quad (10)$$

are called parameters of integral equation, and  $-\frac{d}{d\tau} [1 + \varphi_\infty (1 - e^{-\alpha(t-\tau)})]$  - kernel of the equation.

Let us denote:

$$k_N = \frac{E_w A_w}{E_s I_s}, \quad k_M = \frac{E_w I_w}{E_s I_s}. \quad (11)$$

Then we can write (7) and (8) for  $t_0 = 0$  as:

$$\begin{aligned} N_w(t) + \lambda_N k_N M_w(t) = \\ = -\lambda_N \alpha \varphi_\infty \int_0^t N_w(\tau) e^{-\alpha(t-\tau)} d\tau + \\ + \lambda_N N_{w0} \varphi_\infty (1 - e^{-\alpha t}) \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} M_w(t) + \lambda_M k_M N_w(t) r = \\ = -\lambda_M \alpha \varphi_\infty \int_0^t M_w(\tau) e^{-\alpha(t-\tau)} d\tau + \\ + \lambda_M M_{w0} \varphi_\infty (1 - e^{-\alpha t}) \end{aligned} \quad (13)$$

#### 4. SOLVING OF THE INTEGRAL EQUATION

The integral equation of Volterra of second kind can be solved with Laplace transformation. The method consists of replacement of the integral equation with algebraically one, where the unknown function is Laplace image of the original one in (10).

We'll use the following Laplace transformations:

$$LM_w(t) = M_w(p); \quad LI = \frac{1}{p}; \quad Le^{-\alpha t} = \frac{1}{p + \alpha}$$

$$\begin{aligned} L \left[ \int_0^t M_w(\tau) e^{-\alpha(t-\tau)} d\tau \right] = [LM_w(t)] [LK(t)] = \\ = M_w(p) L e^{-\alpha t} = M_w(p) \frac{1}{p + \alpha} \end{aligned} \quad (14)$$

Using (14) we get the following algebraic operator equation:

$$\begin{aligned} N_w(p) + \lambda_N k_N M_w(p) = -\frac{\alpha \lambda_N \varphi_\infty}{p + \alpha} N_w(p) + \\ + \frac{\alpha \lambda_N \varphi_\infty}{p(p + \alpha)} N_{w0} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} M_w(p) + \lambda_M k_M N_w(p) = \\ = -\frac{\alpha \lambda_M \varphi_\infty}{p + \alpha} M_w(p) + \frac{\alpha \lambda_M \varphi_\infty}{p(p + \alpha)} M_{w0} \end{aligned} \quad (16)$$

Let

$$\begin{aligned}
 & (1 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r) p^2 + \alpha (2 + (\lambda_M + \lambda_N) \varphi_\infty - \\
 & - 2 \lambda_M \lambda_N k_M k_N r) p + \\
 & \alpha^2 (1 + (\lambda_M + \lambda_N) \varphi_\infty + \lambda_M \lambda_N \varphi_\infty^2 - \\
 & - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r) = \\
 & = (p - \gamma_1)(p - \gamma_2)
 \end{aligned}
 \quad , \quad
 \begin{aligned}
 \gamma_1 &= -\alpha + \alpha \varphi_\infty \frac{-(\lambda_M + \lambda_N) + \sqrt{\Delta}}{2 - 2 \lambda_M \lambda_N k_M k_N r}, \\
 \gamma_2 &= -\alpha + \alpha \varphi_\infty \frac{-(\lambda_M + \lambda_N) - \sqrt{\Delta}}{2 - 2 \lambda_M \lambda_N k_M k_N r}, \text{ and} \\
 \Delta &= (\lambda_M - \lambda_N)^2 + 4 \lambda_M^2 \lambda_N^2 k_M k_N r.
 \end{aligned}$$

where

It is easy to verify that  $\Delta > 0$ .  
Then from (15) and (16) we have:

$$\begin{aligned}
 N_\omega(p) &= \frac{\alpha \lambda_N \varphi_\infty}{1 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r} \left[ \frac{(N_{\omega_0} - M_{\omega_0} k_N \lambda_M) p + \alpha (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_\infty - \lambda_M k_N M_{\omega_0})}{p(p - \gamma_1)(p - \gamma_2)} \right] \\
 M_\omega(p) &= \frac{\alpha \lambda_M \varphi_\infty}{1 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r} \left[ \frac{(M_{\omega_0} - N_{\omega_0} k_M \lambda_N r) p + \alpha (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_\infty - \lambda_N k_M N_{\omega_0})}{p(p - \gamma_1)(p - \gamma_2)} \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_w(p) &= \frac{A}{p} + \frac{B}{p - \gamma_1} + \frac{C}{p - \gamma_2} \\
 M_w(p) &= \frac{D}{p} + \frac{E}{p - \gamma_1} + \frac{F}{p - \gamma_2}
 \end{aligned} \quad (16)$$

and consequently

$$\begin{aligned}
 & A(p - \gamma_1)(p - \gamma_2) + Bp(p - \gamma_2) + \\
 & + Cp(p - \gamma_1) = \\
 & \frac{\alpha \lambda_N \varphi_\infty}{1 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r} ((N_{\omega_0} - M_{\omega_0} k_N \lambda_M) p + \\
 & + \alpha (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_\infty - \lambda_M k_N M_{\omega_0}))
 \end{aligned} \quad (17)$$

Substituting  $p = 0$  in (17) we get:

$$A = \frac{\lambda_N \varphi_\infty}{(1 + (\lambda_M + \lambda_N) \varphi_\infty + \lambda_M \lambda_N \varphi_\infty^2 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r) (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_\infty - \lambda_M k_N M_{\omega_0})}$$

For  $p = \gamma_1$  we have:

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{\lambda_N}{\gamma_1 \sqrt{\Delta}} ((N_{\omega_0} - M_{\omega_0} k_N \lambda_M) \gamma_1 + \\
 & + \alpha (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_\infty - \lambda_M k_N M_{\omega_0}))
 \end{aligned} \quad (18)$$

and for  $p = \gamma_2$  we obtain:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{\lambda_N}{\gamma_2 \sqrt{\Delta}} ((N_{\omega_0} - M_{\omega_0} k_N \lambda_M) \gamma_2 + \\
 & + \alpha (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_\infty - \lambda_M k_N M_{\omega_0}))
 \end{aligned} \quad (19)$$

Analogically we find the coefficients  $D, E$  and  $F$ :

$$D = \frac{\lambda_M \varphi_\infty}{(1 + (\lambda_M + \lambda_N) \varphi_\infty + \lambda_M \lambda_N \varphi_\infty^2 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r) (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_\infty - \lambda_N k_M r N_{\omega_0})} \quad (20)$$

$$E = \frac{\lambda_M}{\gamma_1 \sqrt{\Delta}} ((M_{\omega_0} - N_{\omega_0} k_M \lambda_N r) \gamma_1 + \alpha (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_{\infty} - \lambda_N k_M r N_{\omega_0})) \quad (22)$$

$$F = \frac{\lambda_M}{\gamma_2 \sqrt{\Delta}} ((M_{\omega_0} - N_{\omega_0} k_M \lambda_N r) \gamma_2 + \alpha (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_{\infty} - \lambda_N k_M r N_{\omega_0})) \quad (23)$$

Applying the inverse Laplace transformation, we have:

$$\begin{aligned} M_{\omega}(t) &= \\ &= \frac{\lambda_M \varphi_{\infty}}{(1 + (\lambda_M + \lambda_N) \varphi_{\infty} + \lambda_M \lambda_N \varphi_{\infty}^2 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r)} \\ & (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_{\infty} - \lambda_N k_M r N_{\omega_0}) + \frac{\lambda_M}{\gamma_1 \sqrt{\Delta}} \\ & ((M_{\omega_0} - N_{\omega_0} k_M \lambda_N r) \gamma_1 + \alpha (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_{\infty} - \\ & - \lambda_N k_M r N_{\omega_0})) e^{\gamma_1 t} + \frac{\lambda_M}{\gamma_2 \sqrt{\Delta}} ((M_{\omega_0} - N_{\omega_0} k_M \lambda_N r) \gamma_2 \\ & + \alpha (M_{\omega_0} + M_{\omega_0} \lambda_N \varphi_{\infty} - \lambda_N k_M r N_{\omega_0})) e^{\gamma_2 t} \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} N_{\omega}(t) &= \\ &= \frac{\lambda_N \varphi_{\infty}}{(1 + (\lambda_M + \lambda_N) \varphi_{\infty} + \lambda_M \lambda_N \varphi_{\infty}^2 - \lambda_M \lambda_N k_M k_N r)} \\ & (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_{\infty} - \lambda_M k_N M_{\omega_0}) + \frac{\lambda_N}{\gamma_1 \sqrt{\Delta}} \\ & ((N_{\omega_0} - M_{\omega_0} k_N \lambda_M) \gamma_1 + \alpha (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_{\infty} - \\ & - \lambda_M k_N M_{\omega_0})) e^{\gamma_1 t} + \frac{\lambda_N}{\gamma_2 \sqrt{\Delta}} ((N_{\omega_0} - M_{\omega_0} k_N \lambda_M) \gamma_2 \\ & + \alpha (N_{\omega_0} + N_{\omega_0} \lambda_M \varphi_{\infty} - \lambda_M k_N M_{\omega_0})) e^{\gamma_2 t}. \end{aligned} \quad (25)$$

## 5. NUMERICAL EXPERIMENTS

We shall compute a practical example applying the described above method with the following values of the parameters calculated for composed wood-steel beam: (fig.1)

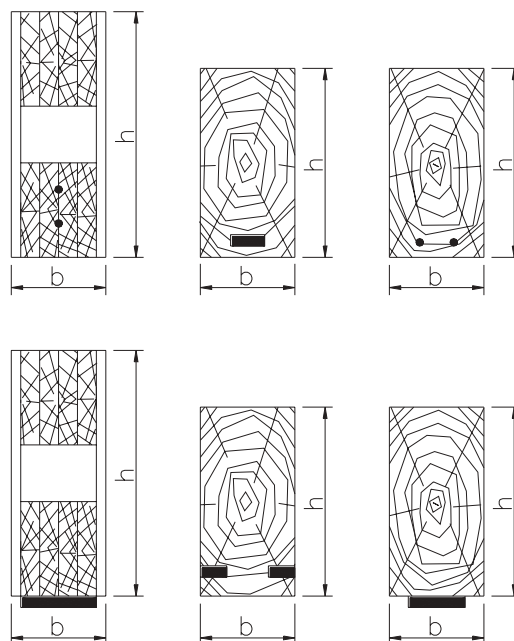


Fig.1 Cross-section of Wooden Beams with Reinforcement

$$E_w = 10^4 \text{ MPa}; E_s = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa};$$

$$n = \frac{E_s}{E_w} = 21; A_w = 50 \text{ cm}^2; A_s = 2.5 \text{ cm}^2;$$

$$A_i = \frac{A_w}{n} + A_s = 4.8809 \text{ cm}^2;$$

$$I_w = 416.666 \text{ cm}^4; I_s = 0.2083 \text{ cm}^4;$$

$$I_i = I_s + \frac{I_w}{n} = 56.939 \text{ cm}^4; M_0 = 3.0 \text{ kNm};$$

$$M_w(t_0) = \frac{I_w/n}{I_i} M_0 = 1.0453944 \text{ kNm};$$

$$M_s(t_0) = \frac{I_s}{I_i} M_0 = 0.0109749 \text{ kNm};$$

$$N_w(t_0) = N_s(t_0) =$$

$$\frac{A_w r_w}{n I_i} M_0 = \frac{A_s r_s}{I_i} M_0 = 35.3404 \text{ kN};$$

$$\text{control : } M_0 = M_w(t_0) + M_s(t_0) + N_w(t_0) r = 3.0 \text{ kNm};$$

$$r = 5.5 \text{ cm}, r_s = \frac{A_w r}{A_i n} = 2.683 \text{ cm},$$

$$r_w \frac{A_s r}{A_i} = 2.817 \text{ cm}, r = r_w + r_s;$$



$$\lambda_N = \left[ 1 + \frac{A_w E_w}{A_s E_s} + r^2 \frac{E_w A_w}{E_s I_s} \right]^{-1} = 0.002875$$

$$\lambda_M = \left( 1 + \frac{E_w I_w}{E_s I_s} \right)^{-1} = 0.01038939; \alpha = 1.3$$

The creep coefficient  $\Phi=0.5$  is experimentally determined and depends on the moisture of the wood as well as on the surrounding temperature.

The variation of the inner normal forces  $N_w(t)$ ,

$N_s(t)$  and moments  $M_w(t)$ ,  $M_s(t)$  till the end of hundredth day are shown in Table 1.

## 6. CONCLUSION

Based on the theory of Linear viskoelastic body of Boltzman and Volterra [1], it is created a practical method for investigation of the influence

of wood creeping on load bearing of statically determinate glued laminated reinforced wood beam. The numerical experiments show that the stresses in the wood decreased but in the reinforcement increased. This is a result, not solved analytically till now.

From the results in Table 2, we conclude that the stresses of the steel increases with almost 7.68% as a result of wood creeping in comparing with the stresses in time  $t=0$ .

The proposed method gives us the possibilities for realistic estimates of the behavior of the composed wood-steel beam, subjected to sustained service load.

## 7. LITERATURE

1. Partov, D. N., Straka, B, Kantchev, V. K., "Analysis of time depended behavior of steel reinforced wood beam", Proceedings of IX<sup>th</sup> National congress on theoretical and applied Mechanics, Varna, 2001

Table 1. Changing of the Normal forces  $N_w(t)$ ,  $N_s(t)$  and moments  $M_w(t)$ ,  $M_s(t)$  as a result of the wood creeping

Day	$N_{w(t)}=N_{s(t)}$ (kN)	$M_{w(t)}$ (kNm)	$M_{s(t)}=M_{s(t)} + N_{w(t)}r$ (kNm)
100	0.04013123	0.322932	54.3654

Table 2. Stress changing in the wood and in the reinforcement as a result of creeping:

Stress	In the wood (MPa)		In the reinforcement (MPa)	
	$\sigma_w^u$	$\sigma_w^d$	$\sigma_w^u$	$\sigma_w^d$
In time: $t=0$	-19.6127	+5.4767	115.017	167.703
In time: $t=\infty$	-19.5659	+5.4463	101.800	180.588



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СТОМАНЕНА ПЪТНА ЕСТАКАДА ПРИ ГРАД ЕЛИН ПЕЛИН

Дончо Партов, Станислав Доспевски

#### АНОТАЦИЯ

*В материалът е описано приложението на герберова конструкция в стоманена пътна естакада с обща дължина 293 м. в град Елин Пелин. Обърнато е внимание върху конструирането на ортотропната пътна плоча на моста.*

**Ключови думи:** естакада, герберова греда, ортотропната пътна плоча

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Изграждането на стоманената пътна естакада по пътя II-165, Йорданкино - Елин Пелин - Нови хан започва след проведен в края на 1979 г. сериозен конкурс, в който участват осем фирми с опит в строителството на мостове: “Нобелс груп” - Белгия, “СФЕМ” - Франция, “Клос” - Холандия, “Фр. Круп” и “Тисен-Кльоне” - Германия, “С. М. Финсидер” - Италия, “ГОША” - Югославия, “Рудници и железарница” - Македония.

За главен експерт по провеждането на конкурса е назначен доц. д-р инж. Борислав Банков. Поставените от него показатели и критерии за сравняване на представените офертни предложения са следните:

- вид на използваната стоманата;
- клас на натоварване (задължително клас 60 по DIN 1072);
- брой и вид на пътните звена;
- монтажност, която зависи от броя и вида на пътните звена;
- габарит - ширина на пътното платно и тротоарите;
- междинни опори - вид, конструктивно и естетическо оформление;
- тегло на необходимата стомана.

Поради неудовлетворяване на някои от горните показатели за разглеждане и класиране са допуснати офертите само на три фирми:

“СФЕМ” - Франция, “Тисен-Кльоне” - Германия, “ГОША” - Югославия. Предложението на “Тисен-Кльоне” - Германия отпада от класирането поради липса на чертеж, по който да се съди за конструктивното решение на съоръжението.

Предложението на фирмата “СФЕМ” в конструктивно и естетическо отношение е добро, но като цяло е неудовлетворително, тъй като е използван за натоварване на конструкцията клас 30 по DIN 1072. Не е посочено какво количество стомана е необходимо за изграждането на съоръжението, ако се използва натоварване клас 60.

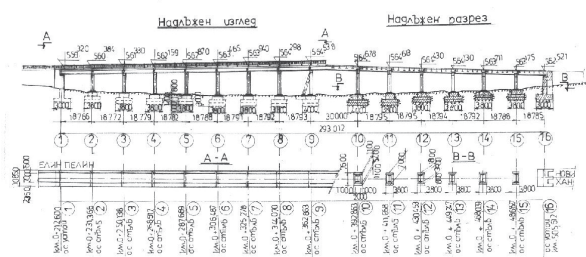
За изпълнение е прието предложението на фирмата “ГОША” - Югославия, което удовлетворява всички показатели в конструктивно, икономическо и естетическо отношение.

#### 2. ОПИСАНИЕ НА КОНСТРУКТИВНОТО РЕШЕНИЕ НА ПЪТНАТА ЕСТАКАДА

Стоманената пътна естакада е с дължина около 300 м и премоства железопътното трасе при гара Елин Пелин. Конструкцията на горното строене представлява пълностенна, статически определима гредова система с 15 отвора - тип герберова греда. Най-голям е отворът между стълбове 9 и 10, който е с дължина 30 м. Дължините на отворите между останалите стълбове

варират от 18,766 до 18,793 м.

Основната греда от герберовата система (с конзоли от по 400 мм извън опорите) е разположена между осите на стълбове 9 и 10, а прикачените греди, които са подпрени върху конзолите от основната греда и върху собствените си опори са разположени между оси от 1 до 9 и от 10 до 16 (фиг. 1).



**Фиг. 1. Надлъжен изглед и надлъжен разрез на пътната естакада**

Конструктивното решение на пътната естакада представлява класически пример на стоманен мост с ортотропна пътна плоча. Върхната конструкция на пътната естакада се състои от пълностенни главни греди, свързани със стоманена плоча. Тя е оребрена от долната си страна с ортогонална мрежа от надлъжни ребра и напречни греди. Така изпълнената конструкция (с оребрена пътна плоча) се нарича ортотропна плоча, защото притежава различни коравини в двете взаимно перпендикулярни (ортогонални) направления.

Главното пътнo платно на моста е изпълнено като ортотропна плоча с дебелина на стоманената плоча 12 мм. Използвани са две различни форми на напречното сечение на надлъжните ребра. В пътната плоча са използвани ребра със затворено трапецовидно напречно сечение. Те са изработени от огънати стоманени листове с дебелина 6 мм. Разстоянието между свободните им ръбове е 316 мм. Техните характеристики са достатъчни и затова могат да се приложат при подпорни разстояния от около 3 м. Тяхната добра огъвна и усуквателна коравина им позволява добре да се съпротивляват на несиметрични временни въздействия (фиг.4).

Към пътното платно са прикачени две тротоарни ивици с ширини 2,35 и 1,50 м. Те са изпълнени също като ортотропни плочи с дебелина на стоманените плочи 10 мм, оребрени с надлъжни ребра с отворено напречно сечение. За тях е използвана ивична стомана с дебелина

8 мм.

Носещата конструкция на пътното платно (разположена между оси 9 и 10 и с дължина 30,80 м) се състои от четири главни, стоманени пълностенни надлъжни греди с височина на стеблото 1100 мм, дебелина  $t = 10$  мм и размери на долния пояс  $28 \times 350$  мм. В средата на полето долният пояс е усилен с допълнителен пояс, с размери  $28 \times 320$  мм.

Носещата конструкция на пътното платно (разположена между оси от 1 до 9 и от 10 до 16) се състои от четири главни стоманени пълностенни надлъжни греди с височина на стеблото 1100 мм, дебелина  $t = 10$  мм и размери на долния пояс  $20 \times 350$  мм.

На разстояние 400 мм извън стълбове 9 и 10 в стеблата на надлъжните греди са разположени отвори с диаметър 100 мм за болтовите стави на герберовата система (фиг.3).

Напречните греди във всички полета са с височина на стеблото 600 мм и дебелина  $t = 8$  мм. Те са разположени през 3 м и са с осова дължина 2,85 м. Долният им пояс е с размери  $10 \times 100$  мм.

Пътните платна на всички отвори от върхната конструкция са изпълнени от по две звена, всяко от които е с габарит 3,50 м. Те са свързани помежду си в средата на трасето чрез болтови съединения БВ24. Пътните платна са конструирани с напречен наклон 2%.

Тротоарните звена са изпълнени също като ортотропна конструкция - с дебелина на стоманената плоча  $t = 10$  мм, оребрени с ивична стомана  $6 \times 150$  мм. Конзолните елементи на тротоарите представляват пълностенни греди с променливо напречно сечение, разположени през 3 м. Надлъжните ребра в тротоарните звена са разположени през 435 мм.

Тротоарните звена са свързани с крайните греди от пътното платно чрез болтови съединения. Наклонът на тротоарните звена е 1,5%. В двата си края тротоарите са обезопасени с парапети, високи 1100 мм. Ръкохватката на парапета е изпълнена от СОП с кутиеобразно напречно сечение 100.80.4. Стойките на парапета са от СОП с кутиеобразно напречно сечение 70.70.4. Пълнежните пръти на парапета са от СОП 30.15.3 и са поставени през 155 мм. Свързването на парапета с тротоарните звена се осъществява посредством болтови съединения.

Долното строене обхваща междинните мостови опори (стълбове в оси от 2 до 15) и крайните устои. Междинните стълбове в оси от 2 до 8 и от 11 до 15 са изпълнени от листовата стомана

с двойно Т-образно сечение (фиг.2).

Стълбовете в оси 9 и 10 са изпълнени с кутиеобразно напречно сечение.

В долния си край всички стълбове завършват със стоманена пета, която е оребрена за удовлетворяване на якостните проверки. Те са с размери 20.740.2500 мм за стълбовете с двойно Т сечение и 20.1600.2600 за двата стълба с кутиеобразно сечение. Връзката между петите на стоманените колони и фундаментите е реализирана чрез анкерни болтове Ф60.

В горния си край колоните завършват с двустранна стоманена конзола, върху която се подпират пътното платно на естакадата. Конзолата е свързана с колоната чрез болтови съединения.

За основен конструктивен детайл при ортотропната плоча се приема мястото на пресичането на надлъжните кутиеобразни трапецовидни ребра с напречните греди. От изпълнението се вижда, че надлъжните ребра пресичат гредите без прекъсване. За целта в стеблото на гредата е изрязан съответен прорез, през който надлъжното ребро преминава непрекъснато. Свързването между пътната плоча и надлъжните ребра се осъществява чрез непрекъснат ъглов шев. Монтажните снаждания на надлъжните ребра са изпълнени чрез заваръчен челен шев, реализиран върху подложка от ивична шина 8x40x630.

Частите от пътната плоча между отделните стълбове са изпълнени в заводски условия и са с дължини 18,18 и 30,80 м.

Напречните греди се свързват с главните греди чрез заваръчни съединения. Всяко монтажно звено завършва от двете страни, успоредни на дължината на моста, с два бордови пълностенни елемента. Вътрешният служи за снаждане с другото монтажно звено от конструкцията, а външният - за закрепване към него на тротоарната конзола.

### 3. ПРОТИВОЗЕМЕТРЪСНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ПЪТНАТА ЕСТАКАДА

Динамичната задача за изследване противоземетръсното осигуряване на пътната естакада е решена като е разгледано реагирането на конструкцията само на хоризонталната компонента на сеизмичното въздействие. Задачата е решена с модел на едномасов осцилатор, чрез който с елементарни средства е показано сеизмичното реагиране на конструкцията.

Изчислителното сеизмично натоварване,

съответстващо на хоризонталната компонента на сеизмичното въздействие, е отчетено само в напречно направление на оста на моста. Сеизмичната сила от 37,1 тона (получена за един стълб) е изчислена по формулата

$$E_{ik} = \frac{1,5k_c Q}{2}, \quad (1)$$

където за  $k_c$  е приета стойност 0,05 и за  $Q$  - стойността на теглото на пътната естакада, равно на 989 тона.

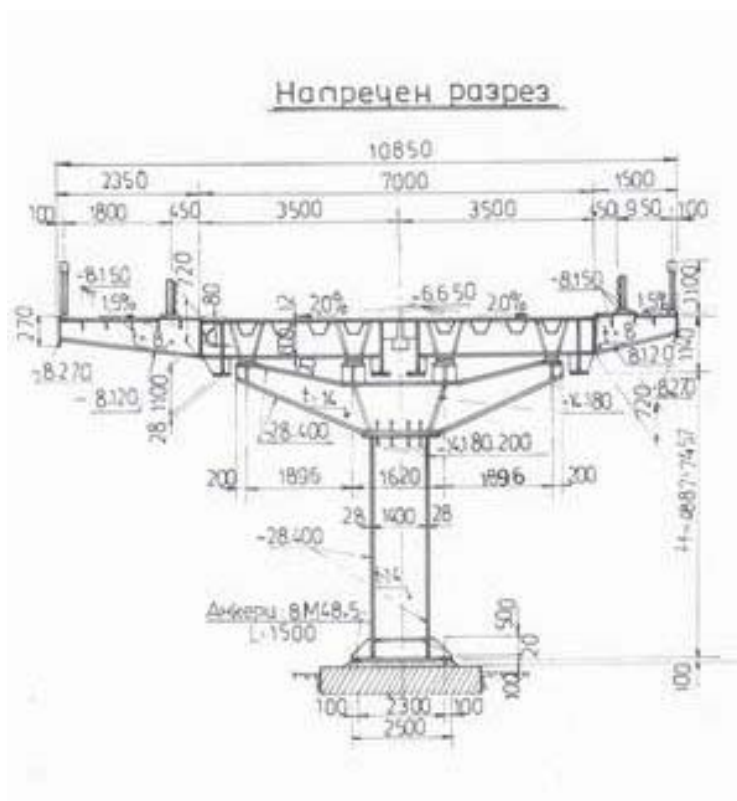
Земетръсната устойчивост на моста е осигурена чрез стълбове 8 и 9, които са изпълнени със затворено напречно сечение и са оразмерени за моментите от допълнителните хоризонтални земетръсни сили, които възлизат на  $37,10 \times 7,4 = 274,54$  тм.

### 4. ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКИ ПОКАЗАТЕЛИ

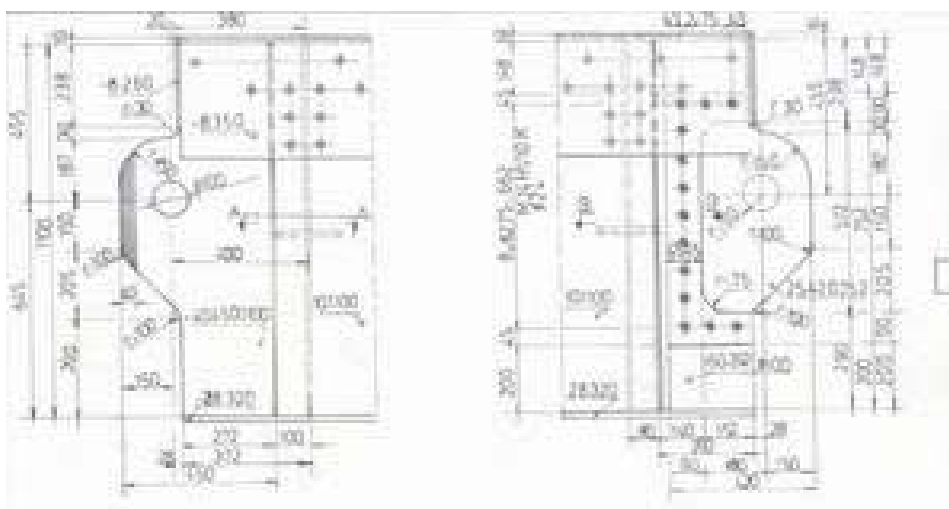
При изграждането на пътната естакада са изпълнени следните изисквания, поставени от възложителя:

- надлъжни наклони на естакадата - максимум 6%;
- вдлъбнатата вертикална крива - минимум 2000 м, изпъкналата вертикална крива - минимум 3000 м;
- наклон на пътното платно - 2%, а на тротоарите - 1,5%;
- под тротоара са предвидени тръби Ф70 мм за прокарване на телефонни и електрически кабели;
- от лявата страна на надлеза са изпълнени конзолни стълбове за осветление;
- времето за монтажа да бъде в рамките на 30 дни, при което спирането на движението да не бъде повече от 10 часа в денонощие;
- изключването на контактната мрежа е позволено да бъде само за два дни в продължение на 6 часа.

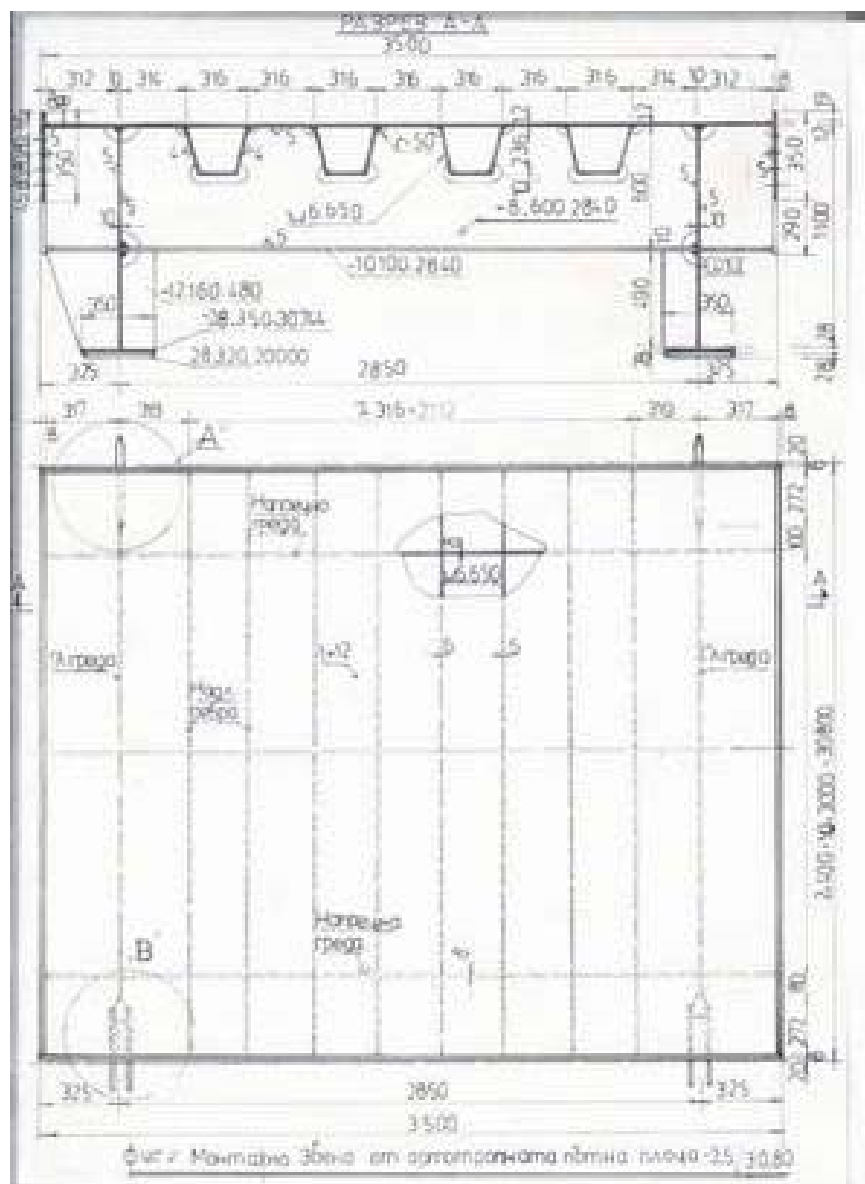
Конструкцията е доставена от завода двукратно грундирана и боядисана, като след монтажа са нанесени останалите два пласта боя. Пътната настилка - тип Road coat, с дебелина 7 мм, е нанесена на два пласта. Общото тегло на стоманената пътна естакада е 989 тона. Проектираното съоръжение е представено за съгласуване през юли 1980 г. Проведено е статично и динамично изпитване от Института по пътища при ГУП и през месец май 1981 г. съоръжението е пуснато в експлоатация (фиг. 5 и 6).



Фиг. 2. Напречен разрез на стоманената пътна естакада – тип “Герберова греда”



Фиг. 3. Детайли на “Герберова” става в левия и десен край на гредата



Фиг. 4. Монтажно звено на ортотропна пътна плоча с размери 3,5/30,800 м.





**Фиг. 5. Изглед върху конструкцията на готовата пътна естакада**



**Фиг. 6. Изглед върху пътното платно на естакадата.**



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### РАБОТАТА НА СТОМАНОБЕТОННИТЕ ТРАВЕРСИ В МЕЖДУРЕМОНТНИЯ ПЕРИОД НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ - ОСНОВА ЗА ТЯХНОТО ИЗЧИСЛЕНИЕ

Борис Константинов Иванов

#### АНОТАЦИЯ

*Изследването на стоманобетонните траверси е процес, крайния резултат от който е проектиране на конструкция, способна да бъде достатъчно надеждна и същевременно да има дълъг експлоатационен живот. В резултат от приложението на метода Монте Карло за статистическо моделиране с ЕИМ се получава информация за параметрите, необходими за изследване работата на стоманобетонните траверси и обработка на получените резултати с вероятностната им оценка.*

**Ключови думи:** стоманобетонни траверси, метод Монте Карло, статистическо моделиране, вероятностна оценка.

Като междинен елемент от горното строене на железния път, траверсите поемат от релсите силовите въздействия от подвижния състав и ги предават на баластовото легло и земното платно. При това траверсата е подложена на натиск в зоната на предаване на този товар и вследствие реакцията на баластовата основа. Върху нея действат и разнообразните атмосферни условия, които също предизвикват вътрешни напрежения и деформации.

В зависимост от редица фактори, като план на железопътната линия, конструкция на горното строене, осово натоварване, скорост на движение на подвижния състав, състояние на ходовата част на возилата, състояние на железния път и др., силите действащи върху траверсата могат да се променят в широки граници, както по стойност, така и по направление.

С променлив характер в процеса на експлоатацията е и взаимодействието на траверсата с баластовото легло. Под действие на динамичното натоварване от возилата в баластовия слой под траверсата непрекъснато се натрупват ос-

татъчни деформации, особено при наличие на неравности по релсите. В резултат на това схемата на работа на траверсата на огъване може значително да се променя.

Изчислението на стоманобетонните траверси се извършва за най-перспективните от съществуващите видове подвижен състав. Такива перспективни видове подвижен състав за БДЖ са електровозите и тежкотоварните вагони. В изчисленията се приемат локомотивите с най-големи осови натоварвания и скорости на движение. Важно е да се отбележи, че съвременните локомотиви, дори и с по-големи осови натоварвания, оказват по-малко динамично въздействие върху пътя, отколкото някои излизащи от употреба. Това не е неочаквано, а само отражение на прогреса в науката и техниката на локомотивостроенето. За това няма основание да се очаква появата на локомотиви с по-голямо динамично въздействие върху железния път от съществуващите най-тежки електровози и вагони.

Опитът от проектирането и експлоатацията

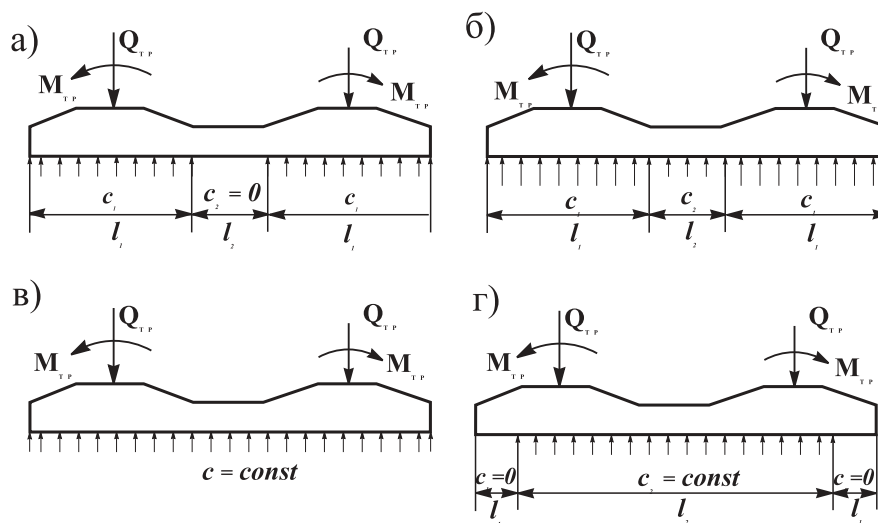
на стоманобетонните траверси показва, че по същество изчислението на стоманобетонните траверси се свежда до проверка на носещата способност и пукнатинуустойчивостта на основните напречни сечения на траверсите, проектирани на базата на предварителни съображения и коригирани на тази основа. В качеството на основни сечения обикновено се приемат подрелсовото сечение и сечението по средата на траверсата.

Основната структура на изпълняваните в БДЖ пътноремонтни работи се състои от подновяване, среден ремонт, междинен ремонт и текущо поддържане. В подновяването и средния ремонт на железния път една от основните видове работи е цялостното пресяване на баластовата призма с допълване на баласт за възстановяване на нормалните ѝ размери. По време на изпълнение на тези ремонти и за времето на експлоатация на железния път до следващ подобен ремонт, разпределението на еластичността на баласта под траверсите може да се отчете на една от схемите, дадени на Фиг. 1.

този случай има само в началния период след полагане на траверсите, а съгласно [2] до извършване на III нивелация на железния път (5 до 10 дни) или 0,45 %. II схема (Фиг. 1.б) отговаря на известен преходен период, когато средната част на траверсата започва да се опира върху баласта; при това еластичността на баласта под средната част на траверсата е по-малка от тази в подрелсовите части. Наблюденията показват, че окончателна стабилизация на баластовата призма при средно натоварени участъци или продължителност от 2 - 3 месеца [1], т.е. 3.65%.

III схема (Фиг. 1.в) е граничен случай на нормално подпиране на траверсата, като по цялата дължина еластичността на баласта е еднаква ( $c = \text{const}$ ). Вероятността за работа на траверсата по тази схема е приета половината от останалото време, т.е. 47.95 %.

IV схема (Фиг. 1.г) отразява започналото намаление на уплътнението на баласта под краищата на траверсата или в случая на неправилно подбиване на средната ѝ част. Вероятността за работа на траверсата по тази схема е приета как-



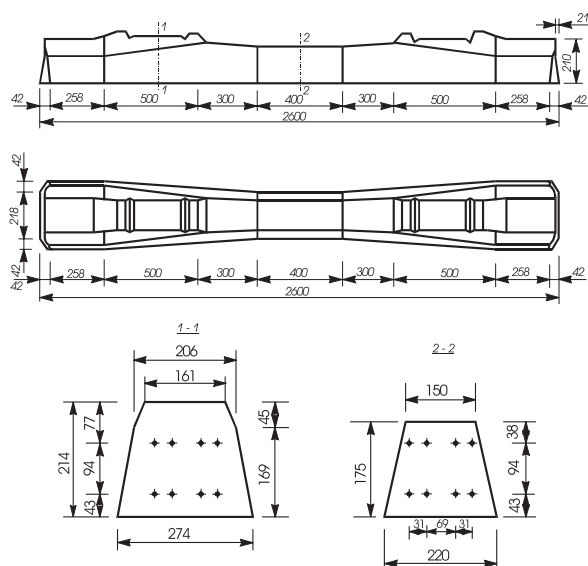
Фиг.1

Възприетата в БДЖ периодичност на ремонтите, изразена в години в зависимост от типа на релсите и товаро-напрежението е дадена в т.нар. "Заповед 861" на Министерство на транспорта. Средната ориентировъчна стойност на периодичността на средния ремонт при товаронапрежение 12 до 15 млн.бр. t при релса тип 49 е 6 години. Работата на траверсите в железния път за времето на един междуремонтен период от 6 години (100%), условно може да се приеме:

I схема (Фиг. 1.а) - вероятност от появата на

то при схема III- 47.95 %.

На базата на приета методика за изследване на стоманобетонната траверса СТ-6 (фиг.2) е съставен алгоритъм и разработена програма за изчисление с използване на вероятностен подход. Програмният продукт е разработен в два модула. Чрез първия модул се определят усилията и деформациите от външно натоварване (подвижен товар) в оразмерителните сечения на стоманобетонните траверси. С втория модул се изчислява носимоспособността на траверсата в



Фиг. 2

зависимост от якостните характеристики на вложените материали. От приложението на метода Монте Карло се получават законите за разпределение на параметрите на стоманобетонните траверси, свързани с нормалната работа на конструкцията им. Резултатите от двата програмни модула служат за сравнение и анализи.

Натоварването върху траверсата е прието вероятностно определено, получено от четириосен товарен вагон на талига БТ-6 с осово натоварване 225 kN при скорост 100 km/h.

Този вид подвижен товар упражнява най-неблагоприятно динамично въздействие върху железния път.

Вероятностно моделиране с отсечен закон за нормално разпределение са величините:

- коефициентът на леглото "с" в граници от  $8.10^4$  до  $40.10^4$  kN/m<sup>3</sup>;

- начален модул на еластичност на бетона в граници от  $3,4 \cdot 10^7$  до  $3,6 \cdot 10^7$  kN/m<sup>2</sup>;

Величините с вероятностен характер са моделирани в съответствие със зависимостта:

$$X = E_x + \sigma_x \cdot r \quad (1)$$

където  $r$  е случайно число, получено с генератор на псевдослучайни числа с Гаусово разпределение,  $E_x$  е математическо очакване, а

$\sigma_x$  е средноквадратично отклонение.

Използван е генератор на псевдослучайни числа с Гаусово разпределение - функция GRAND, която връща независими, нормално

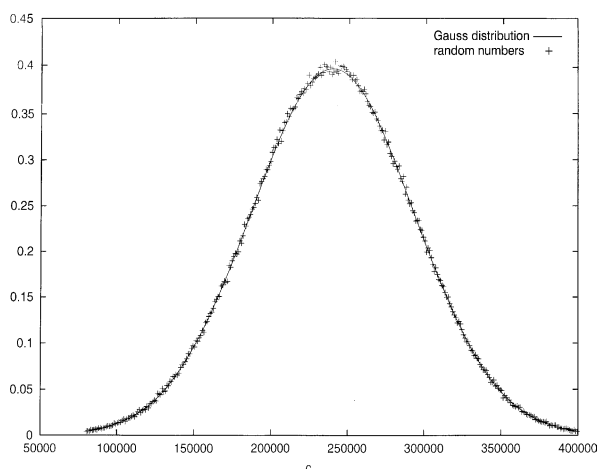
разпределени псевдослучайни числа със средна стойност 0 и стандартно отклонение 1. Функцията GRAND използва функцията RAND, генерираща псевдослучайни числа, които са независими и равномерно разпределени в интервала [0,1]. GRAND може да се разглежда като функция, която преобразува равномерно разпределени числа в нормално разпределени числа. На Фиг. 3 и Фиг.4 са дадени плътностите на разпределение на случайните величини "с" и "Е" и съответното вероятностно разпределение при генерирани  $10^6$  случайни числа.

Извършени са изчисления с  $m$  комплекта случайни величини. Осъществява се обработка на получените резултати:

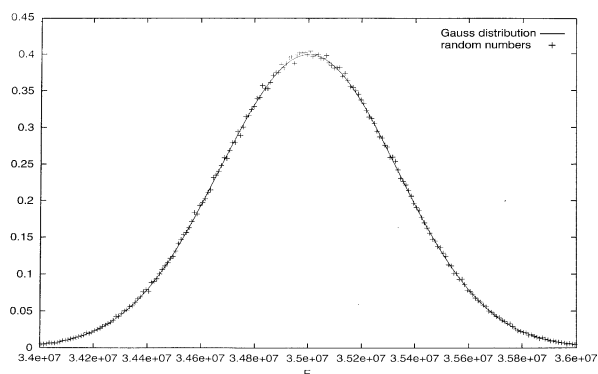
- определят се максималните и минималните стойности;

- определя се математическото очакване на получените величини по формулата:

$$\bar{X} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_i \quad (2)$$



Фиг. 3



Фиг. 4

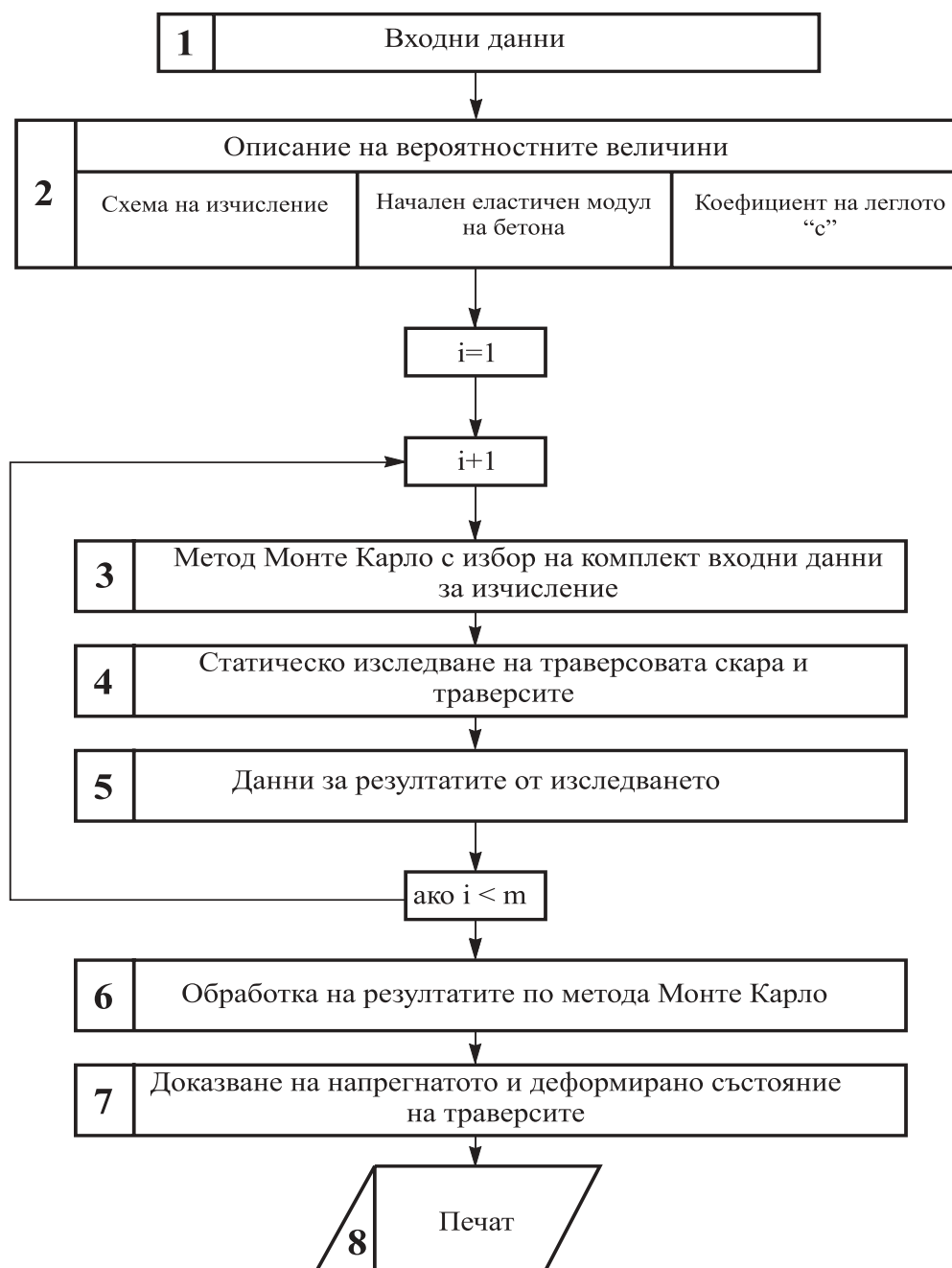
При изчисленията всички необходими параметри за класовете бетон са взети "Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции", 1988 г., а за стоманата "Техническа спецификация за "Траверси стоманобетонни за нормални ж.п. линии 1435 mm тип -СТ-6" на БДЖ.

В резултат на изчисленията с първия модул на програмния продукт се определят като вероятностно моделирани величини слягането и огъващите моменти или четирите възможни схеми Фиг. 1 в трите сечения на траверсата: край на траверсата ( $y_0$  и  $M_0$ ), подрелсово се-

чение ( $y_p$  и  $M_p$ ) и средно сечение ( $y_\lambda$  и  $M_\lambda$ ).

С втория модул се извършват изчисления със същия брой комплекта случайни величини, както при първия, като се осъществява същата обработка на получените резултати. От изчислението се определят като вероятностно моделирани величини:

- пукнатиноустойчивост на бетона в опънатата зона на подрелсовите и средното сечения ( $M_{пук,0}, M_{пук,1}$ );
- носимоспособност на бетона в подрелсо-



Фиг. 5

вите и средното сечения на траверсата ( $MHG$ ,  $MH1$ );

- носимоспособност на най-силно опънатата армировка в подрелсовото и средното сечение

на траверсата ( $MA$ ,  $MA1$ );

- стойностите на напречната сила по условията на пукнатиноустойчивост на траверсата в

подрелсовите и средното сечения ( $Q_{пук}$ ,  $Q_{пук,1}$ );

На Фиг. 5 е дадена блок-схема на първия модул от програмния продукт - вероятно изследване от експлоатационно натоварване на траверсата. Блок-схемата на втория модул - вероятно изследване на носимо-способността и пукнатиноустойчивостта на стоманобетонната траверса е както при първия модул с разлика в блок 7, където се получава съответната изходна информация, посочена по-горе.

С изложеното до тук се предлага начин за моделиране работата на конструкцията на стоманобетонната траверса. Необходимостта от предлаганата методика произтича от обстоятелството, че стойностите на физическите и геометрическите характеристики на траверсите не винаги при изпълнението съвпадат с проектните. Например получените класове бетон може да се различават от предписаните. Ето защо с предложената методика, за конкретния случай,

при необходимата за конструкциите сигурност (99,7 %) могат да се направят изследвания за възможната допустима долна граница на класа на бетона на траверсите с гарантиране на нормативната сигурност.

Резултатите от изчисленията с 1000, 10000, 100000 и 1000000 комплекта случайни величини са дадени в таблица 1. В таблицата са дадени стойностите в оразмерителните сечения на траверсата. От първия модул на програмния продукт са дадени средните стойности на вероятно моделираните величини от експлоатационно натоварване.

От втория модул са посочени средните, максималните и минималните стойности на съответно определените вероятностни величини.

От приведените в Таблица 1 резултати могат да се направят следните изводи:

- Стойностите на всички величини при 1000, 10000, 100000 и 1000000 комплекта случайни величини се различават с по-малко от 3%, с изключение на огъващия момент от експлоатационно натоварване в средата на траверсата, където разликата е до 9 %.

- Средните стойности на моментите по носимоспособност са по-големи от средните стойности от експлоатационно натоварване и при четирите случая на избор на комплекти случайни величини, както в подрелсовите, така и в

Таблица 1

Сечение на траверсата	Експлоатационно натоварване	Носимоспособност			
	$M_{cp}$ kNm	$M_{пук,cp}$ kNm	$M_{пук,max}$ $M_{пук,min}$ kNm	$Q_{пук,cp}$ kN	$Q_{пук,max}$ $Q_{пук,min}$ kN
<b>1000 случайни величини</b>					
подрелсово	8,880	16,091	16,234	116,704	119,772
			15,951		113,705
средно	7,518	11,236	11,309	88,765	90,979
			11,166		86,597
<b>10000 случайни величини</b>					
подрелсово	8,891	16,092	16,234	116,735	119,776
			15,951		113,701
средно	7,495	11,237	11,309	88,788	90,982
			11,166		86,594
<b>100000 случайни величини</b>					
подрелсово	8,888	16,093	16,235	116,752	119,777
			15,951		113,700
средно	7,501	11,238	11,309	88,800	90,983
			11,166		86,594
<b>1000000 случайни величини</b>					
подрелсово	8,889	16,093	16,235	116,748	119,777
			15,951		113,700
средно	7,499	11,237	11,309	88,797	90,983
			11,166		86,594



средното сечения на траверсата. В подрелсовите и средното сечения и минималните възможни стойности на моментите по носимоспособност са по-големи от тези от експлоатационно натоварване.

- Максималните стойности на моментите от експлоатационно натоварване в подрелсовите сечения при четирите случая на избор на случайни величини се получават от III схема на подпиране (фиг. 1), докато при средното сечение на траверсата - предимно от II схема.

- Огъващите моменти в напречните сечения на траверсата, включително и максималните им

стойности от експлоатационно натоварване са по-малки от допустимите 17 kN.m.

В заключение може да се приеме, че стоманобетонната траверса СТ-6 отговаря на всички експлоатационни изисквания за полагане по всички категории ж.п. линии на БДЖ.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Иванов, Г., Горно строене и поддържане на железния път, С, Техника, 1980.

[2] Събев, М., Поддържане и ремонт на железния път, С., Техника, 1985.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНКЕРНО УКРЕПВАНЕ В ТРАНСПОРТНОТО СТРОИТЕЛСТВО

Юлиан Тотев

#### АНОТАЦИЯ

*Разгледано е приложението на анкерите в транспортното строителство. Посочени са начините и различните конструкции анкери, с които се изпълнява укрепването в характерни случаи. Описано е използването им като основен крепежен елемент за изграждане на първичната облицовка при строителството на нови тунели, при ремонта и реконструкцията на тунелите по време на експлоатация, както и за преодоляване на получили се аварии по време на строителството. Дадени са указания за тяхното изпълнение.*

**Ключови думи:** анкери, транспортно строителство

Анкерите са една от най-прогресивните крепежни конструкции, намерили широко приложение в строителството. По-специално в транспортното строителство анкерите се използват за стабилизиране на свлачища, за укрепване на изкопни откоси, на траншеи при изпълнението на метрополитени и най-вече като първична и постоянна облицовка при изграждането на транспортни тунели. Голям е интересът сред инженерните среди по отношение на различните възможности, предлагани от анкерното укрепване, по-характерните от които ще бъдат разгледани накратко в предлаганата статия.

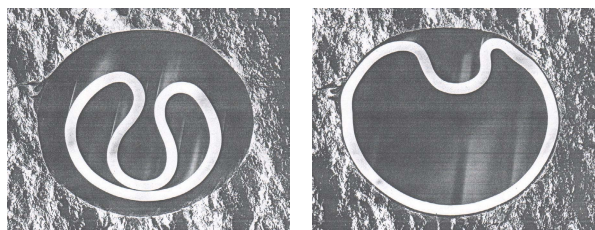
Използваните понастоящем различни видове анкери в зависимост от конструкцията на закотвящото устройство могат да бъдат разделени в две основни групи: анкери с механично закотвящо устройство и анкери със запълнител. Съществуват и комбинирани конструкции, които обединяват в едно елементите на двата основни типа.

Анкерите от първата група се характеризират с това, че при тях закотвянето и предаването на осовата сила върху стените на анкерната дупка се осъществява чрез механични приспособления,

предизвикващи триене, заклиняване или зацепване в скалата. Тук спадат клиновите анкери, които имат проста конструкция, лесно се изработват, монтират се бързо и са по-евтини. Основен техен недостатък е, че с малки изключения не могат да се изваждат и да се използват многократно. Към тази група се отнасят и анкерите с разширяващи се глави. Те са със сравнително по-сложна конструкция, но в замяна на това са пригодени за неколkokратна употреба.

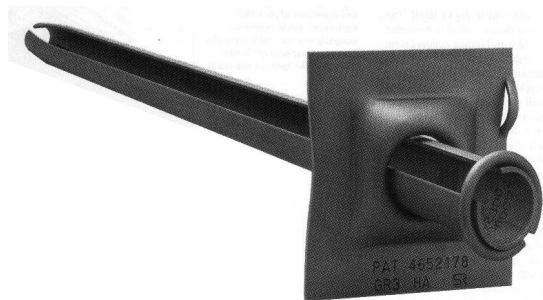
Тръбните анкери са една от по-новите видове конструкции, при които закотвянето е по цялата дължина на анкерната дупка. Най-често прилагани са анкерите "Swellex" на шведската фирма Atlas Copco (фиг. 1). Основният им носещ елемент е тънкостенна стоманена тръба, която свита има диаметър 25-28 mm. В краищата на тръбата са заварени стоманени втулки, долната от които придържа опорната плоча. След установяване на тръбата в анкерната дупка с диаметър 32-40 mm, през отвор в долната втулка се подава вода под налягане до 30 MPa, вследствие на което тръбата се разгъва (диаметърът и се увеличава до 40-42 mm), приема

формата на дупката като се притиска в стените и осъществява анкерването. Освен това се намалява дължината на тръбата (за сметка на увеличаване на диаметъра) и опорната плоча се притиска плътно към контура на подземната изработка. Този вид анкери с дължина от 0,6 до 3,6 m имат носимоспособност не по-малка от 100 kN.



Фиг. 1

Анкерите "Split-Set" на американската фирма Jngersoll-Rand (фиг. 2) също са под формата на тръба, но за разлика от "Swellex" имат непрекъснат надлъжен прорез. Краят на анкера при дъното на дупката е с коническа форма, а другият край има фланец за задържане на опорната плоча. Произвеждат се с дължина до 2 m и диаметър с 2-3 mm по-голям от диаметъра на дупката. Закотвянето се реализира при набиване на анкера. Носимоспособността им е до 80 kN.



Фиг. 2

При анкерите със запълнител закотвянето се постига посредством цименто-пясъчен или друг разтвор от свързващи вещества, с които се запълва изцяло или само крайната част на анкерната дупка. В случаите, когато дупката се запълва по цялата дълбочина, не е необходимо натягане и е прието анкерите да се наричат пасивни, а когато се натягат – активни. Най-често се при-

лагат анкерите със запълнител от цименто-пясъчен разтвор (стоманобетонни анкери). Разтворът обикновено е 1:1, от цимент марка 40, с водоциментно отношение 0,35 ÷ 0,45, с добавка от 1 ÷ 5 % ускорител на свързването, така че след 2-3 часа запълнителят да достигне якост на натиск от  $(50 \div 100)10^5 \text{ N/m}^2$ . Стеблото е от висококачествена стомана, което позволява да се намали диаметърът му, а с това да се улесни пробиването на дупките. За увеличаване на сцеплението се употребява стомана с периодичен профил. Граничната стойност на напреженията, които анкерът може да понесе, отговаря при стебло от гладка стомана на границата на провлачането и, а при стомана с периодичен профил – на якостта на скъсване.

Стоманобетонните анкери са набивни (в случаите, когато първоначално дупката се запълва с разтвор, а след това се набива анкерният прът) и инжекционни – когато първо се монтира анкерът, след което се инжектира разтворът. И двата вида анкери предотвратяват разхлабването на скалния масив – след набиване на необходимата якост на запълнителя – благодарение на сцеплението, което цименто-пясъчният разтвор създава между анкерното стебло и стените на дупката.

Анкерите тип "Перфо" са разновидност на описаните стоманобетонни анкери и се изпълняват като пасивни или активни.

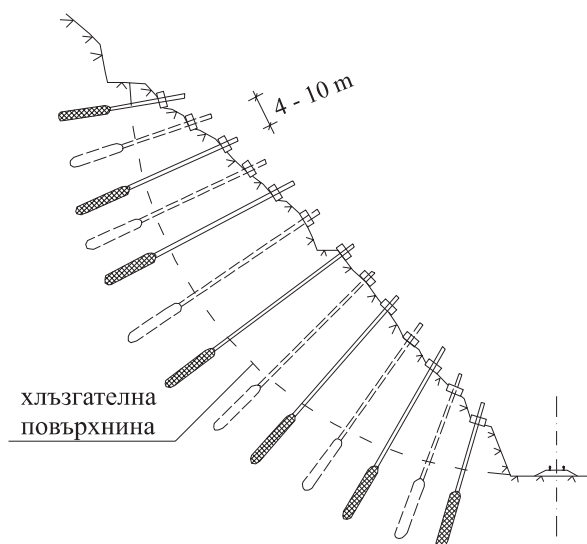
Напоследък все по-широко приложение намират анкерите със запълнител от полимерни смоли. При тях закотвящото устройство представлява патрон с опаковка от стъкло или полиетиленово фолио, в която е поставена смолата, а в отделна ампула – втвърдителят. Патронът се вкарва в дъното на дупката и се разчупва от набиения в него анкерен прът. Компонентите на полимера се смесват, втвърдяват се и се осъществява закотвянето на анкера, след което се извършва натягането и евентуално запълване на останалата част от дупката с цименто-пясъчен разтвор, битум или друг подходящ запълнител за предпазване на стеблото от корозия. При част от тези анкери запълнителят се втвърдява за 45-60 min и се осигурява носимоспособност от 160 до 180 kN.

По правило при едни и същи геоложки условия анкерите със запълнител имат по-голяма носимоспособност от анкерите с механично закотвящо устройство, което ги прави приложими в по-широки граници. При тях обаче е необходимо по-продължително време за достигане на необходимия крепежен ефект.

Напрегнатите анкери са особен вид, при който се цели да се получи по-пълноценно въвличане на скалния масив около подземния изкоп в поемане на натоварването, предизвикано вследствие вторичното напрегнато състояние. Това се постига чрез натягане на анкерите със значителни сили (до 2500 kN). Създадени са разнообразни конструкции, всяка една от които има своите специфични особености. Независимо от това изпълнението при всички напрегнати анкери е почти едно и също. Стеблото на анкера (от стоманени въжета или армировъчни пръти) заедно с инжекционна тръба от ПВХ фолио се поставят в предпазна тръба (също от ПВХ фолио) с дължина, обхващаща само частта на анкера без закотвящото устройство (наречено още корен на анкера). Цялата конструкция от анкер, инжекционна и предпазна тръби се полага в сондажната дупка, след което коренът на анкера се инжектира с цименто-пясъчен разтвор. Когато разтворът набере необходимата якост, стеблото се натяга със специални хидравлични преси и се фиксира със заклиняващи устройства. Пространството между анкера и предпазната тръба в повечето случаи се запълва с противокорозионен материал. Дължината на корена зависи от геоложките условия, а пълната дължина на анкера се приема в зависимост от предназначението му. По-рядко се използват напрегнати анкери с механично закотвяне.

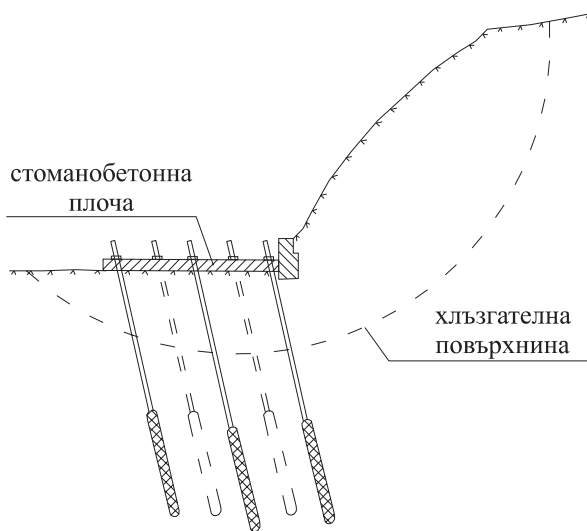
Стабилизирането на свлачища или слаби места с използването на предварително напрегнати анкери може да се осъществи по някоя от следните конструктивни схеми, приложена според конкретните условия самостоятелно или в комбинация с други противосвлачищни мероприятия.

При *директното анкерирание на свлачища* по цялата повърхност на свлачищния район или в отделни по-слаби зони се разполагат равномерно разпределени анкери, които пресичат хлъзгателната повърхнина и се закотвят в неподвижния масив на достатъчна дълбочина (фиг. 3). Обикновено анкерите се изпълняват шахматно, в хоризонтални редове, отстоящи през 4-10 m. Разстоянието между анкерите в даден ред се приема от 2 до 5 m. В случаите, когато масивът е от скали, които могат да поемат усилията от натоварването при налягане на анкерите, опорните плочи е достатъчно да бъдат само оребрени, положени върху изравнителен бетон. При слаби скали хоризонталните редове на анкерите се оформят като стоманобетонна непрекъсната греда.



Фиг. 3

Друга схема за стабилизиране на свлачища е тази, при която насипният контрафорс, противодействащ на свлачищните сили със своето тегло, се заменя с т.нар. *анкерен контрафорс* (фиг. 4). В близост до петата на свлачището се

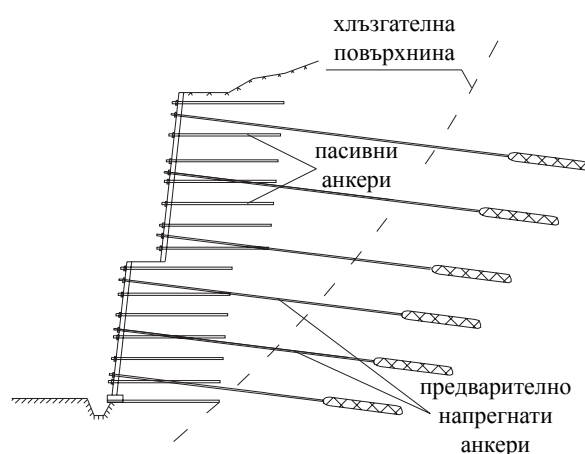


Фиг. 4

изпълнява стоманобетонна плоча, която има за цел да осигури по-равномерно разпределение на натоварването при налягане на анкерите. Първоначално плочата служи за работен път при изпълнение на строително-монтажните работи, след което върху нея може да се оформи пътното платно или горното строене на железопътна-

та линия. Плочата е с двойна армировка (горна и долна) и при по-слаби почви е уместно под нея да се изпълни пясъчна възглавница. В процеса на бетонирането в плочата се оставят тръби, през които впоследствие се сондира за анкерите. С анкерния контрафорс се постига компактно решение, при което се премахват големите насипи и често пъти се запазват плодородни терени.

Изпълнението на дълбоки изкопи в стръмни терени води до нарушаване стабилността на скатове, което налага изграждането на контрафорси и подпорни стени. В тези случаи съвременното анкерирание се явява едно от най-рационалните укрепителни мероприятия. Често прилагана схема е комбинираната (фиг. 5), при която откосът се укрепва с помощта на армиран пръскан бетон, пасивни и предварително напрегнати анкери. В резултат на съвместното им действие се постигат добри технико-икономически показатели, което прави тази комбинирана конструкция предпочитана при сравнително нестабилни (с потенциални хлъзгателни повърхнини) и високи откоси с наклон от порядъка на 10:1.



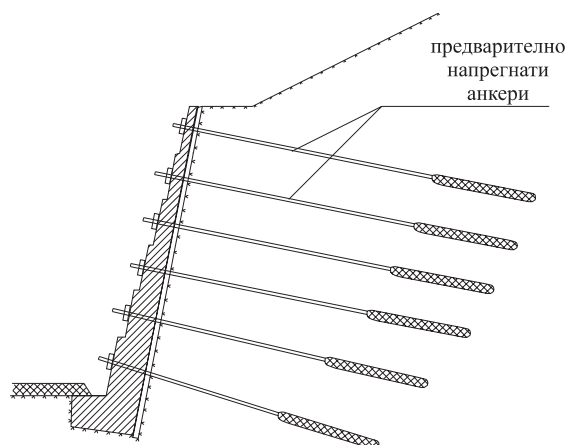
Фиг. 5

Тъй като предварително напрегнатите анкери са по-скъпи, правилно е за всеки конкретен случай да се преценява дали не би могло укрепването да се извърши само с по-дълги пасивни анкери.

При изпълнението на метрополитени по открит начин в близост до отговорни съоръжения, където са недопустими каквито и да било деформации, укрепването на стените на траншея-

та трябва да се извършва с предварително напрегнати анкери.

Анкерираните подпорни стени (фиг. 6) са намерили доста широко приложение при строителството на пътни и железопътни магистрали. Изпълняват се от стоманобетон с дебелина 0,5-2,5 m, с наклон на откоса 10:1 до 5:1. Изкопните работи, изграждането на стената и анкериранието в повечето случаи се извършват последователно отгоре-надолу на стъпала, чиято височина се определя от временната устойчивост на неукрепения откос. Всяко стъпало се укрепва с един ред предварително напрегнати анкери, които се закотвят зад линията на възможната хлъзгателна повърхнина. В основата на подпорната стена се оформя разширен фундамент, който може да бъде анкерирани. При по-корава стоманобетонна стена усилията, които ще поемат анкерите, са по-малки и обратно. Анкерираниите подпорни стени могат да се прилагат при всякакви инженерно-геоложки условия и при големи височини на откосите.

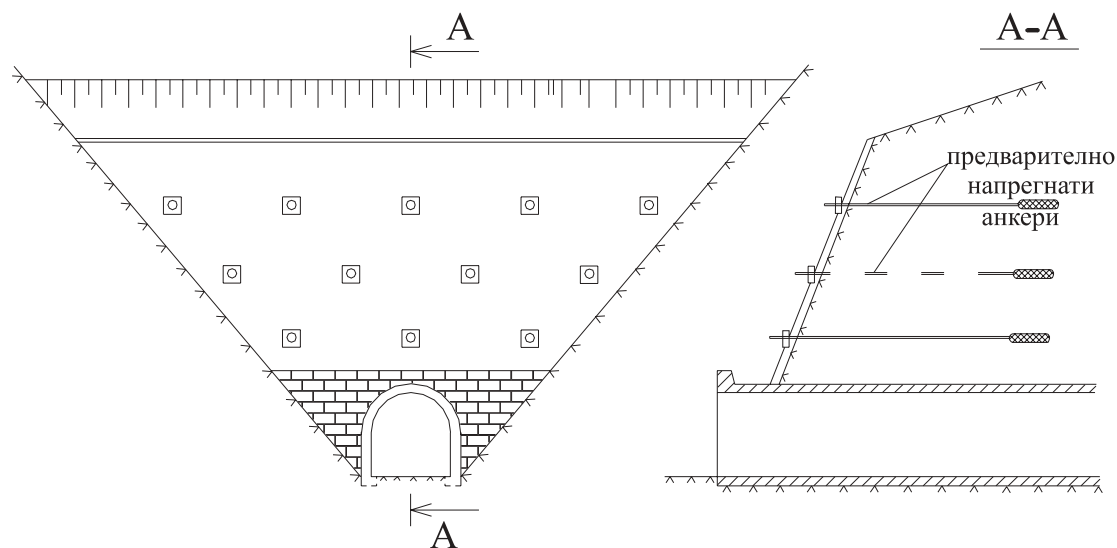


Фиг. 6

Особено голямо е приложението на анкерния крепеж в подземното строителство. Самостоятелно или в комбинация с пръскания бетон, анкерите са основна съставна част при укрепване на подземния изкоп и изграждане на тунелните облицовки. По правило с анкери се укрепва свода на тунела и в по-редки случаи – стените му. Анкерите се разполагат шахматно в редове напречно на тунелната ос, като разстоянието между редовете, между анкерите в един ред, както и дължината им зависят от геоложките условия.

Напрегнати анкери с дължина от 15 до 30 m се прилагат много често за укрепване на челния откос при портала на тунела (фиг. 7). В този случай анкерите се разполагат шахматно в хоризонтални редове. Ако се наложи, анкерното

работи в тунелите. Аварията се преодолява, като от едната или от двете страни участъкът на обрушването се заздравява с мрежа от анкери, под закрилата на която се изгражда постоянната облицовка.



Фиг. 7

укрепване се комбинира с армиран пръскан бетон.

При заздравяване облицовката на транспортните тунели по време на експлоатация не трябва да се нарушава установения строителен габарит в тунела. Ето защо в повечето случаи най-подходящ се явява анкерният крепеж в комбинация със запълнително инжектиране над свода на тунела и полагане на армиран пръскан бетон. Използват се предимно клинови анкери със запълнител от цименто-пясъчен разтвор 1:1. В зависимост от геоложките условия се определят дължината на анкерите и разстоянието между тях при предварително избран диаметър на стеблото.

В случаите, когато се налага да се смени облицовката на тунела, много удачно е преди разрушаване на старата облицовка да се извърши укрепване с т. нар. скрити (потънали) анкери, при които свободната част от дупката (равна на дебелината на старата облицовка) служи за зареждане с взривно вещество.

Анкерното укрепване се прилага с успех и в случаите, когато се получат по-осезателни обрушвания на скалния масив по време на ново строителство или при извършване на ремонтни

За да се реализира оптимален ефект от прилагането на анкерното укрепване в подземното строителство, необходимо е да се съблюдават някои технологични правила:

- Преди да се пристъпи към масово изпълнение, наложително е опитно да се установят видът и параметрите на анкерите за всеки участък, където става по-значителна промяна на геоложките условия.
- По правило анкерите се поставят непосредствено след атаката и разчистването на забоя, на разстояние помежду си не по-голямо от тяхната дължина.
- При пробиването на дупките за анкери с механично закотвящо устройство трябва по-точно да се спазват определеният диаметър и кръглата форма. Освен това при клиновите анкери трябва да се съблюдава определената дълбочина, тъй като в противен случай няма да се осъществи правилно заклиняването.
- При меки скали да се прилага въздушно продухване на анкерната дупка, а не промиване с вода, което се отразява неблагоприятно върху анкерването.
- При напластени скални масиви анкерите трябва да се разполагат по възможност перпен-



дикулярно или най-малкото косо на пластове-те, а не успоредно на тях.

- Да се избягва монтирането на анкери в силно изпъкнали места на изкопния контур, поради опасност от разрушаване на скалата под влияние на притягащите сили.

- Навиването на гайката (за притягане на опорната плоча към скалата) е целесъобразно да се извършва с механични инструменти, при които може да се контролира въртящият момент.

- За по-пълното изследване работата на ан-

кера на изтръгване (установяване на неговата носимоспособност и сигурност на закотвяне) следва да се използват специални хидравлични устройства.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Томов Б. и др. Инжекционни напрегнати анкери. "Техника", София, 1983.

[2] Tunnels and Tunnelling, July 1986.

[3] World Tunnelling. December 1989.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ВЕНТИЛИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ТУНЕЛИ ПО ВРЕМЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Юлиан Тотев

#### АНОТАЦИЯ

*Описани са факторите, оказващи влияние върху естественото вентилиране на тунелите, и е посочена границата, до която може да се разчита на него. Разгледани са системите за изкуствена вентилация и са очертани сферите на тяхното приложение. Дадени са двата основни метода за изчисляване на количеството чист въздух: а/ съобразно съдържанието на въглероден окис и приравнените към него други вредни газове и б/ според степента на задимяването.*

**Ключови думи:** тунели, вентилация

Замърсяването на въздуха в тунелите по време на експлоатация се дължи основно на отделящите се вредни газове при работа на двигателите с вътрешно горене (дизеловите локомотиви при железопътните тунели, леките и товарни коли при пътните тунели и други машини). Най-често срещаните газове са: въглероден двуокис ( $\text{CO}_2$ ), въглероден окис ( $\text{CO}$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и ненаситени въглеводороди (ацетилен, етилен, пропилен и др.). Двигателите отделят още топлина и водни пари, а при непълно изгаряне на горивото – пушек. Температурата в тунела се повишава и от различните инсталации, задвижвани от електромотори, както и от осветлението. Качеството на въздуха в тунела се влошава и за сметка на влажността и постъпващите от обкръжаващия масив газове.

Освен вредното въздействие върху хората, намиращи се в тунела, голямата концентрация на газове и влага влияят неблагоприятно върху осветлението, сигнализацията и другите инсталации. Всичко това налага подмяна на въздуха в тунела, която се осъществява аналогично както по време на строителството – по естествен или изкуствен начин.

#### А. ЕСТЕСТВЕНО ВЕНТИЛИРАНЕ

Най-важните фактори за естественото вентилиране са: разликата между температурите на въздуха отвън и вътре в тунела; разликата в барометричното налягане при двата портала и скоростта и направлението на вятъра.

Освен тези фактори, върху естествената тяга на въздуха в тунела влияят още неговата дължина, сечение, план и надлъжен профил.

С помощта на емпирични формули се изчислява скоростта на въздуха в тунела, вследствие на естественото вентилиране.

Обемът на свежия въздух ( $Q_m$ ), постъпващ в тунела в продължение на един час, трябва да бъде не по-малък от необходимия обем за вентилиране ( $Q$ ):

$$Q_m = 3600V_m F \geq Q, \text{ m}^3/\text{h}, \quad (1)$$

където:

$V_m$  – скоростта на въздуха в тунела,  $\text{m/s}$ ;

$F$  – светлото напречно сечение на тунела,  $\text{m}^2$ .

В противен случай е необходима изкуствена вентилация.

Съществено влияние на вентилирането оказва буталното действие на преминаващите през тунела возила. Количеството въздух, преместващо се по тунела за сметка на това действие, при определени условия може да бъде значително. Създава се тяга, която способства за увеличаване или за намаляване на естественото вентилиране в зависимост от това дали съвпада или не с неговата посока. В отделни случаи буталното действие на возилата може да уравни естественото проветряване или да промени временно движението на въздуха в обратна посока.

Особено значим е буталният ефект при еднопътните железопътни тунели, тъй като влакът заема голяма част от сечението на тунела и има дължина, съизмерима с дължината на тунела.

При двупътните жп тунели оставащото свободно пространство между влака и облицовката е значително по-голямо, което отслабва буталното действие. При разминаване на два влака в тунела се образуват силни вихрови движения във въздуха и резултатното общо движение има посоката на влака, който се движи с по-голяма скорост и има по-голяма дължина.

При пътните тунели, строящи се обикновено за двупосочно движение, създаденото от колите въздушно течение се променя често и съдейства за увеличение или намаление на естественото проветряване. Буталният ефект при тях е чувствително по-малък в сравнение с железопътните тунели поради значително по-малкото съотношение на напречните размери и дължините на колите, отнесени към тези на тунелното съоръжение. Ефектът се проявява по-осезателно при движението на колона от транспортни средства с минимални интервали между тях.

## Б. ИЗКУСТВЕНО ВЕНТИЛИРАНЕ

Начинът на вентилиране по време на експлоатация (естествено или изкуствено) зависи от редица фактори и на първо място – от дължината и вида на тунела (пътен или железопътен).

Естествена вентилация се допуска както следва:

- за пътни тунели с дължина до 150 m;
- за железопътни тунели: при дизелова тяга – с дължина до 500 m; при електрическа тяга – с дължина до 1000 m.

Когато пътните и железопътните тунели са с по-големи от посочените дължини, необходимостта от изкуствена вентилация следва да се докаже. За целта за всеки отделен случай – в

зависимост от конкретните условия – трябва да се извърши проверка до каква дължина на тунела може да се разчита на естественото проветряване. Особено внимателно трябва да се подхожда в случаите, когато са налице дълбоки предпортални изкопи с неблагоприятни за въздушното течение вертикални ракордирания в тях или в тунела, както и ако тунелът е изцяло в хоризонтална крива. Изкуствено вентилиране се налага винаги при дълбоко прокарани подземни градски железници и при тунели под реки.

Задачата на изкуствената вентилация на тунелите по време на експлоатация е:

- да се намали концентрацията на вредните газове до степен, която не представлява опасност за човешкия организъм;
- да се отстрани пушекът и да се осигури добра видимост в тунела;
- да се намали температурната разлика на въздуха вътре и вън от тунела;
- да се запазят инсталациите в тунела и облицовката му от разрушителното действие на газовете и влагата.

При изкуственото вентилиране се предвижда подаването на чист въздух, така че по цялата дължина на тунела (включително нишите, камерите, уширенията за отбиване и напречните галерии) съдържанието на вредни вещества да не превишава допустимите норми.

Вентилацията на тунелите се проектира въз основа на:

- данни за движението (интензивност, посоченост, скорост, вид на транспортните средства и др.);
- геометрични данни за тунела (напречно сечение, дължина, план и надлъжен профил);
- вида на облицовката.

Има съществени различия при изчисляване на необходимото количество чист въздух при пътните и при железопътните тунели.

За пътните тунели се прилагат “методът на въглеродния окис (СО)” (при преобладаващо движение на леки превозни средства) и “методът на задимяването” (когато броят на тежкотоварните коли превишава 5% от общия брой). Меродавно е по-голямото количество чист въздух, изчислено по един от двата метода.

С метода на въглеродния окис се определя необходимото количество чист въздух ( $Q$ ), който разрежда отделяното от превозните средства количество въглероден окис и други газове, приведени към него, до допустимите норми:

$$Q = \frac{10^3}{60} \frac{qnf_i f_h}{\delta}, \text{ m}^3/\text{s.km}, \quad (2)$$

където:

$q$  – отделяното средно количество въглероден окис от едно превозно средство при движение по наклон до 0,5% и надморска височина до 400 m, l/min; определя се от графика [2];

$n$  – брой на превозните средства на 1 km от тунела, който се определя въз основа на резултатите от прогнозиране на движението:  $n = \frac{N}{V}$

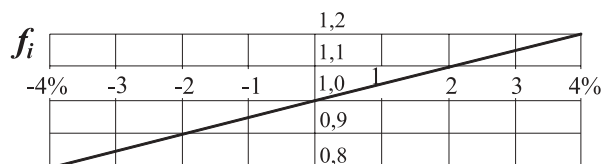
( $N$  е броят на превозните средства за 1 час, а  $V$  – средната скорост на движение, km/h);

$f_i$  - корекционен коефициент за отчитане влиянието на надлъжния наклон (при наклони по-големи от 0,5%); определя се от фиг. 1. При надлъжен профил с различни наклони

$$f_i = \frac{\sum_{1}^m f_i L_i}{\sum_{1}^m L_i};$$

$L_i$  – дължината на участъците с постоянен надлъжен наклон, m;

$m$  – броят на участъците;

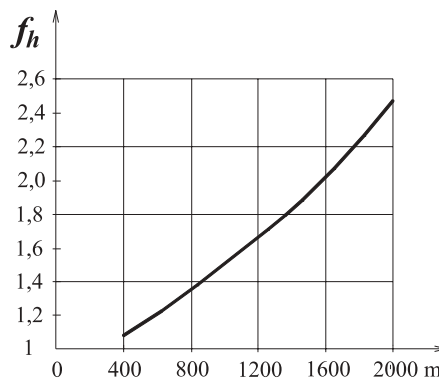


Фиг. 1

$f_h$  - корекционен коефициент за отчитане влиянието на надморската височина (когато тя е над 400 m); определя се от фиг. 2;

$\delta$  - допустимата концентрация на въглероден окис в ppm (една милионна част по обем); зависи от местоположението на тунела, режима на движение и изискванията за безопасност и се отчита от таблица [2].

С метода на задимяването се определя количеството чист въздух, необходимо за разреждане на димните газове, за да се запази раз-



Фиг. 2

стоянието за видимост при разрешената скорост на движение:

$$Q = \frac{1}{3600} \frac{k_0}{k_1} f_i f_h f_v N v_0, \text{ m}^3/\text{s.km}, \quad (3)$$

където:

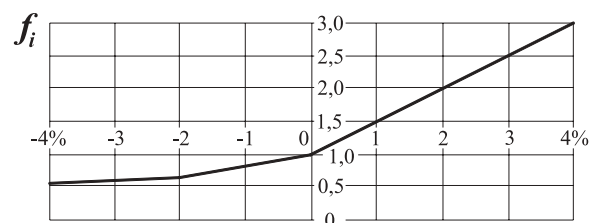
$k_0$  - коефициент на гъстота на димните газове; приема се средно  $k_0 = 0,3$ ;

$v_0$  - средният обем на отделяните димни газове от едно тежкотоварно превозно средство:

$v_0 = 5 \text{ m}^3/\text{km}$  за тежкотоварни превозни средства до 100 kN и  $v_0 = 14 \text{ m}^3/\text{km}$  за над 100 kN;

Стойностите за  $k_0$  и  $v_0$  са валидни за скорости на движение  $V = 40 \div 60 \text{ km/h}$ , наклон  $i = 0,5\%$  и надморска височина до 400 m.

$k_1$  - коефициент на допустимото задимяване в тунела, свързан с необходимото разстоя-



Фиг. 3

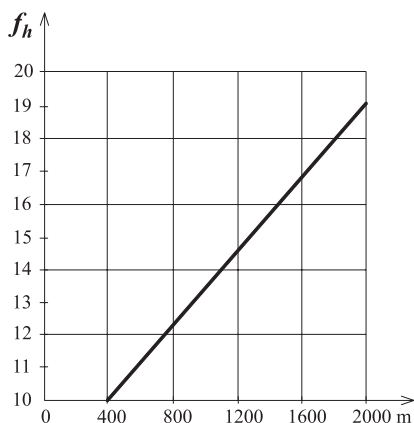
ние за видимост; отчита се от таблица [2];

$f_i$  - корекционен коефициент, който отчита влиянието на надлъжния наклон; определя се

от фиг. 3;

$f_h$  - корекционен коефициент, отчитащ влиянието на надморската височина, съгласно фиг. 4;

$f_v$  - корекционен коефициент, който отчита влиянието на скоростта на движение извън стойностите от 40 до 60 km/h и се приема:  $f_v = 1,5$  за скорост 80 km/h;  $f_v = 2$  за средна скорост



от 10 до 20 km/h.

Фиг. 4

При железопътните тунели необходимото количество чист въздух се изчислява по формулите:

- когато движението на въздуха съвпада с движението на влака

$$Q = \frac{c}{c_d} \cdot \frac{V}{V + V_g}, \quad m^3/s.km; \quad (4)$$

- когато движението на въздуха е с противоположна посока на движението на влака

$$Q = \frac{c}{c_d} \cdot \frac{V}{V - V_g}, \quad m^3/s.km, \quad (5)$$

където:

$c$  - отделяното количество условен CO,  $m^3/s.km$ ;

$c_d$  - допустимата концентрация на CO в ppm; при времепътуване на влака в тунела до 30 min се приема  $c_d = 50 ppm$ ; при извършване на ремонтни работи, в ремонтната зона на тунела

$$c_d \leq 20 ppm;$$

$V$  - скорост на влака, m/s;

$V_g$  - скорост на въздуха, m/s.

Скоростта на въздуха в транспортните тунели не трябва да превишава 6 m/s, а по изключение при технико-икономическа обосновка - 10 m/s.

Изкуственото вентилиране на тунелите се извършва по една от следните системи:

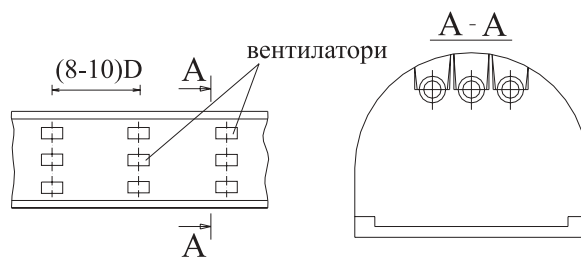
1. Надлъжно вентилиране. При тази система въздухът циркулира надлъжно в тунела. Възможни са няколко варианта:

а/ чистият въздух се нагнетява от единия портал (обикновено от по-ниския), преминава през тунела, където се смесва със замърсения, и излиза през другия портал;

б/ замърсеният въздух се изсмуква от единия портал, а от другия нахлува чист въздух;

в/ на единия портал се поставя нагнетателен вентилатор, а на другия – смукателен.

Вентилаторите се разполагат близо до пор-



тала, навън от напречното сечение на тунела.

Фиг. 5

Струйната система на вентилиране се явява разновидност на надлъжната. При нея под свода или в ниши (в горната част на стените на тунела) се поместват реверсивни струйни вентилатори, променящи автоматично посоката на действие в зависимост от посоката на естественото въздушно течение в тунела. Вентилаторите се разполагат в групи от 1 до 4 броя в едно напречно сечение /фиг. 5/. Разстоянието между две вентилаторни групи се приема  $(8-10)D$ ,

където  $D = \frac{4F}{P}$  е хидравличният диаметър на тунела в m,  $F$  – светлото сечение в  $m^2$  и  $P$  – периметърът на тунела в m. Струйната вентилация намира приложение при пътните тунели.

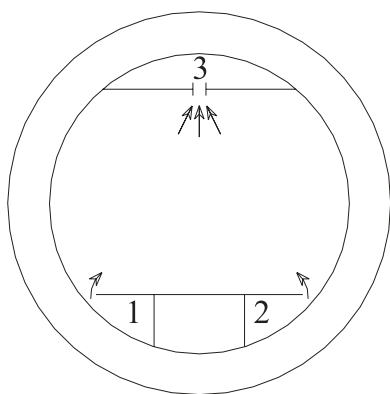
При надлъжното вентилиране винаги трябва да се държи сметка за посоката на естественото проветряване. Когато тази посока е про-

менлива, използват се два вентилатора (по един за всеки портал) или се прилагат реверсивни вентилатори.

Предимството на надлъжното вентилиране е, че цялото светло сечение на тунела служи като вентилационна тръба, която поради големия и размер оказва малко съпротивление на движението на въздуха, а това намалява мощността на вентилаторите. Неудобствата са: въздушното течение, което се усеща през цялото време на преминаване или престой в тунела; по-голяма е опасността в случай на пожар в тунела; неравномерната концентрация на СО по дължина на тунела и значителното влияние, оказвано от естественото вентилиране и движението на превозните средства.

2. Напречното вентилиране е особено подходящо за пътните тунели. В тунелното сечение се поместват вентилационни канали, служещи за подаване на чистия въздух и за изсмукване на замърсения. Опитът показва, че разполагането на каналите за чист и замърсен въздух може да се осъществи по един от следните начини:

- каналите за чистия въздух са в долната част на тунелното сечение, а за замърсения – в горната;
- всичките канали са в горната част на сечението;
- каналите за чистия въздух са в горната част на сечението, а за замърсения – в долната;
- каналите са от двете страни на сечението;



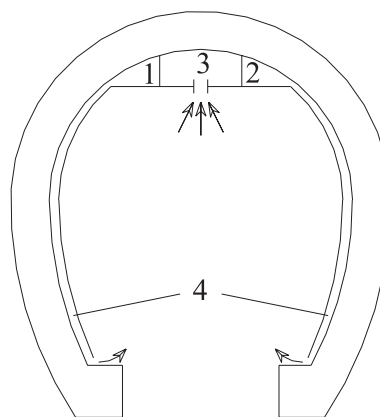
- каналите са в центъра между двата пътя.

**Фиг. 6**

**1,2 – чист въздух; 3 – замърсен въздух**

Най-често се прилага класическото разположение, при което чистият въздух се нагне-

твя по канали под пътното платно, а замърсеният се изсмуква по канали в сводовата част на тунела. В това отношение са благоприятни тунелите с кръгло сечение, при които има свободни пространства в долната и горната част на тунелното сечение /фиг. 6/. При тунели с некръгло сечение е за препоръчване каналите за вентилиране да се правят по възможност в горната част на тунела /фиг. 7/, тъй като конструкцията на един таван е по-евтина отколкото плоча за пътното платно. Въглеродният окис като лек газ и замърсеният въздух като по-топъл от чистия въздух се издигат нагоре и с това подпо-



магат вентилирането.

**Фиг. 7**

**1,2 – чист въздух; 3 – замърсен въздух  
4 – напречни канали през 3-10 m**

При подаване на чистия въздух през отвори в сводовата част, замърсеният се изсмуква отдолу. Така вредните газове и прахът, които образуват ниско над пътното платно, не се издигат нагоре, с което се осигурява добра видимост и се намалява концентрацията на СО на височината, на която се намират шофьорите.

Разделянето на тунела на отделни участъци за вентилиране дава възможност за намаляване сечението на каналите, за разпределяне на общото необходимо налягане върху повече вентилатори и за намаляване на загубите от триене вследствие по-малките скорости на движение на въздуха в каналите (от 10 до 12 m/s). Освен това нагаждането на вентилацията към изискванията на движението в тунела е много по-добро.

Приема се дължината на каналите да бъде 600-800 m, което съответства на разстояние между порталите или шахтите за вентилиране, рав-



но на 1200-1600 *m*.

Предимствата на напречното вентилиране са: бързо премахване на вредните газове от сечението на тунела по най-късия път; постъпване на чист въздух равномерно по цялата дължина на тунела; отсъствие на въздушно течение с големи скорости; независимост от силата на естественото надлъжно течение в тунела и от движещите се коли; съществува възможност за нагаждане към нуждите от чист въздух в отделните участъци от тунела. Недостатък е значително по-голямото напречно сечение на тунела в сравнение с това при надлъжното вентилиране. Каналите за чист и замърсен въздух заемат 20-30% от общото сечение на тунела, а това води до значително увеличаване на разходите за неговото построяване.

3. Полунапречното вентилиране представлява комбинация от напречното и надлъжното вентилиране. Чистият въздух се нагнетява по начина, показан на фиг. 6 и 7, а замърсеният се събира в горната част на свода и – движейки се надлъжно – излиза през порталите или се из-

смуква през вентилационни шахти. При две портални станции за вентилиране, всяка от които обслужва по половин дължина от тунела, тази система е приложима за тунели до 1600 *m* с интензивно автомобилно движение.

4. Полунадлъжно вентилиране. При него замърсеният въздух се изсмуква по вентилационен канал, разположен в свода, а чистият постъпва в тунела през порталите. В този случай не се получава равномерно разпределение на чистия въздух по дължината на тунела.

Проектирането на транспортни артерии за високи скорости в планински терени налага строителството на все по-дълги тунели, което изисква задълбочено проучване и правилно решаване на въпроса с тяхната вентилация.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Храпов В.Г., Демешко Е.А., Наумов С.Н. Тоннели и метрополитени. “Транспорт”, Москва, 1989.

[2] Норми за проектиране на пътни и железопътни тунели. София, 1988.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### 30 ГОДИНИ ИСТОРИЯ НА ВАНТОВИЯ МОСТ “SLOVASKE POVSTANI” В БРАТИСЛАВА

Здравко Илиев, Дафинка Гатева, Дончо Партов

#### АНОТАЦИЯ

*В материалът е описано конструктивното решение на вантов пътен мост изграден над река Дунав в Братислава, въведен в експлоатация през 1972 година. Обърнато е внимание върху сложният начин на изграждане на моста чрез плаващи платформи.*

**Ключови думи:** вантов мост, пилон, ортотропна плоча, анкерен блок, телескопичен подеменек

#### 1. ОБЩИ ДАННИ

В началото на 80-те години на 20 век, в динамично развиващата се столица на Словашката социалистическа република Братислава, бе почувствана остра нужда от нов мост през р. Дунав. Мостът трябваше да бъде ситуиран на важно и отговорно място в града, и да осъществи една хармонична връзка на новата градска част на Братислава с архитектурните й паметници в старата част на града и историческите съоръжения в реставрираната крепост, разположена на левия бряг на р. Дунав.

С цел да се съхрани характерния изглед на историческата част на града, заданието на конкурсния проект не допусна на левия бряг на р. Дунав да се изградят мостови подпорни съоръжения.

От самото начало на работата беше ясно, че смелата мисъл, да се прехвърли на това място на Дунава мост с отвор над 300 m ще привлече вниманието на местната и задгранична общественост, което постави на изпитание инженерното и техническото ниво на строителните и

машиностроителни предприятия в Словакия.

За реализирането на тази сериозна задача се включиха местните - словашки и чешки предприятия: Dopravnstav-Bratislava, Hutni montaze - Ostrava и Витковския металургичен и машиностроителен комбинат - “Клемент Готвалд” .

След проведенният конкурс инвеститора възложи разработването на работен проект на моста, на колектив на Висшия технически университет в Братислава с ръководител чл.к.р. проф. д-р техн. науки инж. Арпад Тесар. [1]

#### 2. ОБЩО ОПИСАНИЕ НА КОНСТРУКЦИЯТА НА МОСТА

Мостът над р. Дунав предложен за изпълнение от словашките инженери, представлява до ден днешен един от шедьоврите на мостовото изкуство. Предложена е несиметрична вантова конструкция без междинни опори в руслото на реката и един наклонен пилон на десния бряг на р. Дунав.

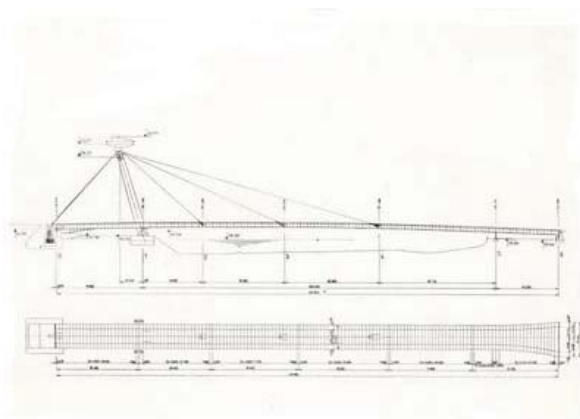
Конструкцията на моста е изпълнена като непрекъсната греда на три отвора с размери 74.8

Здравко Ил. Илиев, студент Висше строително училище “Любен Каравелов” – София, 1373София ул. “Суходолска” №32

Дафинка Т. Гатева, студентка Висше строително училище “Любен Каравелов” – София, 1373София ул. “Суходолска” №32

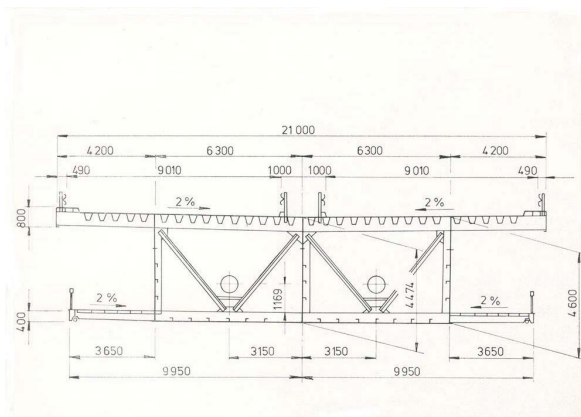
Дончо Н. Партов, доц. д-р инж., Висше строително училище “Любен Каравелов” – София, 1373София ул. “Суходолска” №32 e-mail: vsu@vsu.bg

m + 303,0 m + 54,0 m; при което средният отвор е окачен на три места върху ванти. Вантите преминават в оста на симетрия на моста, прехвърлят се през главата на наклоненият пилон и се анкерират в общ анкерен блок. Пълностенната мостова греда с обща дължина 431,8 m. е подпряна в мястото на пилона /ос 1/ с неподвижна опора и в /ос 0; ос 5 и ос 6/ с подвижни опори. Нивелетата на моста е изпълнена по вертикална крива с радиус 5000 m.(фиг.1)



Фиг. 1

Главната греда на моста е изпълнена като двусвързана, кутиобразна, призматична черупка с височина 4,60 m. Горният пояс на гредата е изпълнен като ортотропна плоча с ширина на пътното платно 21,0 m.(фиг.2)

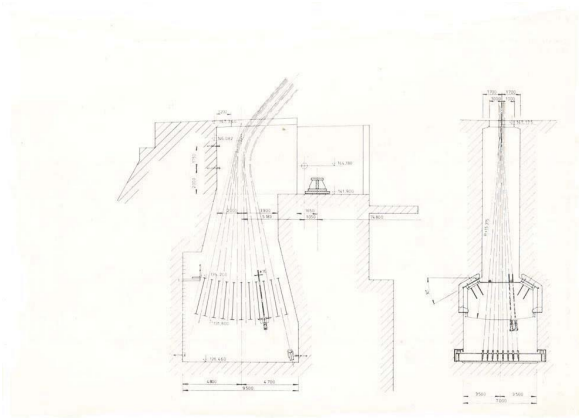


фиг. 2

От архитектурни съображения пешеходните пътеки на моста са пренесени по долния пояс на гредата, с което те биват изолирани от транспортното движение. Пилонът изпълнен с формата на буквата “А” обкрачва стоманената греда.

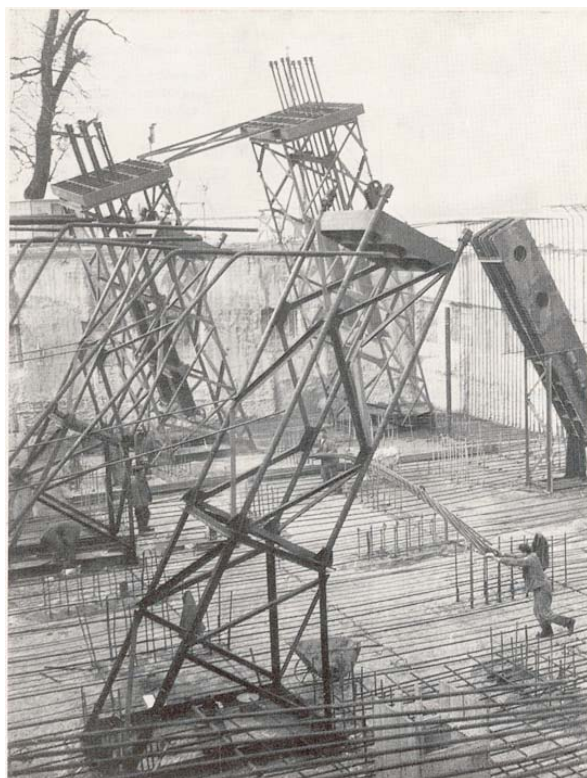
### 3.АНКЕРЕН БЛОК

Един от сложните, по отношение на изпълнение проблем се оказва анкерния блок на вантовия мост. По принцип такъв анкерен блок изпълнен от стоманобетон по отношение на армиране и изграждане не представлява трудност, но при този мост наличието на усилия във вантите от няколко хиляди тона и необходимостта от много голяма точност при изпълнение на монтажа наложиха изпълнението на стоманена конструкция, в която да бъдат анкерирани вантите на моста. По този начин бе гарантирана машиностроителна точност на изпълнение на анкериянето. За анкериянето на вантите са използвани 11 напречно разположени в анкерния блок стоманени траверси, към които са прикрепени 72 анкерни устройства на кабелите, чрез които в анкерния блок е внесено 17 000 тона опънно усилие.(фиг.3)



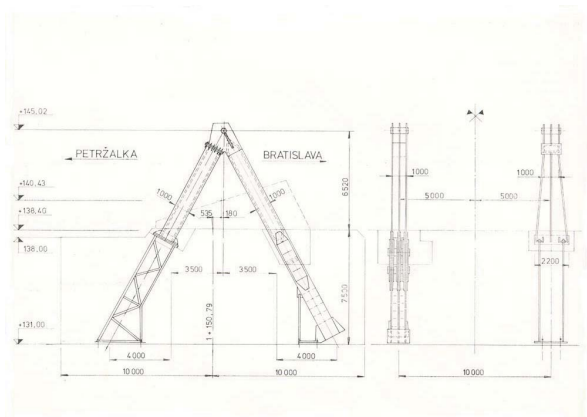
фиг. 3

За анкериянето на пилона е изградена специална пространствена стоманена колона с монтирани предварително в нея анкерни болтове с диаметър  $D = 90 \text{ mm}$ . и дължина 9,0 m. (фиг.4)



фиг. 4

Неподвижна опора на моста е изпълнена също така от стомана и замонолитена в фундамента под пилон . (фиг.5)

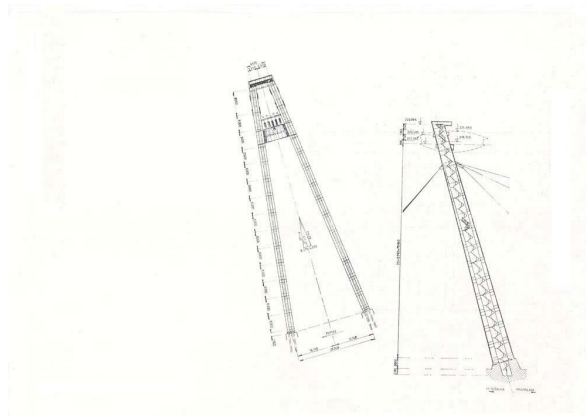


фиг. 5

#### 4. КОСТРУКЦИЯ НА ПИЛОНА

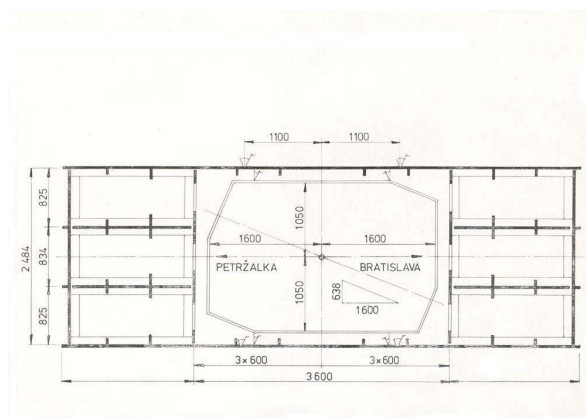
Доминиращ елемент на моста представлява наклоненият висок и строен във формата на буквата “А” стоманен пилон на моста. (фиг.6)

Той е изпълнен като изцяло заварена кост-



фиг. 6

рукция. Състои се от два клона с кутиобразни напречни сечения . Със своята височина 83,5 m. и общо тегло 1280 t.пилонът представлява една уникална по своите форма и размери конструкция, с която строителят с право може да се гордее. От статически и архитектурни съображения пилонът е наклонен от вертикалата със  $17^{\circ} 11' 37''$  по направление на новата част на Братислава. Освен това двата клона на пилон са наклонени един спрямо друг с  $07^{\circ} 05' 23''$ , при което осовото усилие във всеки един от тях е с величина 8500 t. Стойките на пилон в една от неговите оси са с променлива по височина размери. (фиг.7)

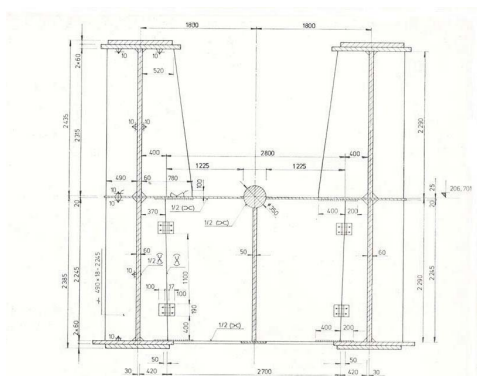


фиг. 7

В долния си край ширината на стойката започва с 8,5 m. и завършва в горния си край на 4,0m. Най-натоварената част на конструкцията на пилоната представлява ригелът с размери 4,820/

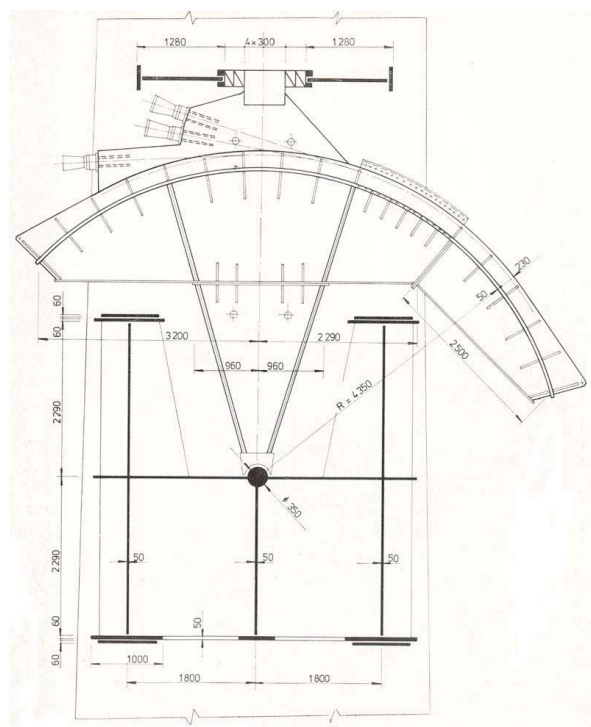


3,60 m. ,който поема натоварването от вантите на моста и върху които са разположени сегментните конструкции, през които те минават. (фиг.8)



фиг. 8

Ригелът е изпълнен като двуделна конструкция с I напречно сечение, при което поясите са ширина 1200 mm и дебелина 2 x 60 mm а стъблото  $h = 4,580$  m. и дебелина 60 mm. Теглото на ригела без сегментите за вантите е 100 тона. Сегментите са изпълнени от изцяло заварени конструкции, като всеки един от тях тежи по 15 тона.(фиг.9)



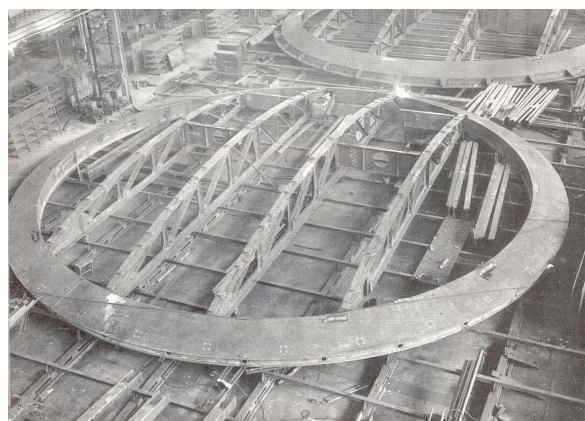
фиг. 9

През всеки един от тях преминава по един кабел с диаметър  $D = 70,3$  mm. В един от клоновете на пилона е разположен асансьор.

Монтажът на пилона е извършен от 5 секции, всяка една от тях с дължина около 30 m.

## 5. КОСТРУКЦИЯ НА КАФЕ-СЛАДКАРНИЦА

На височина 80,0 m. над нивото на терена е изградена стоманена конструкция на кафе-сладкарницата с  $D = 25$  m. Тя е получена от обединението на два сферични сегмента, изпълнени от своя страна от две пръстеновидни с кутиобразно напречно сечение конструкции, с разположени в тях ферми с параболоидни горни пояси. (фиг.10)



фиг. 10

Използването на тези конструкции притежаващи голяма усуквателна коравина, позволи урупняването им да се извърши на земята, след което монтажът се изпълни в пространството над опънатите върху сегментите ванти на моста.

В кафе-сладкарницата с вместимост за 130 посетителя се достига чрез скоростен асансьор с капацитет за 10 човека, разположен в един от клоновете на пилона или чрез аварийната стълба с 432 стъпала разположени в другия клон на пилона.

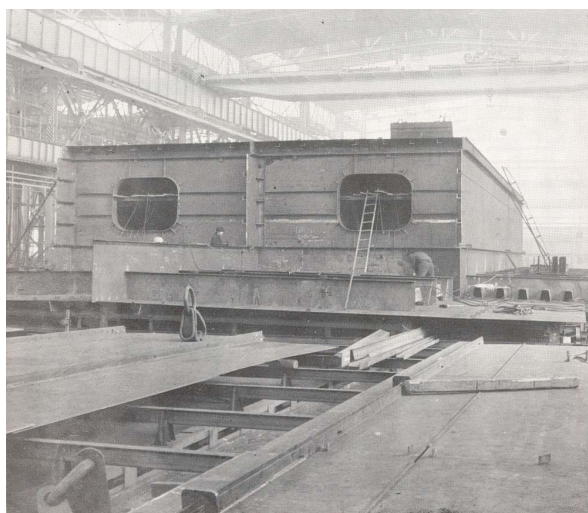
## 6. КОНСТРУКЦИЯ НА ГЛАВНАТА ГРЕДА

Главната конструкция на моста представлява двусвързана призматична черупка с ортотроп-

на пътна плоча и ортотропно дъно. Гредата е с височина 4,600 м. и ширина на пътното платно 21,0 м. Ортотропията на пътното платно е реализирана чрез надлъжни заварени трапецовидни ребра пресичащи стebelата на главните напречни греди.

Пътното платно е с двустранен наклон към средата на пътя равен на 2 %.

Изпълнението на главната греда с цялото ѝ напречно сечение е извършено в заводски условия с дължина на всяка секция 12 м. Заваръчните съединения се изпълняват автоматично в защитна газова среда  $CO_2$ , така също автоматично под флюс. Монтажът на моста е извършен чрез окупирани блокове с дължина 70-80 м. и тегло 800 t. (фиг.11)

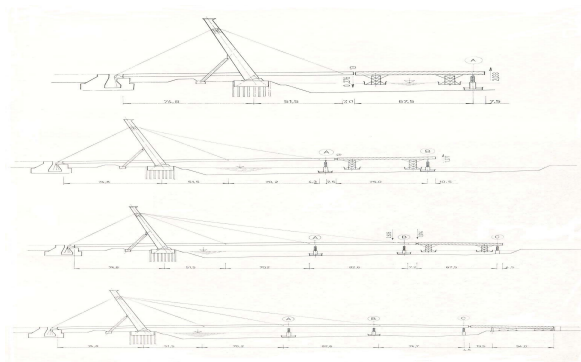


фиг. 11

Съществена част от конструкцията на окаченият мост представляват кабелите, които са произведени в заводи за въжета в Австрия - гр. Санкт Егиде. Използвани са общо 22 km. кабелни въжета с общо тегло 640 t. и единен диаметър 70,3 mm.

Окачването на главната греда на моста върху вантите се изискваше надвишение на пълностенната конструкция от 4 m., което бе постигнато с три временни опори, съоръжени с телескопични подечни механизми. По време на изпълнението на монтажа, голямото надвишение предизвикваше недоумение в неинформирани наблюдатели, което пораждаше съмнение относно точността на монтажа. Но точно на този етап от строителството на моста, тази ситуация отговаряше на всички предпоставки на стати-

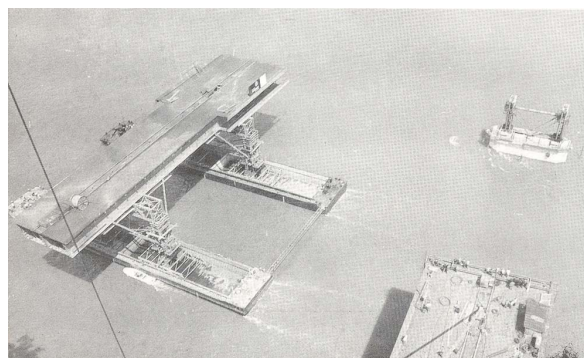
ческите изчисления. (фиг.12)



фиг. 12

## 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изготвянето на техническото задание на проекта трябваше да се изпълнят няколко високи изисквания, които чехословашките специалисти решиха безусловно на много високо ниво: Мобилизирани бяха всички потенциални възможности, за да се демонстрира съвременното високо ниво на Чехословашката индустрия. При разработването на проекта за организация на строителството, трябваше да бъде сведено до минимум отрицателното влияние на колебанието на нивото на Дунава върху хода на строителството. При избора на технологията на монтажа, бе решено пилонът и мостовата греда да бъдат изпълнени, като изцяло заварени конструкции, които да бъдат доставени на секции, окупирани на строежа, чрез заваръчни съединения(фиг.13,14).



фиг. 13





фиг. 14

Давайки оценка на вече готовото съоръжение, чието строителство се проведе в изключително трудни условия, може да се констатира, че резултатът се оказа много успешен и главната заслуга за това принадлежи на работата на всички специалисти.

Неоценима роля изигра и фактът, че Витковицкия комбинат произвеждаше целият асортимент от прокатен материал, необходим за изпълнението на моста. Благодарение на това, на целия колектив на комбинат се отдаде възможността да създаде съоръжение свидетелстващо за изключителното майсторство и способ-

ности на чехословашките мостостроители. Мостът, с общо тегло 7250 t, бе изпълнен в предвидените срокове от 3 години, и бе пуснат в експлоатация през 1972 година. (фиг.15).[2]



фиг. 15

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Tesar, A.: Kovove konstrukcie a mosty (Moderne ocelove mosty). SVST v Bratislave, Stav. Fakulta, 1980

[2] TECHNICAL PREVIEW : Vitkovice



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПЪТНИ НАСТИЛКИ ЗА ОСОВ ТОВАР 11,5 t

Христо Стаменов, Валентин Николов

#### АНОТАЦИЯ

*Разгледана е пътна конструкция тип А при категория на движението много тежко, тежко и средно. Извършено е оразмеряване по метода на допустима еластична деформация и проверка по метода за усилване на пътни настилки за осов товар от 11,5 t.*

**Ключови думи:** пътна настилка, усилване на пътна настилка.

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Типовите асфалтови пътни настилки от 1981 г. са използвани при ново строителство и реконструкция на съществуващи пътища. Те не са прилагани при автомагистрала, за които се изготвя индивидуален проект за настилката.

Наличието на типови пътни конструкции не изключва възможността от индивидуално проектиране за всеки конкретен случай.

У нас са прилагани 5 типа – А, Б, В, Г, Д пътни конструкции, оразмерени при 5 категории на движение, 5 различни модула на еластичност на долния основен пласт и земната основа.

Към настоящия момент пътищата реализирани съгласно цитираната инструкция в една или друга степен се нуждаят от усилване и то за оразмерителна ос от 11,5 t съгласно Евронормите в пътното строителство.

#### II. ПРОБЛЕМИ

В страните от ЕС оразмерителния товар е 11,5 t/ос. Този товар е указан в “Норми за проектиране на пътища” от 2000 г. за автомагистрала, пътища I и II клас без да има публикувани типови пътни конструкции.

Необходимостта от хармонизиране на усло-

вията на проектиране в България и ЕС налага преразглеждане на използваните в миналото пътни настилки. Целта е при еднакви хидрогеоложки и климатични условия, интензивности на движението и характеристики на материалите, но при различни осови натоварвания да се определи разликата в дебелините на характерни най-често изпълнявани пътни настилки.

#### III. РЕЗУЛТАТИ

Разгледана е конструкцията тип А, която се състои от горен основен пласт от асфалтови смеси и долен основен пласт от несортирани едрозърнести материали.

Оразмеряването е направено по метода на допустима еластична деформация и е проверено по метода за усилване на пътните настилки при горна граница на оразмерителната интензивност за съответната категория както следва: много тежко –  $R > 350$  ОА/ден, тежко –  $R = 350$  ОА/ден, средно –  $R = 100$  ОА/ден. Също така модул на еластичност на долния основен пласт  $E = 150$  МПа и модул на еластичност на земната основа  $E_0 = 30$  МПа.

Резултатите от оразмеряването по метода на допустима еластична деформация и проверката по метода за усилване са дадени в таблица 1.

Таблица 1

Категория на движението	Оразмеряване [cm]	Проверка [cm]
Средно	8,0	6,0
Тежко	6,0	5,0
Много тежко	5,0	5,5

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимостта от уеднаквяване на условията на проектиране и строителство в България и страните от ЕС налага усилване на вече изпълнените пътни настилки. Получените резултати се отнасят за пътища с дължина около 15 000 km. Те могат да послужат за база при изчисляване на необходимите капиталовложения за привеждане на пътната мрежа на страната към изискванията за оразмерителен товар от 11,5 t/ос.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] ГУП, Типови конструкции за асфалтови пътни настилки, 1981 г.
- [2] Тодоров К. А., Експлоатация и поддържане на пътищата, издателство “Техника”, 1974 г.
- [3] Тодоров Т., Щилянков Г., Ръководство за проектиране на пътища и аеродруми, УАСГ, 2001 г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НАЗЕМЕН ТРАНСПОРТ. ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ВЪЗДУХА.

Александър Тошев, Йордан Петков

#### 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.

#### I. УВОД

В днешно време транспортът е един от основните фактори, които определят икономическия и социалния просперитет на една страна. Съвременното състояние и непрекъснатото развитие на този отрасъл, независимо от изключително важната му роля за индустрията и търговията, постави някои проблеми свързани с опазването на околната среда, които съвсем не са за пренебрегване и чиято актуалност става все по-осезателна. Тук става въпрос главно за автомобилния транспорт, който не винаги е ефективен по ред причини - потребление на енергия, отделяне на вредни емисии, отнемане на терени, предизвикване на задръствания в големите градове и др. Транспортът в глобален аспект не е основният замърсител на околната среда, но допринася достатъчно много за това нежелано явление, свързано с развитието на човешкото общество. Наред с вредното влияние на емисиите (главно газове) върху здравето на хората, влиянието им върху климатичната система на Земята също трябва да се има предвид. А това не изключва създаване на проблеми по производствената сигурност, тъй като земеделието, откакто съществува, е било винаги при едни почти стабилни климатични условия /1/.

Заедно с енергетиката и промишлеността, транспортът е един от основните замърсители на околната среда и главно на въздуха. Основните замърсители на въздуха са предмет на международни актове. Европейският съюз въвежда норми както за производството на нови транспортни средства, така и за тези в експлоатация, които ограничават изпускането на вредни емисии в атмосферата.

За понятието "замърсяване на атмосфера-та" има множество определения. Като достатъчно изчерпателно може да се приеме това на К. Уорк и С. Уорнър /2/: "Присъствие в атмосферата на един или повече инградиенти или техните комбинации в такива количества и в течение на толкова време, че могат да имат тенденция да увреждат живота на човека, растенията или животните, или на имущество, или извънредно много да повлияят на условията на живот и работа".

Едно аналогично разглеждане на факторите, които причиняват замърсяването на околната среда, води до следното диференциране /3/:

- а) твърди емисии;
- б) течни емисии;
- в) газообразни емисии;
- г) енергийни емисии (шум, топлина и др.);
- д) радиоактивни емисии.

Целта на настоящата работа, която има и обзорен характер, е да се изтъкнат някои екологични предимства на релсовия транспорт и свързаните с него дейности, в сравнение с автомобилния транспорт, като се прави съпоставяне на базата на вредни газове емисии. Споменати са и някои нови моменти в развитието на този отрасъл, които са в пълно съответствие със санитарно-хигиенните и екологичните изисквания, за да се сведат до минимум вредните въздействия върху човешкото здраве и околната среда. Потенциалните възможности на железопътния транспорт в тази насока не са използвани напълно - нови конструкционни решения, алтернативни източници на енергия и др., без които дейността в тази насока не би била достатъчно ефективна.

Източник на замърсяване на атмосферата е обширно понятие, което може да се интерпретира и в зависимост от човешката дейност. Типичен мобилен източник е пътуващ автомобил или дизелов локомотив. Шосе с интензивно движение дава представа за линеен източник. По основните типове източници се прави оценка на емисиите /4/.

Въпреки, че железопътният транспорт (има се предвид преди всичко подвижния състав) оказва неблагоприятно влияние на околната среда, то това влияние е съществено по-ограничено. Първо - защото този транспорт е един от най-икономичните по консумация на гориво на единица транспортна работа, второ - защото голяма част от железния път е електрифициран и трето - защото там се използва дизелова тяга.

Стремежът към изграждане на функциониращо равновесие между общество и природа изисква превантивна намеса на човека и в тази област.

## II. ИЗЛОЖЕНИЕ

### Анализ на замърсяването на въздуха

Замърсители на въздуха са веществата, които се намират в атмосферата и оказват вредно влияние върху човека и околната среда. По-голяма част от тях са съединения, чиято концентрация е ниска. Източниците на замърсяване са природни бедствия (изригвания на вулкани, пожари и др.) и свързани с човешката дейност - производство на енергия, тежка индустрия, транспорт и др.

През 1985 г. в атмосферата на страната ни са изхвърлени 67,76 млн тона газообразни замърсители и прах. Основната част от газообразни-

те отпадъци се пада на енергетиката - 74,12%, на второ място е металургията - 16,93%, на трето е автомобилния транспорт - 4,01%, на четвърто - химическата промишленост - 3,54%. Тези отрасли, заедно с някои други дейности на конкретни територии, са формирали състоянието на замърсеността на въздуха в една силна икономическо отношение за страната ни година.

Основните замърсявания на атмосферата, предизвикани от транспортния сектор са:

а) директни газове емисии от транспортни средства;

б) стационарни отоплителни инсталации.

В по-малка степен замърсявания се получават от:

а) емисии при превоз на непокрити насипни товари и товаро-разтоварна дейност;

б) от други емисионни източници (напр. прах от спиращи колодки - чугунени и такива от синтетични и композиционни материали, каучуков прах и др.).

Тук трябва да бъдат включени и газовите емисии от електроцентралите (в такава част, която отговаря на консумацията на жичните превозни средства, нефторафинериите (има се предвид тази продукция, която се използва за мобилитет) и от всички предприятия, свързани с този стопански отрасъл - т.н. индиректни емисии.

### Вредни отходни газове от двигатели с вътрешно горене

При изгарянето на химическите горива се получават различни отходни газове, някои от които са твърде вредни.

Азотът е от въздуха. От въздуха идва и кислородът, който в горивната смес обикновено е в излишък. Водните пари са резултат от изгарянето на водорода във въглеродните. Въглеродният диоксид е резултат от пълното окисляване на въглерода на горивата. Азотът, кислородът и водните пари са безвредни газове. Въглеродният диоксид е задушлив газ. Останалите газове са отровни (токсични) /5/.

Петролът винаги съдържа сяра под форма на органични съединения. Нейното съдържание в течните горива е сравнително малко - в дизеловото гориво е 0,4%, а в бензина 0,03 - 0,04% (по маса). Въпреки това тя винаги е нежелан, но неизбежен примес.

Приема се, че относителният дял на отделните замърсители на въздуха, емитирани от всички видове транспорт (шосеен, въздушен, релсов, воден) е:

Таблица 1

Съставки	Бензинов двигател, %	Дизелов двигател, %	Токсичност, %
N <sub>2</sub>	74 - 77	76 - 78	
O <sub>2</sub>	0,3 - 0,8	2 - 18	
H <sub>2</sub> O	3,0 - 5,5	0,5 - 4	
CO <sub>2</sub>	5,0 - 12	1 - 10	5,8
CO	0,5 - 12	1 - 10	38,7
NO <sub>x</sub>	0,0 - 0,8	0,01 - 0,5	12,1
CH	0,2 - 3,0	0,09 - 0,5	0,5
Оловни аерозоли	0,3		41,2
Сажди	0,0 - 0,04	0,01 - 1,1	

Отходни газове при работа на бензинови и дизелови двигатели и тяхната токсичност

Въглеродни оксиди - 78,3%  
 Азотни оксиди - 10,3%  
 Недоизгорели въглеводороди - 8,8%  
 Аерозоли - 1,6%  
 Серни оксиди - 1,0%

Под недоизгорели въглеводороди, означавани и като СН, в случая се разбира широк клас от съединения, чиито комбинации в емитираните газове могат да бъдат напълно произволни. Техният състав е свързан с вида на горивото и начина на изгарянето му /4/. Най-често това са канцерогенни газообразни вещества от типа на бензпирена.

Особен интерес и тревога представлява въпросът за замърсяването на атмосферата със съединения на олово. Употребата на оловни

антидетонатори в бензина за автомо-били води до съдържание на този метал в отходните газови емисии. Съдържащото се в т.н. етилирани бензини тетраетилолово, независимо, че се разрушава при високите температури в цилиндри-те и се превръща в съединения с по-малка токсичност (оловен сулфат, оловен оксид, оловен хлорид, оловен бромид, оловен фосфат) е крайно опасно. Попаднало в организма на човек чрез въздух, замърсен с изгорели газове, то не се отделя с никакви противоотрови и се натрупва поради кумулативните си свойства. Оловните съединения замърсяват почвата и растителността в регионите с интензивен автомобилен трафик.

Следващите данни са от Министерството на околната среда и водите в Република България.

Таблица 2

Година	1992	1994	1995	1996
Емисии от автомобилния транспорт в тонове	118	172	157	136
% от общите емисии	-	-	56	55
Емисии на 1000 жители (кг)	13,89	20,40	18,28	19,18

Оловни емисии от автомобилния транспорт за годините 1992-1996.

В градовете с натоварен трафик емисиите са по-високи. В София емисиите на олово от транс-

порта през 1995 са били 67 тона, като на 1000 жители се падат 56 кг.



Производството на безоловен бензин у нас започна през 1985 г. и съдържанието на олово в бензина бе намалено от 0,80 гр/л през 1985 до 0,15 гр/л през 1986.

От 1991 г. концентрацията на оловни аерозоли е задържана на едно ниво благодарение на ограничения върху употребата на оловен бензин до 0,15 гр/л.

В газовите емисии от двигателите с вътрешно горене се съдържат в малки количества феноли, алдехиди и други, също вредни за здравето вещества. От антропогенно отделяните въглеродороди около 50% се дължат на транспорта. При интензивно облъчване със слънчева светлина те реагират с азотните оксиди, при което се образува озон и фотохимични оксиданти, които имат силно дразнещо действие.

Количеството на саждите и фино диспергираните частици от неизгорели гориво и масло е най-малката тегловна част от вредните газови емисии. Въглените частици най-често са обвити и пропити с катранени вещества. В много случаи те имат канцерогенно действие. Те са причина за т.н. черен дим, който най-често е предизвикан от подаване на повече гориво. Бялото, сивото или синкавото оцветяване на отходните газове свидетелства за остатъци от изгарянето на капки гориво (в резултат на неправилна експлоатация на двигателя) или за наличие на неизгоряло гориво и капчици от смазочни масла. В последния случай е необходима регулировка на двигателя. Тази класификация се отнася за използването на дизелово гориво. Частиците могат да взаимодействат с други газове или помежду си. В резултат на агрегация те могат да нарастват. Дизеловите двигатели отделят повече частици от бензиновите.

Режимът на движение съществено влияе върху емисията на сажди. При ускорение дизеловите двигатели отделят по-голямо количество от тези вредни частици и консумират повече гориво в сравнение с равномерния им ход. Следователно оптимизирането на режима на движение има икономическо и екологично значение.

Транспортът причинява замърсяване на въздуха не само чрез отпадните продукти от изгаряне на горивото, но и за сметка на изпаренията на горивата при производството им, съхранението им, транспорта и преливните дейности. За нуждите на този отрасъл се налага да се съхраняват големи количества течни горива (бензини, дизелово гориво, керосин и др.). Те са летливи вещества. Свойството, което оказва

най-голямо влияние върху интензивността на емисии е налягането на наситените пари. Тя зависи още и от конструкцията на резервоарите, качеството и вида на защитните покрития, околната температура и др. /6/.

При използване на газово гориво отпадните продукти съдържат инградиенти аналогични на тези, за които беше споменато по-горе, но в значително по-ограничени количества. Условията на експлоатация на двигателя и тук влияят непосредствено на образуването на замърсяващи вещества.

Към отрицателните ефекти, оказвани от двигателите с вътрешно горене (особено дизеловите) върху въздуха, спада и неприятната миризма на отработените газове. Основната причина за съществуването и са ниски концентрации на неизгорели (или недоизгорели) въглеродороди. Миризмите са най-забележимите форми на замърсяване на атмосферата, които се идентифицират с усещането за обоняние. При различните индивиди едно и също вещество може да предизвика различни реакции. Много по-често непознатите миризми се определят като неприятни в сравнение с известните. С тях са свързани част от оплакванията за качеството на въздуха /4/.

Някои от компонентите на газовите емисии, отделени от двигатели с вътрешно горене, влошават прозрачността на атмосферата. Върху видимостта влияят само тези замърсители, които се намират във вид на аерозоли или във вид на газ, способен да образува аерозоли във въздушна среда. Тези замърсители се квалифицират най-общо така:

- емисии, съдържащи твърди частици;
- серен диоксид и други газообразни съединения на сярата. Водят до получаване на сулфати и сярна киселина под форма на аерозоли;
- азотни оксиди. Водят до образуване на нитрати и азотна киселина под формата на аерозоли;
- фотохимични замърсители на въздуха - от тях се получават частици със субмикро-скопични размери.

Както е известно, основната причина за намаляване на видимостта е поглъщането и разсейването на светлината от твърди и течни частици в атмосферата. Емисиите на дим (сажди в отходните газове) са характерни главно за дизеловите двигатели. Според експериментални данни концентрацията на недоизгорели въглеродороди в дима не е свързана с натоварването на двигателя и скоростта на движение. Тя зави-

си преди всичко от конструкцията на устройството за впръскване на горивото, конфигурацията на горивната камера, конфигурацията на струята и количеството остатъчно гориво в дюзата за впръскване /4/.

В нашето съвремие енергетиката, основана на химически горива, и транспорта са по-енергични директни замърсители на въздуха от промишлеността. Газовите емисии, отделени в резултат на човешката дейност, са локализирани в големи географски области. Скоростта, с която те се изхвърлят в райони с голяма плътност на населението, е много по-висока от скоростта на очистване на атмосферата, което винаги е до някакво остатъчно ниво. Процесите са: гравитационно сухо утаяване, разтваряне на газовете във водните капки, частиците могат да станат кондензационни центрове на влага и да предизвикат валежи, поглъщане от растения и др. Над големите центрове с много индустриални предприятия и интензивен автомобилен трафик се появи т.нар. смог. Терминът има английски произход и се състои от думите “smoke” (дим) и “fog” (мъгла). Под това понятие се разбира смес от прах, сажди, оловни аерозоли и различни вредни газове, които замърсяват въздуха. Системното излагане на натоварен трафик, особено автомобилен, води до сериозни здравни последици, които се нуждаят от специално внимание.

В железопътния транспорт броят на бензиновите двигатели е пренебрежимо малък. Независимо от реализираните съвременни разработки при съвременните дизелови локомотиви конфликтът между тази техника и околната среда продължава да е актуален /7/. Трябва да се имат предвид и машините за ремонт на железния път, които са с дизелова тяга. Персоналът и екипите, работещи с тях, са постоянно подложени на вредните газове емисии, особено при извършване на ремонтна дейност в тесни участъци или тунели, където превишаването на пределно-допустимите концентрации на вредни и токсични вещества достига критични стойности.

Делът на изхвърлените вредни вещества в атмосферата от железопътния транспорт е 5-7% в сравнение с авиотранспорта, тъй като в отходните газове на дизеловите двигатели количеството на въглероден оксид и въглеродороди е по-малко. За замърсявания, породени от този фактор, може да се говори само в гари и транспортни възли, които се намират в места с голяма концентрация на население. Там маневрени-

те дизелови локомо-тиви могат да се разглеждат като стационарни източници на замърсяване на въздуха, който и без това, поради наличността на промишлени предприятия съдържа и много други вредни вещества над допустимите норми.

Според литературни източници /8/ отходните газове от дизеловите локомотиви имат следния състав: азот - 73,8%, кислород -9%, водни пари - 9%, въглероден диоксид - 8%, вредни вещества - 0,2%. Съставът на вредните вещества е: азотни оксиди 86%, въглероден оксид - 5%, въглеводороди - 4%, серен диоксид - 4%, сажди - 1%. Отнесени за единица мощност данните за релсова дизелова тяга са: 39-73% азотни оксиди, 3-8% въглероден оксид и 7,5-10% въглеводороди, в сравнение с вредните вещества, изхвърляни в атмосферата от автомобилния транспорт /9/. Съставът на отходните газове зависи от вида на използваните гориво, масла и добавки в тях, донякъде от режима на работа на двигателя, техническото му състояние и др. За дизеловите двигатели токсичността на газовите емисии се определя от количеството азотни оксиди, въглероден оксид и сажди, които съдържат канцерогенно действащи катранени вещества. Посочените компоненти, както и ред други, които се съдържат в изгорелите газове, атакуват работоспособността и здравето на човека.

В литературен източник /10/ са посочени съставките на газовите емисии, изхвърлени от дизеловите локомотиви и електроцентралите в такава част, съответстваща на енергията, консумирана от електровозите (индиректни емисии). Данните са за провинция Саксония (ФРГ) и обхващат всички електроцентрали (с и без пречиствателни съоръжения). От тях може да се направи следната съпоставка, отнесена за единица консумирана енергия:

- емисии от  $\text{CO}_2$  - от един порядък за двата вида тяга;
- емисии от  $\text{CO}$  - един порядък повече при дизеловата тяга;
- емисии от  $\text{CH}_4$  - два порядъка повече при дизеловата тяга;
- емисии от  $\text{NO}_x$  - един порядък повече при дизеловата тяга;
- емисии от сажди - съпоставими;
- емисии от  $\text{SO}_2$  - един порядък повече за електрическата тяга.

Завишената стойност на  $\text{SO}_2$  и голямото количество дим се дължи вероятно на факта, че електроенергията е получена на базата на изга-

рянето на кафяви каменни въглища.

Независимо, че железопътният транспорт замърсява значително по-малко атмосферата с вредни емисии, тяхното количество и вид подлежи на математическо моделиране. Резултатите служат за бърза оценка на състоянието в момента, прогнозиране и при необходимост взимане на съответните мерки за ограничаване на това нежелано явление. Една точна оценка на вредните газови емисии, свързани с релсовия транспорт, трябва да бъде съобразена с всички съществуващи фактори, оказващи влияние върху тях. Най-общо тези влияния могат да бъдат групирани в следните сектори /10/:

- железен път (наклон, криви, състояние и др.);

- подвижен състав (техническо състояние, двигатели, третиране на изгорелите газове, консумация на енергия и др.);

- движение на влакове (разписание, вид на влаковете, товари, спирания, субективен фактор и др.);

- енергийни източници (гориво - състав, начин на производство на електроенергия);

- други параметри (напр. климатична специфика).

Моделирането на замърсяването на атмосферата, причинено от дизелови локомотиви, се базира на емисионните фактори, осреднени съгласно международните норми на "ISO-8178-4 F цикъл" и на осреднената консумация на дизелово гориво за километър, респективно за час. И тук се взимат предвид подобни на гореизложените фактори, които имат отношение към разглеждания проблем /11/.

В страни със силно развити железопътни комуникации замърсяването на атмосферата, причинено от този отрасъл, подлежи от много години на анализ и контрол. Съществуват вагони-лаборатории, снабдени с апаратура за газов анализ, за определяне на твърди частици в отходните газове и др., както и системи за оценка на замърсяването /12/.

Както бе показано, транспортът е между ос-

новните замърсители на атмосферата. В страните от Европейския съюз се разработва съвместно глобална стратегия за опазване на околната среда от транспортната дейност. Докато други отрасли на икономиката успяха да намалят степента на екологичните поражения в резултат на различните видове производства, то при транспорта постигнатите резултати все още са твърде скромни. Към най-важните и ефективни мерки в този сектор би трябвало да се причислят създаването на превозни средства с ограничени емисии на вредни газове и по-голямо развитие на тези видове транспорт, както и технологии на превозите, които оказват по-малко вредно влияние на околната среда.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Състоянието на планетата, Изд. на инст. "Уърлдуч", София, "Книжен тигър", 1999.

[2] К. Уорк, С. Уорнър, Клетъчна биофизика, София, 1980.

[3] А. Н. Malinsky, Umweltschutz, J. Kepler Univ. Linz, 2001.

[4] Р. Куцаров, Замърсяване на въздуха, Унив. "Проф. д-р Ас. Златаров", Бургас, 2001.

[5] Г. Близнаков, Ив. Митов, Въведение в химичните проблеми на околната среда и в екологичното право, стандартизация и мониторинг. Академично издателство "Проф. Марин Дринов", София, 2001.

[6] Р. Куцаров, Ив. Чобанов, Емисии от резервоари за съхранение на органични течности, Унив. "Проф. д-р Асен Златаров", Бургас, 2001.

[7] Dannehl, Der Eisenbahningeneur, 11, 83(2001).

[8] M. Mueler, Der Eisenbahningeneur, 12, 37(1996).

[9] И. Р. Голубев, Транспорт, М. 1987.

[10] V. Eichmann, A. Vollings, Der Eisenbahningeneur, 7, 18(1996).

[11] Th. Schulz, A. Brandt, Der Eisenbahningeneur, 5, 60(1998).

[12] M. Zahmann, Der Eisenbahningeneur, 10, 486(1988)



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ТЕМПЕРАТУРНА ЗАВИСИМОСТ НА МИКРОТВЪРДОСТТА НА НОРБОРНЕН-ЕТИЛЕНОВИ СЪПОЛИМЕРИ

Галина Замфирова, Валентин Гайдаров

#### АНОТАЦИЯ

Изследвани са микротвърдостта по Викерс (МНВ) на серия образци от норборнен - етиленови съполимери с различно съотношение на съставните мономери. Проследена е промяната на МНВ с повишаване на температурата. Показано е, че микротвърдостта е един надежден метод за определяне на температурата на встъкляване  $T_g$ .

**Ключови думи:** микротвърдост, температура на встъкляване, норборнен-етилен съполимери.

#### I. УВОД

Микротвърдостта, или както се нарича още микропроникваща техника, е един метод за бързо оценяване на механичните свойства на полимерите и тяхната промяна вследствие на химични или физични въздействия. Съществуват много публикации, в които се доказва, че МНВ е чувствителна към структурните особености на полимерните материали и съответно към редица физико-механични параметри [1,2,3].

За полимерите са характерни две твърди агрегатни състояния - стъклообразно, при по-ниски температури и вискоеластично при по-високи температури. Преминаването от едното към другото състояние е свързано със скокообразна промяна на физико-механичните свойства и поведение на полимерите, а температурата, при която се извършва този преход се нарича температура на встъкляване  $T_g$ .

Цел на настоящата работа е да се изследва прехода от стъклообразно във вискоеластично състояние чрез микротвърдостни измервания на образци от норборнен-етилен съполимери, като се проследи влиянието на количеството норбор-

нен върху прехода. Този тип съполимери са нов клас циклоолефини със специални приложения предимно в оптиката.

#### II. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ:

##### Материали:

Обект на изследване са аморфни съполимери на норборнен и етилен, синтезирани и изследвани чрез ядрено-магнитен резонанс (ЯМР) в лабораторията на проф. Tritto (CNR, Милано, Италия) [4]. Индекса на полидисперсност  $M_w/M_n$  е от 1,5 до 2. Опитните образци са фолийни материали, получени чрез горещо пресоване при температура около 40°C над температурата на встъкляване  $T_g$  и налягане 50 bar. Филмите са били при тези условия не повече от 3min, с цел да се избегне евентуална термична деградация. Охлаждането се извършва чрез поставяне на полученото фолио между метални плочи с течаща студена вода.

Изследвани са девет образци с номерация от n1 до n10, като образец n2 не е подготвен за изследване, поради недостатъчно количество полимерен материал, необходим за пресоването. С нарастване на номера се увеличава съдържа-

нието на норборнен от 31 до 62 mol.%.

### Методика на измерването:

Микротвърдостните измервания са извършени на стандартен уред за определяне на микротвърдост по Викерс (mhr160- окомплектовка към микроскоп NU-2). Принципът на измерване се състои в определяне на големината на отпечатъка, оставен в материала, вследствие на проникване на правилна четириъгълна диамантена пирамида (индентор) с ъгъл при върха  $136^\circ$ . Натоварването на пирамидата е 100g и времето на задържане под товар е 15s. Специално темпериращо устройство позволява измервания при различни температури с точност  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Образците са темпирани 5min. За всяка температура са направени 5 измервания и от получените стойности е изчислена средноаритметичната стойност.

Микротвърдостта по Викерс (MNV) се изчислява по формулата

$$\text{MNV} = \frac{18544P}{d^2},$$

където 18544 е константа на уреда, зависеща от формата на индентора, P е натоварването в грамове, а d-средноаритметичната стойност на двата измерени диагонала на отпечатъка в микрометри.

### III. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ:

На фиг.1 е показана температурната зависимост на микротвърдостта по Викерс за всички изследвани образци. Проследена е промяната на микротвърдостта в температурния интервал от стайна температура до температурата, при която измерването на отпечатъка става невъзможно, т.е. когато започват да преобладават еластичната и вискоеластичната компоненти на деформацията. Тогава възвръщането на отпечатъка е толкова бързо, че не позволява измерване на диагонала на отпечатъка в рамките на необходимата точност.

Всички измерени зависимости се състоят от две характерни области. В началния участък, при ниски температури за съответния образец, MNV намалява слабо с увеличаване на температурата. Във втория участък кривата е много по-стръмна и това се дължи на прехода от стъклообразно във вискоеластично състояние. Образците с по-ниско съдържание на норборнен показват по-бързо намаляване на микротвърдостта с увеличаване на температурата, като

запазват своите пластични свойства до много ниски стойности на MNV. Ако двата характерни участъка на всяка зависимост  $\text{MNV}=f(T)$  се апроксимират с прави линии ( I1 за нискотемпературния област и I2 за областта около температурата на встъкляване), наклона на тези линейни апроксимации намалява с увеличаване съдържанието на норборнен. На фиг.2а са показани стойностите на коефициентите пред члена, съдържащ променливата T, за прави I1 и I2 и са означени съответно като  $\text{tg}l1$  и  $\text{tg}l2$ . Тъй като стойностите на ъгловия коефициент са с отрицателен знак, намаляването на абсолютната стойност на  $\text{tg}l1$  и  $\text{tg}l2$  на фиг.2а визуално изглежда като увеличение по отрицателната скала на ординатната ос. Това означава, че с увеличаване съдържанието на норборнен от n1 към n10 намалява промяната на MNV с температурата, т.е. образците с по-високо съдържание на норборнен са механически по-слабо чувствителни към промяна на температурата. Намаляването на наклона в областта на  $T_g$  се дължи на увеличаване на температурния интервал на прехода от стъклообразно във вискоеластично състояние DT и на намаляване на интервала на микротвърдостните промени DMNV, т.е. механичните свойства по време на прехода се променят по-малко. В случая с последния образец (n10) се извършва химична промяна в структурата, провокирана от високите температури. В този случай микротвърдостните промени, предизвикани от прехода от стъклообразно във вискоеластично състояние, се маскират от микротвърдостните промени вследствие на химични процеси (омрежване, оксидиране и др.).

От всяка крива  $\text{MNV}=f(T)$  могат да се определят три характерни точки (температури) за прехода в областта на  $T_g$  (фиг.3):

Температурата, която се определя като пресечна точка на апроксимиращите прави I1 и I2 -

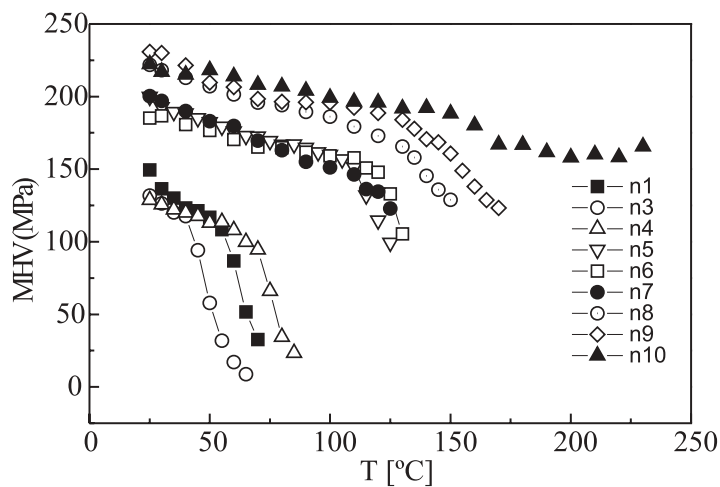
$T_g^i$ ;

а) Температурата, която отговаря на инфлексната точка при сигмоидална апроксимация на

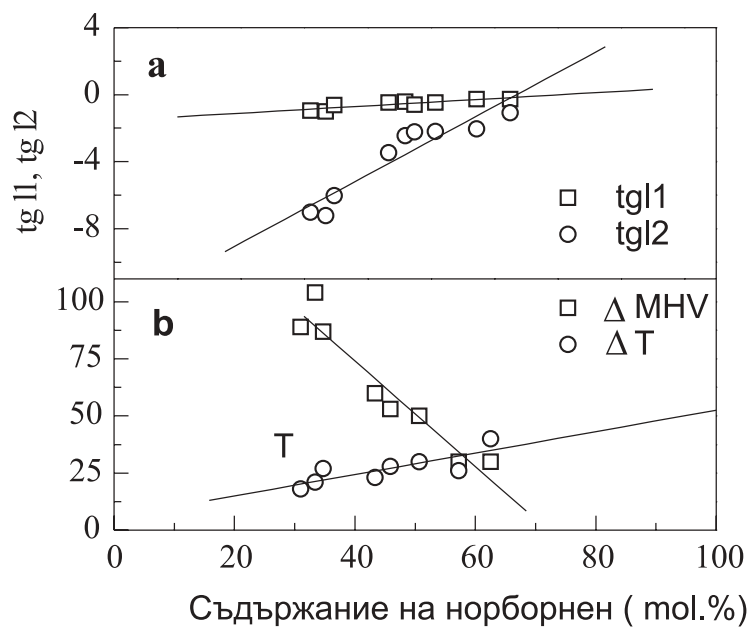
преходната област -  $T_g^s$ ;

б) температурата, при която измерването на диагоналите става невъзможно -  $T_g^l$ . В повечето случаи тази температура отговаря на края на прехода в областта на  $T_g$  и началото на вискоеластичното поведение.

Тези три характерни температури са сравнени с трите специфични температури, получени чрез диференциално сканираща калориметрия

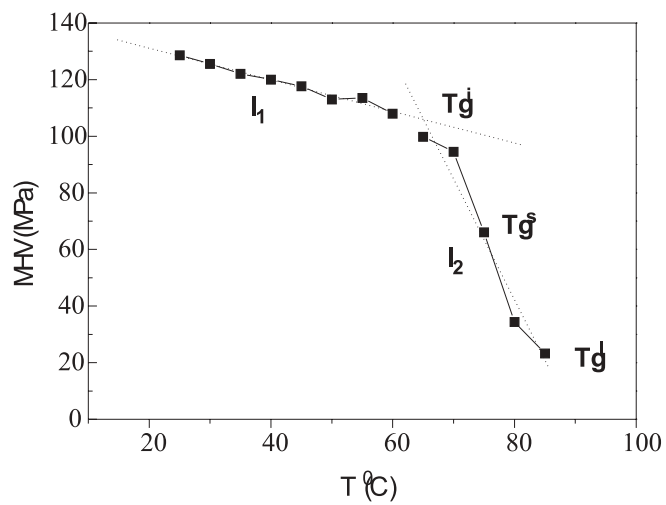


Фиг.1

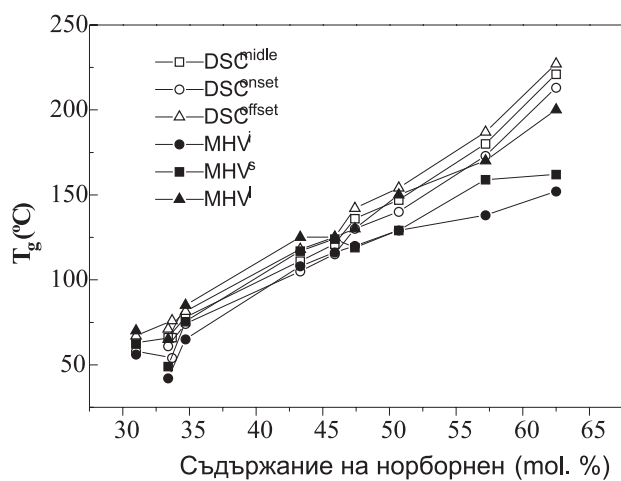


Фиг.2

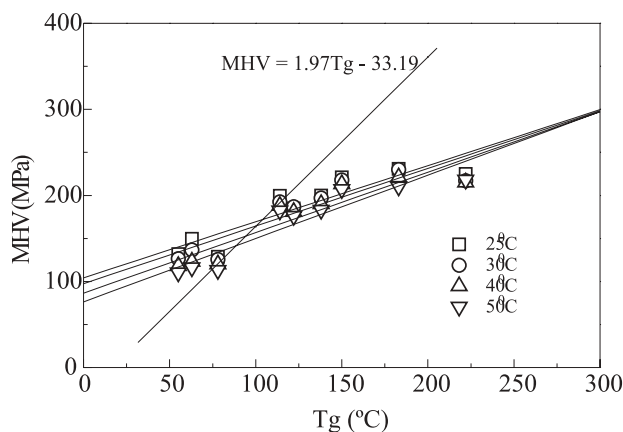




Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5

(DSC) -  $T_g^{\text{onset}}$ ,  $T_g^{\text{middle}}$  и  $T_g^{\text{offset}}$ . Всички тези характерни температури са представени като функция на съдържанието на норборнен на фиг.4. Температурите, получени от DSC измерванията [5], лежат успоредно и близо една до друга, което означава, че прехода в областта на  $T_g$  за всички съполимери се извършва в сравнително тесен температурен интервал. За образците със сравнително малко съдържание на норборнен, температурите на прехода, определени от трите характерни точки от микротвърдостните криви от фиг.1, имат добро съвпадение със съответните температури, определени чрез DSC [5]. За образците с по-високо съдържание на норборнен (по-висока MHV и по-голяма  $T_g$ ) двата

температурни параметъра  $T_g^s$  и  $T_g^i$  съвпадат добре при малки стойности на температурата. Колкото по-висока е  $T_g$ , отклонението е по-голямо и това вероятно се дължи на химичните промени, които могат да се извършат при тези високи температури. Едно възможно обяснение е, че при тези условия започват деструктивни процеси, водещи до намаляване на микротвърдостта и следователно до намаляване началната температура на прехода. По време на тези процеси, когато движението на молекулните вериги е по-освободено, може да започнат и процеси на съшиване, които компенсират до известна степен микротвърдостните промени, предизвикани от деградационните процеси. Това вероятно е причината температурата, която отговаря на края на прехода  $T_g^1$ , да е близка

до тези, получени чрез DSC.

Може да се направи заключението, че стандартната микротвърдост по Викерс може да се използва като подходяща методика за определяне на температурата на прехода от стъклообразно във вискоеластично състояние, но при известни условия. Ако измерването се извършва във въздушна среда, особено при високи температури, са възможни вторични химични процеси. Затова ако  $T_g$  се очаква да бъде сравнително висока, измерванията трябва да се провеждат в инертна атмосфера, подобно на DSC измерванията.

Тъй като съществува линейна зависимост между микротвърдостта и съдържанието на норборнен, от една страна и между  $T_g$  и съдържанието на норборнен от друга, следователно съществува и линейна зависимост между микротвърдостта и  $T_g$ . Тази зависимост е установена опитно за различни аморфни полимери, чиято микротвърдост е измервана при стайна температура. Предложено е уравнението[6]:

$$MHV = 1,97T_g - 571, \quad (1)$$

където  $T_g$  е температура в келвинови градуси.

На фиг.5 е показана зависимостта  $MHV=f(T_g)$  за всички изследвани норборнен-етилени съполимери за четири различни температури. За сравнение е дадена и зависимостта, предложена в [6], модифицирана за температура по скалата на Целзий

$$MNV = 1,97T_g - 33,19, \quad (2)$$

Наклонът на правите от линейната апроксимация за норборнен-етилен съполимерите е значително по-малък. Въпреки това може да се види, че експерименталните точки от измерванията лежат близко до пресечните точки с предложената в [6] зависимост.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

MNV е чувствителна към процесите на прехода от стъклообразно във вискоеластично състояние. Показана е възможността за използването на микротвърдостните измервания като надеждна методика за определяне на температурата на прехода. Показани са условията при които тези измервания трябва да се извършват, за да се избягнат евентуални отклонения от реалните стойности.

Установена е линейна зависимост между микротвърдостта и температурата на прехода в

областта на  $T_g$  за изследваните съполимери, като микротвърдостните измервания могат да се провеждат при различни температури, но под температурата на прехода.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] V. Lorenzo and J. M. Perena, *Current Trends Polym. Sci.* 4 (1999) 65
- [2] J. M. Perena, V. Lorenzo, G. Zamfirova, and A. Dimitrova, *Polym. Testing*, 19 (2000) 213.
- [3] G. Zamfirova, M. Misheva, E. Perez, R. Benavente, M. L. Cerada, J. M. Perena, N. Djurelov, M. Kresteva, *Polymer* (submitted).
- [4] J. Forsyth, J. M. Perena, R. Benavente, E. Perez, I. Tritto, L. Boggioni and H. H. Brintzinger, *Macromol. Chem. Phys.* 202 (2001) 2547.
- [5] J. Forsyth, T. Scrivani, R. Benavente, C. Marestin and J. M. Perena, *J. Appl. Polym. Sci.* 81 (2001) 159.
- [6] S. Fakirov, F. J. Balta Calleja, M. Krumova, *J. Polym. Sci.: Part. B: Polym. Phys.*, 37 (1999) 1413.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЗАТОПЛЯНЕТО НА ГЛОБАЛНИЯ КЛИМАТ И ОТДЕЛЯНЕТО НА CO<sub>2</sub>

Марко Анчев

#### АНОТАЦИЯ

*Разглежда се затоплянето на климата на планетата Земя и глобалните последици от него. Отделянето на CO<sub>2</sub> от транспорта, промишлеността и бита води до увеличаването на този газ в атмосферата. Това увеличено съдържание на CO<sub>2</sub> в атмосферата е свързано с появата на явлениято парников ефект, който предизвиква глобалното затопляне. Обсъждат се техническите средства и подходи за намаляване на емисиите на CO<sub>2</sub> от автомобилите в атмосферата.*

**Ключови думи:** затопляне на климата; емисии на CO<sub>2</sub>; парников ефект; автомобили;

Понятието екология е предложено през 1866 г. от биолога Е.Хекел. С термина екология се обозначава обща наука за организмите и обкръжаващата ги среда [1]. Но човекът също е организъм. През втората половина на ХХ век става ясно, че дейността на човечеството заплашва да разруши биосферата, т.е. основата на съществуването на околната среда на човека. Така беше осъзнато съществуването на екологичния глобален проблем, разрешаването на който е неотложно. Глобалният проблем за опазване на околната среда на човека е свързан със следните по-конкретни деградационни процеси [2].

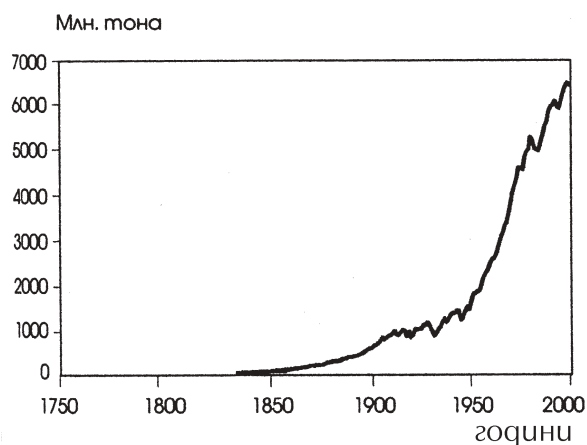
- концентрация на парниковите газове в атмосферата;
- затопляне на климата;
- топене на ледовете;
- повишаване нивото на океана;
- повишаване на допустимото ниво на потребление на първична биологична продукция;
- изтощаване на озоновия слой;
- съкращаване на площите на горите, особено на тропическите;
- настъпване на пустините;

- деградация на почвата;
- изчезване на видове организми;
- качествено изменение на водата на сушата;
- влошаване на условията на живот на хората вследствие на замърсяване на околната им среда;

Посочените деградационни процеси са взаимно свързани. Повишаването на концентрацията на парникови газове в атмосферата води до затопляне на климата. Затоплянето на климата предизвиква топенето на ледовете, от което следва повишаване нивото на океаните. Като краен резултат определени области от сушата ще бъдат погълнати от океаните. Основният газ, концентрацията на който се повишава в атмосферата и който предизвиква парников ефект, е CO<sub>2</sub>.

Въглеродният диоксид е неотровен газ, който циркулира в биосферата, атмосферата и хидросферата и участва като важно химическо съединение в процесите, извършващи се в биосферата, а също така и в процесите, на които се основава промишлеността и транспорта. За преобладаващото болшинство от живи организми е характерен процесът дишане, при което те

поемат кислород от атмосферата и отделят  $\text{CO}_2$  в нея. Зелените растения също дишат и следователно отделят  $\text{CO}_2$ , но за тях е характерен и процеса фотосинтез, при който те приемат  $\text{CO}_2$  и отделят  $\text{O}_2$ , така че крайният резултат от дишането и фотосинтеза на растенията е възприемането на  $\text{CO}_2$  и отделянето на  $\text{O}_2$  в атмосферата. Процесите в промишлеността и транспорта се основават до голяма степен на изгарянето на гориво (въглища, нефт и газ), при което се консумира гориво и кислород от атмосферата и се отделя енергия,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  и пепел. Имайки предвид много интензивното развитие на промишлеността и транспорта през XIX и XX век, е ясно, че то е довело до многократното увеличаване на съответните емисии от  $\text{CO}_2$  – фиг.1, и натрупването на този газ в атмосферата [3].



Фиг. 1

Възниква проблемът за създаване на нов тип промишлени агрегати и транспортни средства, работата на които води до многократно намаляване на емисиите от  $\text{CO}_2$ .

Съществен дял в емисиите от  $\text{CO}_2$  се пада на транспорта, използващ автомобили, задвижвани от съвременни двигатели с вътрешно горене, в които се изгаря бензин и дизелово гориво.

В [4] се обсъждат няколко типа превозни средства, използването на които ще доведе до многократно намаляване на отделянето на  $\text{CO}_2$ . По-конкретно в [4] се сравняват следните типове превозни средства, различаващи се същ-

ствено по своята конструкция:

- превозни средства с електрически батерии (ПСЕБ);
- превозно средство с електрическа енергия от горивна клетка (ПСГК);
- хибридно електрическо превозно средство (ХЕПС);
- превозно средство с двигател с вътрешно горене (ПСДВГ).

В [4] се предлага горепосочените превозни средства да се задвижват от нови видове горива и енергия (водород, метанол, етанол, електрическа енергия). Те ще бъдат получавани от възстановими енергийни източници: слънчева енергия, водни източници на енергия, енергията на вятъра, енергия от биомаса.

Прилагат се в табл. 1 данни за емисиите на  $\text{CO}_2$  при различните случаи на използване на посочените превозни средства, задвижвани от различни енергийни източници [4]:

Таблица 1

Технология	$\text{CO}_2$ g/km.
Петрол сега (ДВГ)	214
Петрол в бъдеще (ДВГ)	125
Метанол, ПСДВГ, сега	20
Метанол, ПСДВГ, в бъдеще	12
Метанол, ХЕПС	9
Метанол, ПСГК	9.6
Водород, ПСГК	7.8

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Реймерс Н.Ф., Экология, “Россия молодая”, Москва, 1994.
- [2]. Анчев М.К., Състояние и тенденции на глобалните проблеми, сб.ст. Контакт 2001, ИК ТЕМТО, София, 2001.
- [3]. Състояние на планетата 2001, “Книжен тигър”, София, 2001.
- [4]. Johansson B., Technologies for Carbon-Neutral Passenger Transport – a Comparative Analysis, ATTCE 2001 Proceeding Volume 8, Barcelona, Spain, October 1-3, 2001.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### BUSINESS INTELLIGENCE AND THE MARKET SECURITY OF THE COMPANY

Leszek KORZENIOWSKI

#### STRESZCZENIE

*Autorr przez wywiad gospodarczy rozumie pozyskiwanie, gromadzenie i przetwarzanie informacji mających znaczenie gospodarcze. W artykule poddano analizie rozwój organizacji wywiadu gospodarczego od najdawniejszych czasów do dnia dzisiejszego a także pojęcie, struktura i jakość oraz źródła i metody pozyskiwania informacji.*

**Kluczowe słowa:** business intelligence, information, agencies of business intelligence, rating agencies, standing.

Not long ago a new term appeared in theory and practice, namely “business intelligence”. Industrialization, development of trade and the emergence of new markets have resulted in the fact that appropriate information has become a basis for business decisions and by this a condition for effective operations. The requirement for information has brought about the development of a new field in management and modern “information industry”.

In the eighties of the 20<sup>th</sup> century, this was lectured at business colleges as *Organizational Intelligence*. Later a term was coined, i.e. *Competitive Intelligence*<sup>1</sup> which was replaced by the concept of *Marketing Intelligence, Economic Intelligence, Competitive-Economic Intelligence*<sup>2</sup>.

By recognizing that business intelligence is an appropriate concept to designate knowledge of business significance, it is necessary to note the variety of sources and methods of gaining information and the risk traditionally associated with business operations. When summing up the

critical review of applied definitions<sup>3</sup>, the author adopts a definition according to which **business intelligence is acquiring, gathering and processing information having economic significance**.

The goal of intelligence understood in this way is information constituting the basis for making business decisions. The information allows to become acquainted with and to assess business facts and phenomena, to rationalize the operations of the entrepreneur and to forecast the effects of decisions made. In market economy conditions it is not possible to make correct decisions ensuring the proper choice of targets for carried out business operations as well as allocation of resources, priorities and actions essential to be achieved without decision making information.

The scope of gaining non public industrial information in the United States itself is said to be 1100 documented and 550 possible cases a year in several thousands of the largest companies. American industrial companies are penetrated by



companies from the US, China, Japan, France and the UK as well as government agencies of France, Germany, Israel, China and South Korea. Not only documentations connected with the newest inventions and results of the newest research are stolen but the same goes for production and marketing plans as well as customer lists.

## 1. INFORMATION – CONCEPT AND STRUCTURE

The problem of information is an issue studied for many years by military intelligence and counter-intelligence specialists for whom finding out the secrets of the enemy and keeping own information secret has been a valued factor of victory or loss for a long time. Lucien Gйrardin<sup>4</sup> answers the question what is information in the following way: “There are many answers to this question. We get information from the press, radio or through the telephone. There is a number of ways of sending information. But exact sciences require precise and clear definitions. And one more thing, such a definition must have quantitative sense. To be more clear – in order for a philosophical concept of information to become an exact one, it has to receive a quantitative expression, it has to be measurable. The above specified examples may be summed up in such a way: information is transferred by means of written, printed or oral communication. In order to obtain information, it is necessary to receive these communications and further more – to understand them. Understanding includes two subsequent phases: the analysis of the structure of the received communication and next disclosing the sense contained in its structure. For this purpose the communication is compared in the brain with already existing schemes. This process allows to disclose the sense of communication, i.e. to receive the information enclosed in it.”

Particular elements of a communication are called *data*. These can be object designators, its attributes (features), the values of attribute, time in which the object has an attribute of a defined value, additional vectors of characteristics (e.g. unit of measure, source of origin, method of registration etc.). The data may have various forms: recording of characters, analogue representation, speech, picture, chart, diagram etc.

Particular data does not constitute information yet. For example, the number “2000” has no sense until it receives some content, i.e. until it becomes a definite number of symbol – a year, distance in meters, capacity in liters etc. Just like the caption DETECTIVE may be treated as a datum

meaning profession, the title of a magazine or a name of a company.

A system of data and attributes characterised by some value in a certain time is called *communication*.

Only the sense (meaning) of communication elements and the reality between them constitute *information*.

Information is a complex concept and belongs to many commonly applied ideas which do not have an unambiguous definition. Philosophers understand information to be a reflection of a variety characterising a considered object, event, process, phenomenon. In cybernetic understanding information is a factor owing to which the object that surrounds it (man, a living organism, organization, automatic appliance) may bring about better understanding of the environment and more efficiently carry out purposeful actions. However, as far as the definition originating from the theory of information approaches information as a measurement of occurrence uncertainty of a certain event from among a finite set of possible events which leads<sup>5</sup> to a conclusion that when there is more information, the less probable is the occurrence of a given event.

That is why for the measurement of information amount, i.e. its unit, such an amount of information was adopted, which would be obtained in the case of choosing two possible answers (0 or 1), when the possibility of both answers occurring is the same. The smallest information unit is called a *bit*.

Information resources are the most valuable resources which a man can possess.

## 2. QUALITY OF INFORMATION

Amongst different information some will prove to be more useful, correct, giving satisfaction and profitable to the users, while other – will be better as far as quality is concerned. By quality one understands significant features of an item which distinguish it from others and decide on its peculiarity. **The quality of information will be the general properties of information connected with the ability to fulfil the stated or predicted requirements of the information user<sup>6</sup>.**

The quality of information consists of required information features – the greater quality of information, the greater is the certainty of managers that they can rely on it when making decisions. However, the cost of gaining information usually grows with its quality. If the higher quality of information does not contribute in a significant

way to decisions made, it is justified to give up additional costs.

When taking into account the elements of the communication, the desired information may include the following:

The **Current** character of information – that is sufficient consistency (accuracy) of information with the actual condition of the object. **Accuracy** – means the closeness level of the attribute level to the real value. **Flexibility** – is the ability of fulfilling current and future need of various users. **Unambiguity** – means using a language and terms not bringing about any doubts whatsoever, which have a clear-cut meaning. **Reliability** of information – care, objectivity, correctness of making data and working out communication, the contents of which comprise the information. **Value** – inverse of a probability for a given event to occur to which the information pertains. If there is certainty (i.e. the probability equals 1) that an event will take place, then the message has no value. Such a message has significance in business intelligence as it makes other data credible. **Sufficiency** – means such information which allows for rational decision making.

### 3. SOURCES OF INFORMATION AND METHODS OF IT BEING OBTAINED

The division into person and non-person (item) sources is stressed. The person sources of information include experts, informers in enemy organizations, exterior informers as well as “prattlers” and “chatter-boxes” telling interesting facts during private meetings. The non-person group includes documents as they are the evidence of what has been officially written in them. These can be extracts from court registers of companies, identity cards of a natural person, official registers, statute documents, accounting documents, tax, technical, technological documents etc. as well as certificates of all sort.

Notes and publications do not belong to the evidence group but in a given situation may be considered to be such. Publications (books and magazines) and the so called mass media (the press, radio, television) are a very strong source of information dominating in many types of business intelligence. The use of press sources is called “white espionage”. One cannot pass over statistical studies, the results of scientific work, market research reports, data bases and in-house bulletins as well as personal notes and even a rubbish bin. Electronic data bases and systems of data processing as well as communication means with

internet are growing and becoming more and more significant.

Information is obtained by means of specific methods: documentation analysis, observation, intelligence, surveying and (only authorized by appropriate regulations) by operating and reconnaissance services<sup>7</sup>.

### 4. ORGANIZATIONS OF BUSINESS INTELLIGENCE

Since time immemorial man has tried to discover the goals, plans and methods of other people. Already in ancient Rome, in the life of Persians, Greeks and Romans we will find traces of intelligence activity. It was and continues to be the basis for the power-struggle which takes place all round the world in the sphere of politics, the military and economy.

Probably the oldest surviving intelligence report is the denunciation found in Mari by Euphrates which had been written approximately 4000 years ago by a commander of a post to his ruler<sup>8</sup>. The Bible mentions spies several times. Living in many parts of the world, the Phoenicians, the Hittites, the Babylonians, Greeks and Romans, the Chinese and many other superpowers of the ancient world have left numerous traces of using intelligence. This was chiefly military intelligence aimed at winning and holding territories by means of military forces. Less is known about gaining secrets which had economic significance, although descriptions of efforts to gain well kept secrets of silk production, porcelain, steam engine, rubber and others are equally fascinating. Revolutionary Paris became famous for a law encouraging the development of business intelligence. On 7<sup>th</sup> January 1791 a law was passed granting that “each persons who as the first brings a foreign product to France will have the same legal protection as its inventor”<sup>9</sup>.

The first and biggest intelligence organizations of the 19<sup>th</sup> century may include a private company belonging to the **Rothschild** bank. The information obtained was used for appropriate preparation and execution of investment operations. In 1815 Europe was expecting news from Waterloo in Brabant (today Belgium) on the results of the battle of Napoleon’s army with the British-Prussian one. Possibly Nathan Rothschild knew that Napoleon had lost and despite this he flooded the London market with government bonds. Those who observed his actions did the same thing thinking that England had lost<sup>10</sup>. Nathan bought the bonds back in the right moment before information on

Napoleon arrived, while the bonds were of a significantly higher value by then.

The first classical enterprise of business intelligence offering information for sale was the company “**The Mercantile Agency**” established in 1841 by a merchant from New York called Lewis Tappan<sup>11</sup>. The main target was assessing whether merchants were capable of fulfilling their financial obligations as this was connected with a financial crises which started in 1837. Also at this time Robert Dun established an agency which in 1859 changed its name to “**R.G.Dun & Company**” and published his book with his assessment<sup>12</sup>. In 1849 John Bradstreet’s agency was formed which published its classification in 1857. In 1933 the competitors merged to form “**Dun & Bradstreet**”. The company boasts that for some time four presidents were its reporters, namely these being Abraham Lincoln, Ulysses Grant, Grover Cleveland and William McKinley. The idea of bond classification was expanded by John Moody to cover other debt instruments. In 1909 he published the first bond *rating* as the first part of his book on financial analysis of railroads. In order to give his readers an easy comparison of investments, Moody created a universal letter code ranging from “Aaa” to “C” which is a world standard to this day. At present leading world financing institutions undergo assessment carried out by **Moody’s Investors Services** rating agency in New York.

In Germany the first office of this type was established in 1862 as **Lesser&Liman**, known under the name of W.Schimmelpfenig since 1872 or under **Creditreform** since 1879. In 1885 another company was formed, namely **Bьrgel Co&KG**. In 1990 the head office of Bьrgel carried out a capital merger with the renown Hermes AG from Hamburg to create a computer business information base.

The set of entities specialising in supplying data and granting information in a professional way is enormous worldwide. Today, one may speak of a broad market of business information.

This market is filled with numerous information agencies, business information offices, market research institutes and companies dealing with market analysis, Datenbanken, Patentdatenbanken, information services. One may encounter specialist entities and information services as well as private business intelligence offices as well as Public Relations Agencies.

For many years in centrally planned economies business intelligence was only one of the ways of implementing the state’s economic policy – there was no place to realize tasks other

than that of state and co-operative companies. Private entities effectively strengthened their position by “fixing” beneficial decisions with clerks, civil servants and officials. But there was no information market as all possible information was reserved to belong the state – and this was looked after by censors.

Commencing with 1999 private detectives have been legally carrying out business activities. The legal basis for their operations in Poland is a business license while a professional license is expected to follow.

With opening business operations to market principles, the market of business information was taken over by the largest – possessing capital and information – world companies of business intelligence. Agencies of business intelligence offer information on companies and their owners, history and location, creditworthiness and financial standing, transaction risk, information on debtors, company payment. They offer services of claiming amounts due from unreliable business partners both in the country and abroad as well as publish guides on the economic situation of particular countries in the world. The same goes for political analyses as well as economic and commercial ones and many many others.

Intelligence companies usually offer information in the form of various reports: identification, preliminary, standard, special and supplementary. The most important product of an intelligence company is the report. It usually states that the report has to be treated by the orderer as strictly confidential and may be used exclusively for the own purposes of the orderer.

Rating agencies offer opinions in the form of assigning financial *standing* pertaining to an analysed entity – this being an assessment of the entity’s credibility presented in a standard form.

One must also draw attention to large business intelligence agencies working for governments. In Poland this includes Generalny Inspektor Infomacji Finansowej (General Inspectorate of Financial Information) - an organ of state administration, which is to acquire, gather and process information on each transaction exceeding 10 thousand EURO.

## LITERATURA

1. Bacova M., *Podstata a nevyhnost existencie bankoveho dohladu*, Acta oeconomica cassoviensia N° 4, Kosice 2000, s. 17.
2. Carnicky S., *Preco pracovnici vrcholoveho*

*manazmentu potrebuju exekutivne informacne systemy*, Acta oeconomica cassoviensia No 3, Kosice 2000, s. 34-41.

3. Demianchuk A.S., *Organization of private educational activity and security of its functioning in Ukraine*,

4. /In:/ *Zarządzanie bezpieczeństwem*, red. Pawła Tyrały, PSB Krakow 2000, p. 181-188.

5. Dun & Bradstreet International 1996.

6. Dziawgo D., *Credit-rating*, PWN Warszawa 1998.

7. Єрохін С.А., *Структурна трансформація національної економіки*, Світ Знань, Київ 2002.

8. Fuld L.M., *Compeditor Intelligence*, John Wiley & Sons New York 1985.

9. Gerardin L., *Bionika*, MON Warszawa 1976.

10. Korzeniowski L., *Firma w warunkach ryzyka gospodarczego*, KSW Krakow 2001.

11. Коженъовскі Л., *Передумови та перешкоди розвитку підприємництва у Польщі*, "Актуальні проблеми економіки" Київ 2002, no 5, s. 57-60.

12. Korzeniowski L., *The market of security*

*services in Poland*, /w:/ *Ekonomika Firiem 2000*, (Zbornik z medzinarodnej konferencie), Ekonomiczna univerzita v Bratislave, Podnikovohospodarska fakulta v Kosiciach, Sninske Rybniky 2000 s. 314-318.

13. Kwiecinski M., *Wywiad gospodarczy w zarzadzaniu przedsiebiorstwem*, PWN Warszawa - Krakow 1999.

14. Martinet B, Marti Y-M., *Wywiad gospodarczy*, PWE Warszawa 1999.

15. Mroziewicz K., *Twarz szpiega*, "Polityka" 1996, nr 2.

16. Palmer S., Weaver M., *Uloha informaci v manazerskem rozhodovani*, Grada Publishing Praha 2000.

17. Piekalkiewicz J., *Dzieje szpiegostwa*, SW Czytelnik Warszawa 1999.

18. Varcholova T., *Risk modelling for project management*, Acta oeconomica cassoviensia No 4, Kosice 2000, 281-290.

19. Zielinski Tomasz, *Informacja w procesie oceny banku*, "Bank" 1999, nr 8, s. 40.

<sup>1</sup> Fuld L.M., *Compeditor Intelligence*, John Wiley & Sons New York 1985.

<sup>2</sup> Kwiecinski Mirosław, *Wywiad gospodarczy*, "Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa" 2000, No. 1, p. 25.

<sup>3</sup> In: Korzeniowski L., *Firma w warunkach ryzyka gospodarczego*, KSW Krakow 2001.

<sup>4</sup> Gerardin L., *Bionika*, MON Warszawa 1976.

<sup>5</sup> Zielinski Tomasz, *Informacja w procesie oceny banku*, "Bank" 1999, nr 8, s. 40.

<sup>6</sup> Cf.: Palmer S., Weaver M., *Uloha informaci v manazerskem rozhodovani*, Grada Publishing Praha 2000, p. 20-21.

<sup>7</sup> Korzeniowski L., *Firma w warunkach ryzyka gospodarczego*, KSW Krakow 2001.

<sup>8</sup> Piekalkiewicz J., *Dzieje szpiegostwa*, SW Czytelnik Warszawa 1999, p. s. 13.

<sup>9</sup> Piekalkiewicz J., *Dzieje szpiegostwa*, op. cit. p. 193.

<sup>10</sup> Mroziewicz Krzysztof, *Twarz szpiega*, "Polityka" 1996, No. 2.

<sup>11</sup> Dun & Bradstreet Poland sp. z oo Warszawa 1999.

<sup>12</sup> Dziawgo D., *Credit-rating*, PWN Warszawa 1998, p. 107.

## **С традиции и професионализъм**

Висшето транспортно училище “Тодор Каблешков”, правоприменик на Държавното железопътно училище, е създадено преди 80 години с Указ на Н.В. Цар Борис III. Дългият исторически път на развитие го превръща във висше специализирано училище - утвърден и привлекателен за младите хора образователен и научен център, с богати традиции и доказан професионализъм.

През изминалите години Висшето транспортно училище даде на България повече от 28 000 професионално подготвени кадри, които намират пълна реализация в науката и практиката. Образователната и практическата им подготовка е изцяло съобразена със съвременните изисквания за модерен, подчинен на новите научно-технически постижения в транспортния и телекомуникационния отрасъл, което го прави конкурентноспособен и с възможности за интеграция в европейските системи.

Висшето транспортно училище е тясно свързано с всички отрасли на икономиката. С научния си и образователен потенциал то осигурява надеждно междурегионалните връзки на България и е част от националната ѝ сигурност. Това предопределя водещото му място в професионално-практическата подготовка на бъдещите специалисти.

Най-новата история на училището отваря поредната страница след неговото девоенизиране на 1 септември 2000 г. Поставено е началото на творчески и съзидателен път за осъществяване мисията на ВТУ - да участва активно в разработване и провеждане на държавната политика за развитие на висшето образование и науката в областта на транспорта и на транспортната система на България.



„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ ТРЕТА**

***ТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА И ЕНЕРГИЙНИ  
СЪОРЪЖЕНИЯ (ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ)***







## „ТРАНСПОРТ 2002“

### EVALUATING THE FATIGUE LIFETIME OF LOCOMOTIVE BOGIE FRAME

Rashid Zainetdinov

#### ABSTRACT

*Technique and results of research on fatigue lifetime prediction of the bogie frame for locomotives are considered. Object of research was bogie frame for the Korean National Railway locomotive. Two types of design were considered, welded and cast. Comparison of the calculation results with statistical data about time-to-failure of frames in service has shown, that the offered technique of evaluating the fatigue lifetime of welded and cast design lets correctly estimate the service lifetime of the structures.*

**Key words:** Bogie, Frame, Locomotive, Fatigue, Lifetime, Welded Design, Stress-Strain State.

The purpose of the paper is to introduce results of research on fatigue lifetime prediction of the bogie frame for locomotives. The research was conducted under agreement between the Hyundai Precision & Ind. Co., Ltd. (HDPIC) and the Yong-In Technical College.

Object of research was bogie frame for the Korean National Railway (KNR) locomotive FT36HCW-2 [1]. Basic parameters of the KNR locomotive bogie are described in Table 1. Two types of design were considered, welded and cast, both were manufactured by HDPIC. Welded design was made of steel JIS SM50A, cast design - of cast iron JIS FCD50.

Table 1

Basic parameters of bogie	Value
Number of axles	3
Width of gauge	1435 mm
Weight	21,818 kg
Unsprung weight	11,692 kg
Distance between axles	2,019/1,689 mm
Length	5,168 mm
Width	2,316 mm
Maximum speed	150 km/h
Wheel diameter	1,016 mm

Reliability research for bogie frames of the KNR locomotive was conducted according to plan, based on long-term experience of the decision of similar problems in Russia.

Long-term experience of estimating and forecasting the reliability of the load-carrying welded rolling-stock designs in Russia has shown, that these problems have to be decided, as a rule, in the following stages:

1. collection and non-parametrical processing the statistical data about failures (cracks) under service conditions [2,3];
2. specified estimation of a stress-strain state in the local critical zones of the most probable cracking and fracture using the finite element method. Revealing the local concentrators of stress (strain) and the most adverse combinations of all loads, which can occur in service [4];
3. collection and processing the information about fatigue lifetime of welded and cast specimens of various types and forms, representative from the view point of the configuration, sizes, welding technology, residual stresses, initial defects, etc. [5];
4. carrying out the dynamic-strength field tests of rolling-stock, processing the time history records of dynamic random stress (strain) in the local zones and estimating the dynamic loading characteristics

of structure over a given speed range for all operating conditions;

5. probabilistic estimation of the fatigue lifetime on the base of the cycle counting data obtained in the course of the field tests of locomotive [4,6].

The final stage is generalizing and is wholly based on the information, received at the previous four stages.

By using of statistical data about failures of bogie frames in service it was revealed, that the majority of cracks occur in a place of connection of the side frames with transom of the two-motor end of the bogie. The processing and analysis of statistical data about failures of welded bogie frames in service have shown, that the damage of symmetric zones of a structure is various. It means that nonsymmetrical loads have a place in service, resulting in failures of frames.

Comparison of the calculation results with statistical data about time-to-failure of bogies' frames of the locomotive in service has shown, that the offered technique of an estimation of fatigue lifetime of welded and cast design lets correctly estimate the service lifetime of the structures.

We have been compared final results with the statistical information about lifetime under real service conditions and results of fatigue tests of the similar design. It was revealed that the magnitude of the welding residual stresses exerts a great influence upon the estimator of a bogie frame lifetime. To increase the prediction accuracy it is necessary to make the specified calculation of the welding residual stresses in a bogie frame of the KNR locomotive.

For fatigue life improvement various methods of increasing the fatigue lifetime of a structure can be recommended, such as:

edge preparation for welding;  
processing of toes (zones of transition from main metal to metal of a welded joint);  
strengthening of most damaged zones of a bogie frame.

Among the finishing operation, producing surface layer properties that extend fatigue lifetime, the most commons are cold working method such as shot peening, rolling, and burnishing [7].

#### REFERENCES:

[1] Зайнетдинов Р.И. О южнокорейских железных дорогах. Железнодорожный транспорт, № 7, Москва, 1999.

[2] Kapur, K.C., Lamberson, L.R., Reliability in Engineering Design, Wiley, New York, 1977.

[3] Зайнетдинов Р.И. Применение бутстреп-моделирования для статистической оценки показателей надёжности несущих сварных конструкций грузовых вагонов. Сварочное производство, № 12, Москва, 1995.

[4] Зайнетдинов Р.И. Оценка усталостной нагрузки рам тележек локомотивов. В кн.: Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта. Труды международной научно-теоретической конференции. Ростов-на-Дону, РГУПС, 1999.

[5] Data Book on Fatigue Strength of Metallic Materials, Vol. 1-3. Chairman of Editorial Committee T.Tanaka. The Society of Materials Science, Japan, 1982.

[6] Fatigue Design Handbook, AE-10. Rice, R.C. (ed.), Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 1988.

[7] Zahavi, E., Life Expectancy of Machine Parts: Fatigue Design, CRC Press, New York, 1996.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### WAGGON IMPACT COEFFICIENT OF RESTITUTION

Dragan Petrovic, Ranko Rakanovic, Zlatan Soskic

#### ABSTRACT

*Numerous experiments on various kinds of waggon prototypes showed that maximum values of buffer forces during impacts with the same speeds and the same masses vary widely when varying types of waggons and kinds of loads. This paper proposes method of estimation of quality of waggon impact experimental investigation based on analysis of time record of buffer forces and calculation of coefficient of restitution.*

**Key words:** Impact, Waggon, Force,

#### 1. INTRODUCTION

The way of loading the waggon during a test on impact is defined of the regulations ERRI B12/RP 17. Certain loads (sand, coal dust, liquid, piece load, etc.), are listed for loading some types of waggons, and the use of another load which gives a similar height of the centre at the maximum allowed load is also allowed.

The waggon Falls-z designed for the transportation of coal was tested by checking the influence of the type of load on the value of longitudinal force at the impact of waggons in the Centre for Railway vehicles Kraljevo.

Comparative tests were carried out according to the ERRI regulations in such a way that the waggon was loaded with sacks of salt in the first case, and in the second case it was loaded with coal briquette. In both cases the waggon was loaded up to useful carrying capacity.

The sacks of salt, in comparison with coal, made a more homogeneous material difficult to move in relation to the waggon. With coal briquette, the effect of moving the load was more noticeable in comparison with the first case.

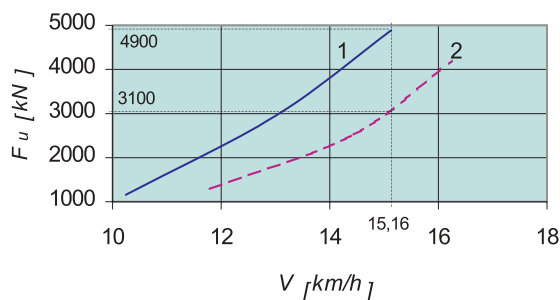
The results obtained by experimental tests are shown in Table 1, while Figure 1 shows, by a diagram, the dependence of force on the speed of bumping measured on the buffers at the impact of waggons.

Table 1.

	Speed of impact $V$ [ km/h ]	Force of impact $F_u = F_{o1} + F_{o2}$ [ kN ]
Vaggon loaded with sacks of salt	10,29	1162
	13,00	2950
	15,16	4900
Vaggon loaded with coal briquette	11,78	1295
	14,44	2500
	16,20	4210

Dr. Dragan Petrovic, Docent, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19., Yugoslavia, e-mail: helv@ptt.yu  
Dr. Ranko Rakanovic, Full Prof., Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19., Yugoslavia, e-mail: maskv@ptt.yu

Dr. , Zlatan Soskic, Docent, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo, Dositejeva 19., Yugoslavia, e-mail: zlatan\_soskic@maskv.edu.yu



**Figure 1. Diagram of dependence of force on the buffers on the speed of impact**

From the presented table and the diagram it can be seen that the values of forces measured at the impact of the waggon loaded with coal briquette (line 2) were smaller than in the case of impact of the waggon loaded with sacks of salt (line 1).

By analysing the previous diagram, it can be noticed that at the speed of  $V=15.16$  km/h the forces on the buffer are  $F_u=4900$  kN in the case of loading with sacks of salt (line 1), and  $F_u=3100$  kN in the case of loading with coal briquette (line 2). The difference between forces at that speed is  $\Delta F_u=1800$  kN, which makes 58% more than the value of the force measured in the case of loading with coal briquette. Also, from the diagram (Fig. 1) it can be noticed that with the increase of speed of impact, the difference in forces on the buffers becomes greater and greater.

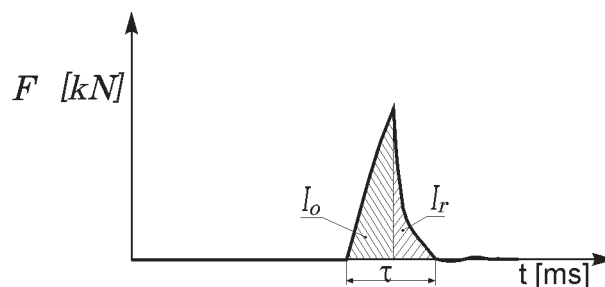
By the tests carried out it has been proved that moving of the load (in parts or as a whole) in relation to the waggon considerably influences the effect of dynamics of impact, which is represented by the values of maximum longitudinal forces. Hence, it follows that it is necessary to have a more precisely defined methodology of procession of results of the test of waggons on impact by which it will be possible to evaluate the quality of the experiment made.

## 2. OFFICIATED RESEARCH

For the purpose of finding a suitable methodology of procession of results of the test of waggons on impact, further theoretical and experimental researches have been made, and their results are briefly stated here.

If  $I_o$  is the impulse of force, which corresponds to the period of loading, and if  $I_r$  is the impulse of force which corresponds to the period of unloading the structure (Fig. 2), the coefficient of restitution can be defined as:

$$k_r = \frac{I_r}{I_o} \quad (1)$$



Where:  $F$  [kN] – force on the buffer;  
 $t$  [ms] – time;  
 $\tau$  [ms] – duration of impact of waggons.

**Figure 2. Dependence of the force on the buffers on the time during the impact of waggons**

During the impact of waggons, a part of the kinetic energy is used for overcoming the forces of friction and on the energy of deformation and oscillation of the structure. Therefore, in the case of well fixed load, the impulse of loading is greater than the impulse of unloading ( $I_o > I_r$ ), that is the coefficient  $k_r < 1$ . In the case of insufficiently fixed load, in the phase of loading, a part of energy is spent on moving of the load, and in the phase of unloading a part of that energy is returned to the structure and that is why the impulse of loading is smaller than the impulse of unloading ( $I_o < I_r$ ), that is the coefficient  $k_r > 1$ . Checking by the experiment was done on three different types of waggons Tadnss-z (Fig.3), Uacns (Fig.4) and Hccrss (Fig.5).

On the basis of experimentally measured values of changes of forces in the function of time, the impulses of loading ( $I_o$ ), the impulses of unloading ( $I_r$ ) and the coefficient of restitution  $k_r$  were measured.

The tested waggon Tadnss-z was loaded with the magnesium are whose moving during the impact is negligible. The value of the coefficient of

restitution is within the limits  $k_r=0.91 \div 0.955$ .

During the test of the waggon Uacns (which was filled with water), the existing partitions prevented

considerable moving of the load during the impact. The values of the coefficient of restitution range within the limits  $k_r=0.90 \div 0.91$ , and decline with the increase of speed of impact.

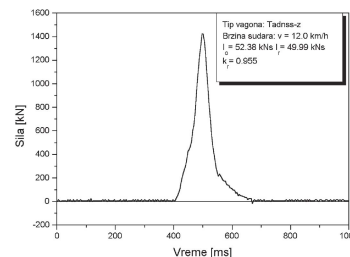
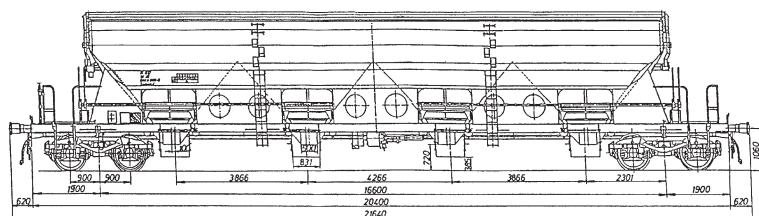


Figure 3.

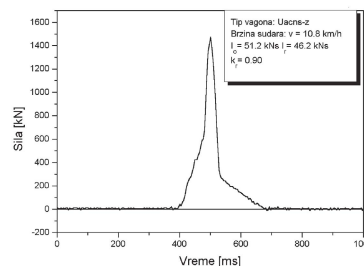
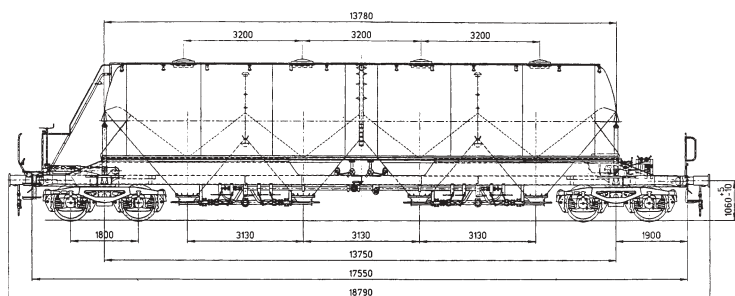


Figure 4.

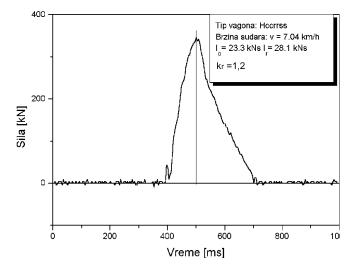
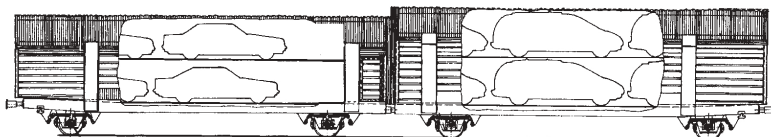


Figure 5.

During the test of the Hccrrss waggon for transportation of cars, there was considerable relative moving of parts of the waggon and the load (which consisted of barrels with water) in the longitudinal direction. This resulted in the decrease of the impulse of loading and the decrease of forces registered experimentally. If, as in this case, the impulse of unloading is greater than the impulse of loading ( $I_r > I_o$ ), that is  $k_r = 1.2$ , it can be concluded that the load moved in the waggon.

These facts, with additional research, can lead to a reliable criterion for the evaluation of validity of the experiment made. Besides, this detail can serve well in designing new similar structures of waggons for purpose of more precise calculation of forces that will appear at the impact.

### 3. CONCLUSION

Further research should be divided in two phases:

I – In the first phase it is necessary to make comparative tests on impact (using different loads) on several types of waggons and define the experimental methodology of determination of impulses of loading and unloading, that is the coefficient of restitution, determine the minimum

necessary frequency of registering and sampling of signals and define all parameters relevant for the evaluation of quality of the experiment made. On the basis of this research, it is possible to give a proposal for addition to the recommendations ERRI B12/RP17 item 3.1. The proposal of addition would contain the obligation of determining the impulse of loading, the impulse of unloading and the coefficient of restitution at the impact of waggons.

II – The second phase can follow after the adoption of the proposed changes in which the allowed range of the coefficient of restitution would be determined for each type of waggon out of which the results of experimental tests of waggons on impact will be considered irregular.

### 4. LITERATURE

[1] Petrovi} D., Stability of waggon carrying structure at impact, Ph. D. thesis, Faculty of Mechanical engineering Kraljevo, 2000.

[2] VerŸinskiy S. V., Danilov V. N., «elnokov I., I., *Dinamika vagona*, IzdatelŸstvo «Transport», Moskva 1978.

[3] ERRI B 12/RP 17, B 10/RP 12, B 55/RP 8 recommendations.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА ТОПЛООБМЕННИТЕ ПРОЦЕСИ И РАЗХОДА НА ТОПЛИНА В НТ “ИВАН ВАЗОВ” - СОФИЯ

Никола Калоянов, Петко Велев, Константин Шушулов

#### АНОТАЦИЯ

*През 2001 год. в България е иницизирана програма “Култура и енергия” с основна цел осигуряване на качество на микроклимата в представителни сгради на институции от национално значение с минимален разход на енергия. Един от първите обекти на програмата е уникалната сграда на Народния Театър “Иван Вазов”. Сложните топлообменни процеси в нея са изследвани чрез моделиране и симулиране с подходящо калибриране на моделите по реални измервания. След извършване на детайлизиран енергиен анализ са получени резултати за разхода на топлина и постиганото качество на микроклимата в сградата. Настоящият доклад представя част от тези резултати.*

**Ключови думи:** топлообменни процеси, разход на топлина, енергиен анализ.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Спецификата на сградата на Народния театър (фиг.1) като конструкция, функционално предназначение, изисквания към параметрите на микроклимата, както и многообразието от инженерни системи за тяхното осигуряване, налага прилагането на етапен подход за енергиен анализ.

Първият етап включва оценка на постиганото качество на микроклимата и свързания с това разход на енергия. Тя се извършва на основата на измервания и последващ регресионен и корелационен анализ на регистрираните данни. Получените резултати показват, че в отделни функционални зони от сградата не се постига необходимото качество на микроклимата и същевременно се реализира значим разход на топлина.

За тези зони и обслужващите ги системи чрез моделиране и компютърно симулиране на следващия етап е осъществен сравнителен анализ на конкурентните енергоспестяващи мерки. Сравнението е извършено по критерий “Нетно



Фиг.1

салдо”, като основен компонент в него е показателят “Годишен разход на енергия”.

#### АНАЛИЗ НА ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕТО

Следвайки изискванията на подхода “up-down” за енергиен анализ на сложни обекти, потреблението на енергия в Народния театър е

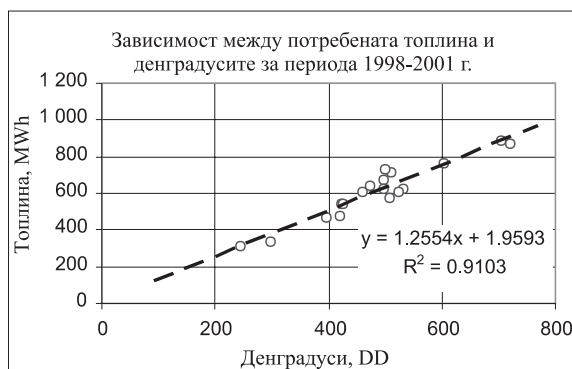
Никола Калоянов- доц. д-р инж. ТУ-София, 1797 бул.”Кл. Охридски” № 8

Петко Велев-гл.ас. д-р инж. ВТУ “Т. Каблешков”-София, 1574 ул. “Гео Милев” № 158

Константин Шушулов- ст.ас. д-р инж. ТУ-София, 1797 бул.”Кл. Охридски” № 8

изследвано за период от три години от 1998 до 2001 г. Средно за една календарна година енергопотреблението на театъра е около 3700 MWh. Анализът на енергийните разходи показва, че значимият дял (около 90 %) се пада на топлината енергия. Тя се използва за отопление, кондициониране на въздуха и горещо водоснабдяване.

С цел оценка на влиянието на климата върху потреблението на топлина е потърсена зависимост между разхода на топлина и изменението на реалната среднодневна месечна температура на външния въздух за разглеждания период. За целта като интегрална характеристика на климата са използвани денградусите. В конкретния случай те са определени на база 19 °C, а на фиг.2 е показана получената зависимост.



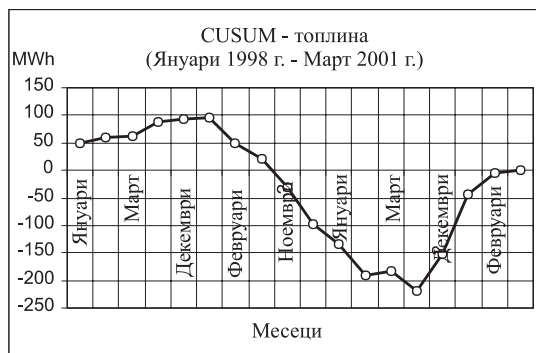
Фиг.2

Тя има линеен характер. Положителната стойност на пресечната точка с ординатата при нулева стойност на абсцисата отразява разхода на топлина извън отоплителния сезон. Този разход е за подготовка на вода за битови нужди (БГВ). Анализът на месечните стойности - от порядъка на  $5 \div 10$  MWh показва, че той е нерелно голям. Такова количество топлина съответства на загряване на 172000 литра вода на месец, което означава, че дневно се къпят около 72 човека.

За елиминиране на влиянието на климата върху разхода на топлина, е оценен и специфичния разход на енергия. Той е получен чрез разделяне на месечно потребената топлина и денградусите за съответния месец. Установено е повишаване на специфичния разход след декември 1999 год., като до края на отоплителния сезон 1999/2000 год. има ясни доказателства за недоотопляване.

Във връзка с това е изследвана и интегралната характеристика на топлоподаването -

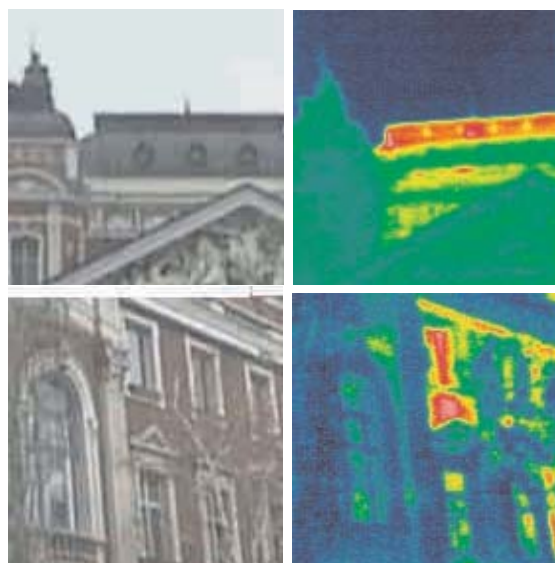
CUSUM за периода 1998-2000 год. На фиг.3 ясно се вижда неравномерността на топлоподаването около нулевата линия. Това според правилата на техниките CUSUM се приема за достатъчно доказателство, че управлението на топлоподаването крие значим потенциал за намаляване на разходите за енергия.



Фиг.3

### ИЗМЕРВАНЕ НА ТОПЛИННИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СГРАДАТА

С цел установяване на топлинни мостове и нарушаване на топлозащитните свойства на ограждащите елементи, чрез термовизионна камера е направено температурно сканиране на сградата. На фиг.4 са показани снимки на някои фрагменти от сградата и съответстващите им температурни полета.



Фиг.4

Сканирането е извършено при температура на външния въздух -3-6 °С.

Обработката на резултатите от термографския анализ показва че:

- термичното съпротивление на външните стени е еднакво по фасадите, с изключение на част от стената под прозореца на втори етаж в югозападния ъгъл (означена със стрелка);
- за всяко конкретно помещение температурата по външната повърхност на фасадите варира с  $\pm 0,5$  °С;
- на някои места по рамките на прозорците е установена повишена температура. Причина за това са неплътностите през отваряемите части;
- повишената температура над сцената е резултат на коминното действие на сцената и увличането на топъл въздух. Това действие може да бъде преустановено поне в интервалите от време, когато няма представление и залата се подготвя за това;
- температурното поле на тавана на залата показва едно от местата, където се подава топъл въздух. За съжаление уникалната конструкция на залата не позволява лесна промяна на схемата на въздухооб-

мен. Това може да стане само при основна реконструкция на театъра.

## ИЗМЕРВАНЕ НА ПАРАМЕТРИ НА МИКРОКЛИМАТА

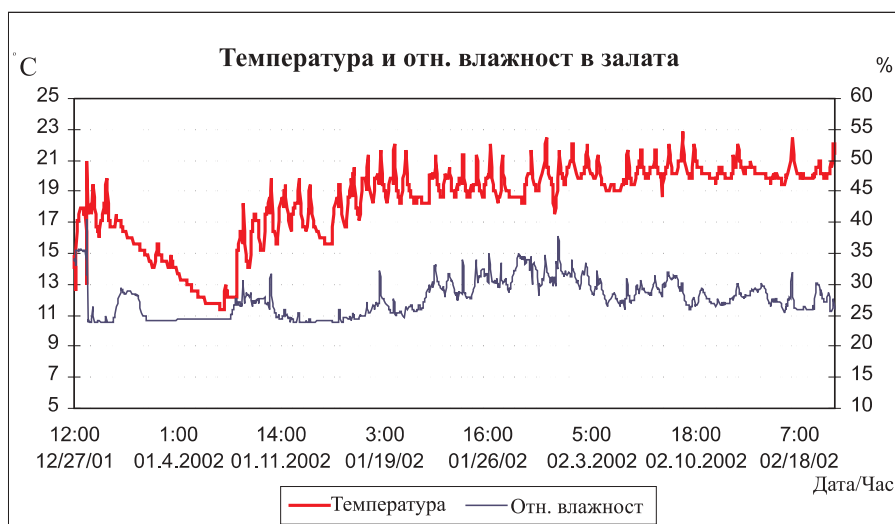
Чрез самозаписващи електронни уреди за температура и относителна влажност на фирмата Onset Computer Corporation - USA през периода 27.12.2001 - 22.02.2002 год. са извършени едновременни часови измервания в четири помещения от сградата:

- зрителна зала - температура и относителна влажност (ложа и партер);
- сцена (на височина 2 m);
- централно фоайе (на височина 1,5 m);
- работен кабинет с изложение "север" (на височина 1,2 m).

Периодът на измерване е избран така, че да се обхванат интервали с ниски външни температури и характерни експлоатационни режими - продължителна ваканция, работни и почивни дни.

На фиг.5 е показано изменението на температурата и относителната влажност в зрителната зала по регистрираните 1368 часови стойности.

Ясно се открояват два интервала от време -



Фиг.5

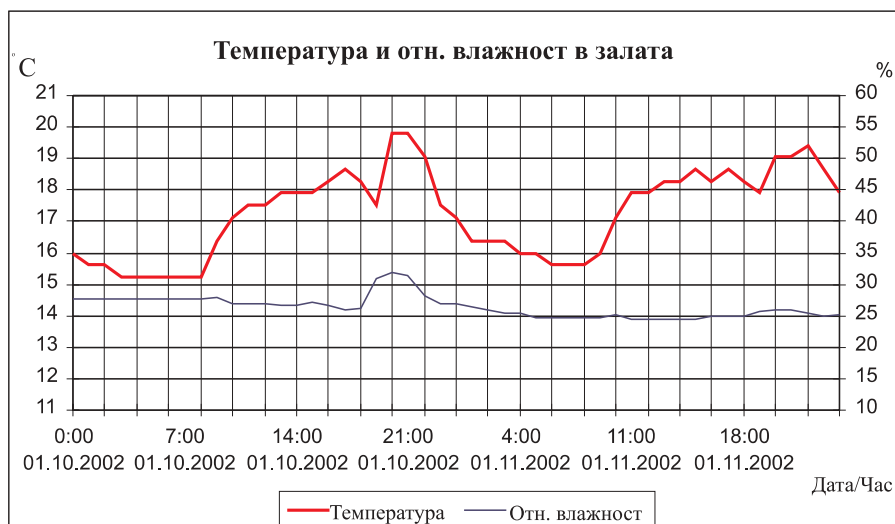
преди и след 08.01.2002г.

От 29.12.2001 г. до 08.01.2002 г. театърът е в Коледна ваканция и няма представления. Статистическата обработка на данните показва, че средната температура на въздуха за целия период е 18,4 °С, а максималната температура е 22,9 °С. Както се вижда от графиката, климатичната инсталация работи в прекъснат режим,

а относителната влажност на въздуха се установява значително под нормативната граница (50%).

Един обичаен работен ден е отразен на фиг.6 Той документира факта, че всеки ден климатичната инсталация се пуска в действие между 8:00 и 9:00 ч. и работи до 21-21:30 ч.

Наблюдаваната цикличност в динамиката на



Фиг.6

загриване на залата показва следните характерни белези:

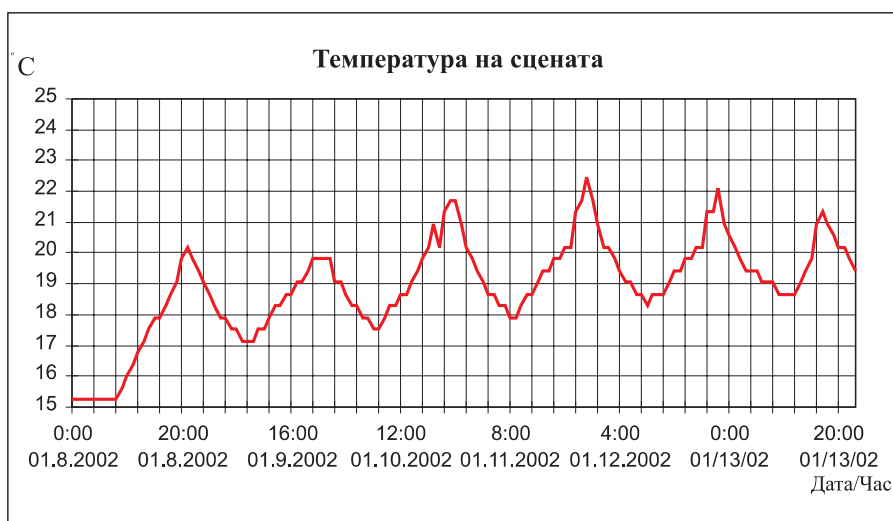
- до 18:30 ч. температурата не достига 19 °С;
- около 18:30 ч. се регистрира срив в температурата, след което започва стръмно повишаване;
- след 18:30 ч. в някои дни се наблюдава повишаване на относителната влажност, което може да се обясни с влизането на зрителите. Ниската стойност на относителната влажност е индикатор, че оросителната камера не функционира пълноценно.

Резкият пад на температурата в 18-18:30 ч. се причинява от нахлуване на студен въздух в залата при отваряне на вратите за зрителите.

Това е още едно доказателство, че климатичната инсталация в гардеробите не функционира и е налице дисбаланс по въздух. Повишаването на температурата до 19,8 °С може да се отдаде в значителна степен на вътрешния товар от зрителите. Климатичната инсталация работи 10 часа, за да повиши температурата в залата с не повече от 3 °С, което в никакъв случай не може да се оцени като ефективен режим.

Ходът на изменение на измерената температура на сцената (фиг.7) потвърждава някои изводи направени от предходния анализ. Изменението на температурата на въздуха на сцената е аналогично с това в залата. Средната стойност на температурата е 19,8 °С, минималната 11,7 °С, а максималната 24,4 °С.

Един от факторите за по-високите стойнос-



Фиг.7

ти е допълнителният товар от осветлението там. Климатичната инсталация, обслужваща сцената, също работи в периодичен режим. За разлика от динамиката на загряване на залата, при сцената се постигат по-големи температурни разлики за същия работен цикъл на инсталацията. По подобие на залата и тук около 18:30 ч. се наблюдава пад на температурата, което показва, че на сцената се просмуква въздух от залата. Това вероятно е вторият фактор, който обуславя по-високите стойности на температурата на въздуха на сцената.

При измерване на параметрите на микроклимата в централното фойе е избрана представителна точка, която се намира срещу главния вход на театъра. Причина за този избор е търсенето на оценка за влиянието на потока външен въздух при влизане на зрителите.

Направеният анализ показва, че:

- температурата на въздуха за разглеждания период не надвишава 19 °С;

- средната стойност на температурата през ваканционния период е 11,6 °С, а през работния период 16,53 °С;
- изменението на температурата и относителната влажност във фойето не следват режима на работа на климатичните инсталации. Забелязва се инертност, която по всяка вероятност е породена от процесите на топлопреминаване през стените на залата и акумулационната им способност;
- има наличие на резки, краткосрочни промени в температурата, което подсказва действие на периодично повтарящ се случаен фактор, водещ до нейното понижаване. Идентификацията на времето на поява и продължителността на това въздействие определят еднозначно, че то се поражда от отваряне на главния вход за влизане на зрителите (фиг.8). Преустановяване на този вреден ефект е възможно чрез инсталиране на топовъздушна



Фиг.8

завеса на главния вход. Сега на една от двете врати има монтирана такава.

От административната част на сградата за представителен е избран работен кабинет със северно изложение. Той се отоплява с радиатор, който е част от отоплителната инсталация. Анализът на регистрираните стойности на температурата на въздуха в кабинета показва, че:

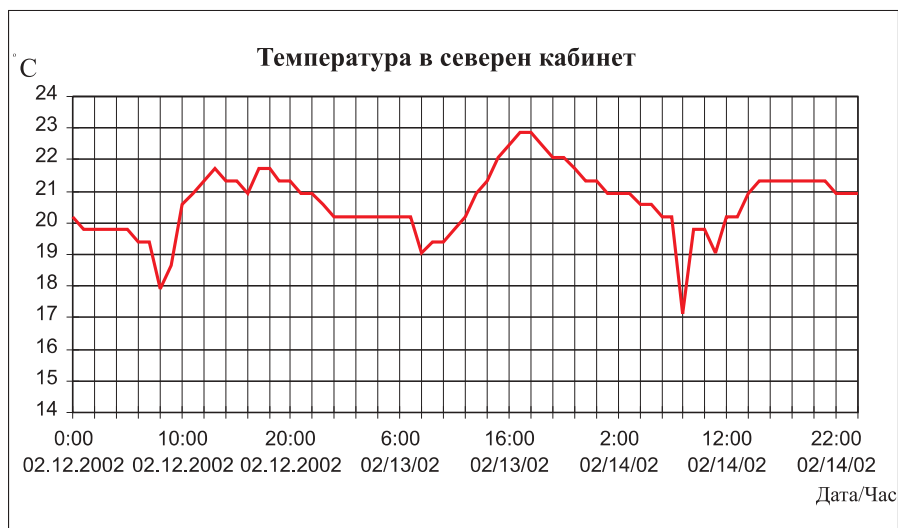
- за разлика от температурата на въздуха в климатизираните помещения, през ваканционния период температурата на въздуха в отопляемото помещение не спада под 22 °С.

- поради липсата на автоматично регулиране и управление на топлоподаването, отоплителната инсталация не прекъсва работа през ваканционния период.
- понижаването на температурата на въздуха в кабинета по време на редовна работна седмица се дължи на два фактора. Първият е следствие от ръчната операторска намеса за временно централно намаляване (спиране) на топлоподаването, а вторият - от проветряване на кабинета сутрин при почистване. Това предизвиква рязко моментно намаляване на темпера-

турата (фиг.9).

- през 1/3 от продължителността на анализирания работен период температурата на въздуха е над 20 °С.

Тези констатации са ясно доказателство на необходимостта от въвеждане на централно и локално регулиране и управление на отоплителната инсталация.



Фиг.9

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите, получени от извършените измервания и направения анализ показват, че в сградата има зони, в които поддържаното качество на микроклимата не съответства на съвременните стандарти. Причините за това се крият както в състоянието на инсталациите, така и в системите за контрол и управление на топлинните процеси в сградата.

Енергийният анализ показва наличие на потенциал за намаляване на разходите за топлина с над 20%. Този потенциал може да се оползотвори чрез единични енергоспестяващи мерки и комбинации от тях.

Уникалността на сградата не позволява прилагане на енергоспестяващи мерки за външните стени. Поради това намаляването на разходите за топлина следва да се търси чрез повишаване на ефективността на инсталациите за осигуряване на микроклимата.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] ASEAM 5.0 Manual. DOE, USA, 1998.
- [2] ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1997.
- [3] VoxCar Pro 4.0 Operation Manual, Onset Co., 1988





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РАЗХОДА НА ТОПЛИНА И ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА МИКРОКЛИМАТА В НТ “ИВАН ВАЗОВ” - СОФИЯ

Никола Калоянов, Петко Велев

#### АНОТАЦИЯ

На базата на извършения анализ на енергопотреблението и измерените параметри на микроклимата и топлинните характеристики на сградата на Народния театър “Иван Вазов” се предлагат мерки за намаляване разхода на топлина и за възстановяване на нормалната работа на системите за отопление и климатизация. За предложените мерки е направена технико-икономическа оценка и е анализиран финансовия риск.

**Ключови думи:** икономия на топлина, икономическа оценка, отопление, климатизация

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Топлинното стопанство на НТ “Иван Вазов” включва абонатна станция, отоплителна инсталация, пет климатични инсталации и локални климатични шкафове. Установено е, че част от съоръженията не функционират, а друга част са амортизирани.

В резултат на извършения анализ на съществуващото състояние на инсталациите са намерени възможности за намаляване на енергийните разходи. В тази връзка са разработени две основни групи мерки: за намаляване на разходите за енергия и за възстановяване на нормалната работа на системите.

#### МЕРКИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА РАЗХОДИТЕ ЗА ЕНЕРГИЯ

Тази група включва две категории мерки:

➤ **категория В** – мерки, отнасящи се до подобряване на топлотехническите характеристики на ограждащите елементи на сградата;

➤ **категория С** – мерки, отнасящи се до системите за отопление и климатизация.

Като се имат предвид конструкцията на сградата на театъра и доброто състояние на ограждащите елементи няма много възможности за прилагане на енерго-спестяващи мерки от категория В, които да са с малки инвестиции и висока ефективност. За това в тази категория се предлага само една мярка.

В категория С се формира списък от четири единични мерки.

**Мярка за енергоспестяване В1:** ремонт и уплътняване на прозорците.

При извършения оглед на стълбищните клетки е установено, че: остъкляването е единично; част от прозорците са със счупени стъкла; дограмата се нуждае от ремонт; има значителни fugи, особено по вратите на елипсовидните фойета.

За намаляване на разхода на топлина се предлага ремонт на дограмата и поставяне на двойно остъкляване. Чрез симулационно изследване на инфилтрацията на отопляемите обеми с



повишена инфилтрация е установена възможност за годишна икономия на топлина от 49,6 MWh. Необходимите инвестиции за материали са оценени на 4000 лв. Предлага се ремонтната дейност да се извърши от поддържащия персонал на театъра.

**Мярка за енергоспестяване С1:** поставяне на декоративни отвори на подпрозоречните дъски.

При огледа е установено, че повечето от отоплителните тела са монтирани в подпрозоречни пространства, затворени с плътни решетки. Това затруднява циркулацията на въздуха. За да се увеличи количеството на циркулиращия въздух и се осигурят нормални условия за работата на терморегулиращите вентили се предлага на подпрозоречните дъски да се пробият декоративни отвори. Необходимите разходи за това са оценени на 1500 лв.

**Мярка за енергоспестяване С2:** подмяна на съществуващата абонатна станция с топлинен център.

Съществуващата абонатна станция се състои от индиректна и директна част. Индиректната част осигурява топлоносител за отоплителната инсталация (90/70 °C) и за подгриване на гореща вода за битови нужди по двустепенна смесена схема. Директната част разпределя топлоносител за калориферите на климатичните инсталации.

При направения оглед на абонатната станция се установи, че:

- липсва автоматичен контрол и управление на топлоподаването;
- термостатният вентил с пряко действие, предвиден за управление на процеса “загриване на вода за битови нужди” не работи;
- топлообменните апарати са физически и морално остарели. Наблюдава се корозия по колената на преходите към секциите;
- липсва диференциален регулатор на налягането. Поради това изменението на разликата в налягането на флуида в подаващата и връщащата линия предизвиква неконтролируем дебит на първичен топлоносител;
- напорът на първичния топлоносител е недостатъчен за преодоляване на хидравличните съпротивления на калориферите за климатичните инсталации, поради което понякога се налага включване на помпи.

Направените констатации водят до заключението, че в това си състояние абонатната станция не може да осигури ефективно топлоснабдяване на инсталациите.

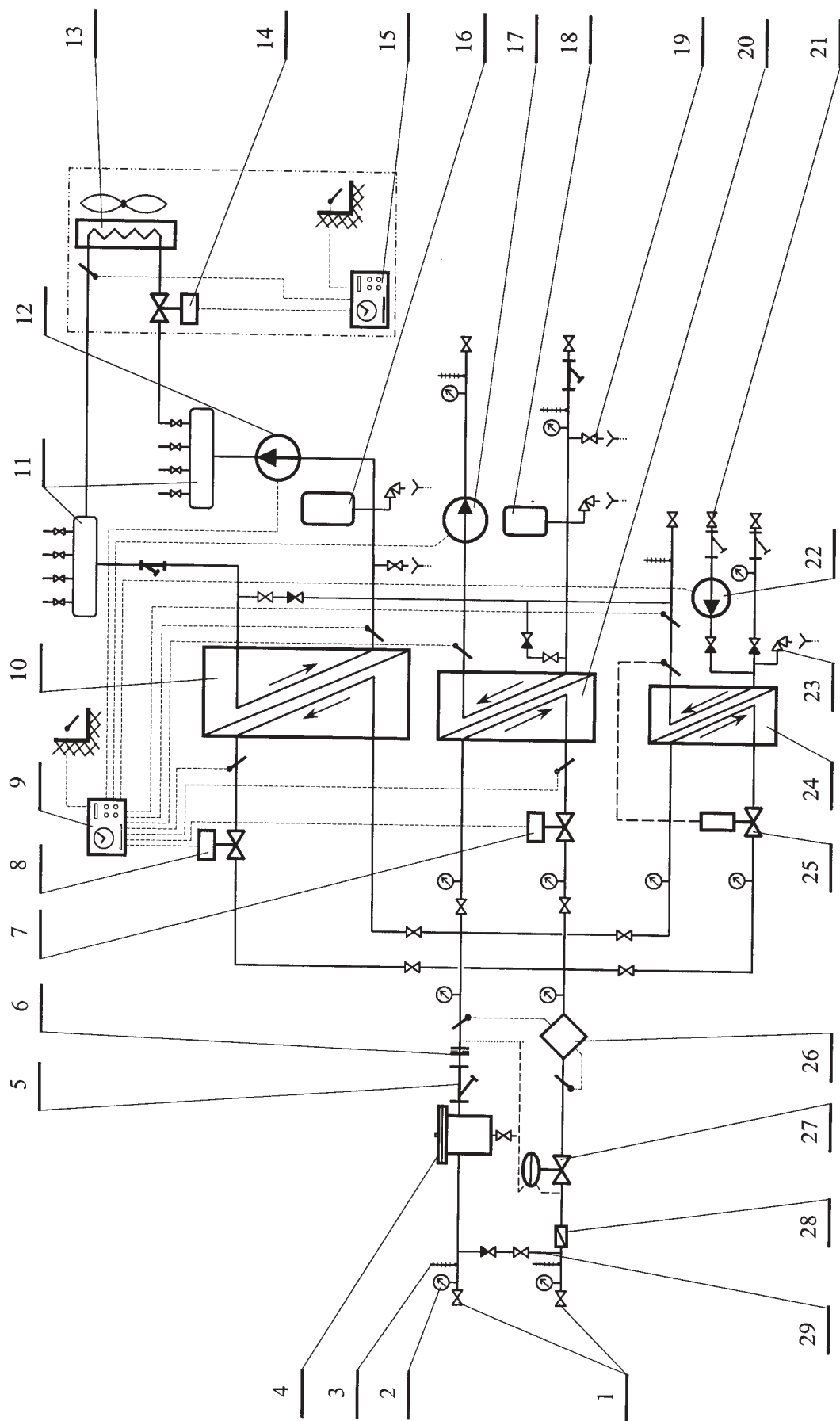
За това се предлага тя да се подмени с топлинен център (фиг.1). Предвижда се той да се изгради по изцяло индиректна схема с централно управление и с високоефективни пластинчати топлообменни апарати.

Необходимите разходи за подмяната са оценени на 55000 лв. Чрез симулационно изследване е установен годишен ефект от 341,02 MWh.

Основните елементи в схемата на топлинния център, показана на фиг.1 са:

1. Главни спирателни кранове на I -ви кръг (топлоносител от топлофикационната мрежа).
2. Манометър.
3. Термометър.
4. Груб филтър-утаител.
5. Фин филтър.
6. Ограничителна бленда (осигурителна)
7. Регулиращ мотор-вентил на топлообменника за отоплителната инсталация (дебит 11,5 m<sup>3</sup>/h и налягане 16 bar по I кръг).
8. Регулиращ мотор-вентил на топлообменника за климатичните инсталации (дебит 21,5 m<sup>3</sup>/h и налягане 16 bar по I кръг).
9. Електронен регулатор в комплект с датчици.
10. Пластинчат топлообменен апарат с топлинна мощност 1500 kW за климатичните инсталации.
11. Разпределителни колектори за кръговете на климатичните и вентилационни инсталации.
12. Циркулационна помпа за кръговете на климатичните и вентилационни инсталации (дебит 64,5 m<sup>3</sup>/h ; напор 12 ÷ 15 m).
13. Калориферна група.
14. Мотор-вентил на калориферната група.
15. Електронен регулатор в комплект с датчици.
16. Група мембранни разширителни съдове с общ обем 1500 l в комплект с предпазен клапан 6 bar.
17. Циркулационна помпа на отоплителната инсталация (дебит 34,4 m<sup>3</sup>/h ; напор 12?15 m).
18. Група мембранни разширителни съдове с общ обем 800 l в комплект с предпазен клапан 6 bar.
19. Дренаж.
20. Пластинчат топлообменен апарат с топлинна мощност 800 kW за отоплителната инсталация.
21. Рециркулационна линия на БГВ.
22. Циркулационна помпа на рециркулационната линия за БГВ.Предпазен клапан на БГВ - 10 bar
23. Пластинчат топлообменен апарат с топ-

ПРИНЦИПНА СХЕМА НА ИНДИРЕКТНАТА АБОНАТНА СТАНЦИЯ  
НА НАРОДЕН ТЕАТЪР "ИВАН ВАЗОВ"



Фиг.1

линна мощност 150 kW за БГВ.

24. Терморегулиращ вентил на БГВ (дебит 3,7 m<sup>3</sup>/h и налягане 16 bar по I кръг).

25. Топломер (дебит 35,1 m<sup>3</sup>/h и налягане 16 bar по I кръг).

26. Регулатор на пад на налягане (дебит 35,1 m<sup>3</sup>/h, налягане 16 bar по I кръг).

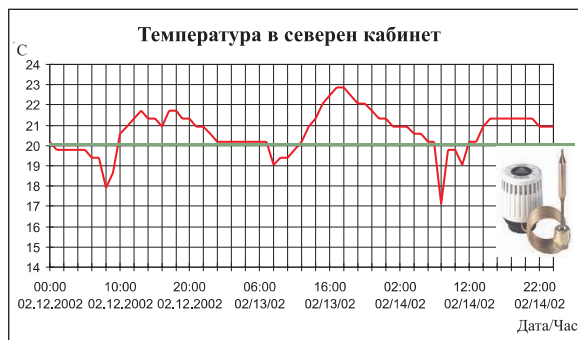
27. Възвратна клапа.

28. Байпасна група.

Дебитите на елементите по кръга на първичния топлоносител са изчислени при температури 135/75 °C за зимен режим и 75/35 °C за летен режим.

**Мярка за енергоспестяване С3:** подмяна на съществуващите радиаторни вентили с термостатни.

Извършените измервания показват, че в отопляваните помещения има преразход на топлинна енергия (фиг.2). Това се дължи на липсата на локално регулиране на топлоподаването. В тази връзка се предлага съществуващите 285 радиаторни вентила да се заменят с термостатни, от които: прави 1/2" - 56 бр., 3/4" - 11 бр., 1" - 5 бр.; ъгливи 1/2" - 211 бр., 1" - 2 бр.



Фиг.2

Необходимите разходи за изпълнение на тази мярка са оценени на 7800 лв. Чрез симуляционно изследване е установен годишен ефект от 165,82 MWh.

**Мярка за енергоспестяване С4:** преустройство на климатичната инсталация за гардеробите.

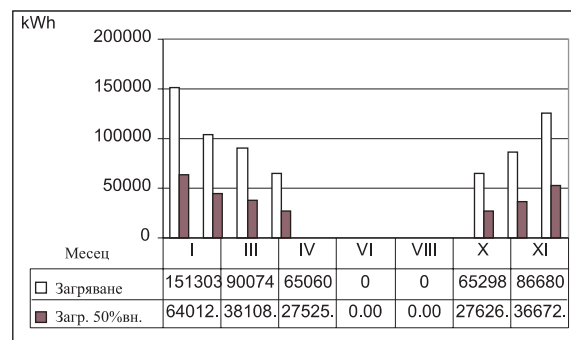
Съществуващата климатична инсталация, която обслужва гардеробите е проектирана да работи със 100 % пресен въздух. По съществуващите норми това не е задължително за помещения, в които не се пуши.

Анализът на резултатите от извършените измервания показва, че инсталацията не функционира нормално. Причина за това е неправилния монтаж на въздухо-охладителната секция

пред calorifера. Това увеличава хидравличните съпротивления по пътя на въздуха, в резултат на което нагнетателният вентилатор не може да осигури необходимия дебит.

За намаляване на разхода на топлина се предлага демонтиране на охлаждащата секция от климатичната камера и изграждане на рециркуляционен въздуховод, при което инсталацията ще работи с 50 % пресен и 50 % рециркуляционен въздух. Необходимите разходи за това са оценени на 8500 лв.

Извършеното симуляционно изследване на работата на климатичната инсталация в отоплителен режим преди и след преустройството показва икономия на топлинна енергия от 121,4 MWh. Резултатите от това изследване са показани на фиг.3 и се отнасят за шест месечен отоплителен период при 22 работни дни на месец и 10 часа работа на ден.



Фиг.3

Технико - икономическа оценка на предлаганите мерки

При базова стойност на годишната лихва  $NIR = 12\%$  и на годишната инфлация  $IR = 3\%$ , за предлаганите енергоспестяващи мерки В1, С2, С3 и С4 е извършена технико-икономическа оценка по следните показатели:

- нетно салдо –  $NPV$ ;
- срок на откупуване –  $SPB$ ;
- вътрешна норма на възвръщаемост –  $IRR$ .

След определяне на реалната лихва по зависимостта:

$$RIR = \frac{(NIR - IR)}{1 + IR} \cdot 100\% \quad (1)$$

и на фактора на изменение по зависимостта:

$$DF = \frac{1}{(1 + RIR)^i} \quad (2)$$

се изчислява нетното салдо:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{NCF_i}{(1 + RIR)^i} - I_0, \quad (3)$$

където  $n$  е дълготрайността на мярката в години;  $NCF_i$  – годишна парична икономия;  $I_0$  – начални инвестиции.

Вътрешната норма на възвръщаемост  $IRR$  е определена като лихвата, при която  $NPV=0$ .

Срокът на откупуване  $SPB$  е изчислен по зависимостта:

$$SPB = \frac{I_0}{NCF - I_1}, \quad (4)$$

където  $NCF$  е средната годишна парична икономия, а  $I_1$  са средно-годишните експлоатационни разходи за прилагане на съответната мярка;

Резултатите, получени от икономическата оценка на енергоспестяващите мерки са показани в таблица 1. От нея се вижда, че с най-малък срок на откупуване (0,7 години) е подмяната на съществуващите радиаторни вентили с термостатни, а с най-голям (2,4 години) – подмяната на съществуващата абонатна станция с топлинен център.

Таблица 1

Означение	ЕНЕРГОСПЕСТЯВАЩИ МЕРКИ	Инвестиции , лв	NPV , лв	Срок на откупуване, год.
B1	Ремонт и уплътняване на прозорците	4000.00	17788	1.20
C3	Подмяна на съществуващите радиаторни 285 вентили с термостатни	7800.00	83428	0.70
C4	Преустройство на климатичната инсталация за гардеробите	8500.00	58290	1.04
C2	Подмяна на съществуващата абонатна станция с топлинен център	55000.00	132716	2.40

## АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВИЯ РИСК

От единичните мерки с най-големи инвестиции е мярката C2: подмяна на съществуващата абонатна станция с топлинен център. Нейното въвеждане е необходимо не само с цел икономия на енергия, но и поради факта, че съществуващата абонатна станция е физически и морално остаряла.

Икономическият анализ показва, че тази мярка е с най-ниска стойност на вътрешната норма на възвръщаемост.

По тези причини за мярката C2 е извършен и анализ на финансовия риск чрез оценка на чувствителността на показателя “Нетно салдо” по следните фактори:

- лихвен процент;
- икономия на енергия;
- необходими инвестиции.

Факторите са вариращи в диапазон на изменение [-60%, +60%]. Резултатите са илюстри-

рани на фиг.4. Както се вижда от фигурата, има достатъчни основания да се приеме, че мярката C2 е гарантирана при широко изменение на рисковите фактори.

## МЕРКИ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА НОРМАЛНАТА РАБОТА НА СИСТЕМИТЕ

Резултатите, получени от извършения анализ недвусмислено показват, че в сградата има зони, в които поддържаното качество на микроклимата не съответства на съвременните стандарти. Необходимо е да се предприемат мерки за нормализиране на работата на системите за поддържане на микроклимата, като:

- извършване на аеродинамична настройка (по въздух) на климатичните инсталации за зрителна зала, сцена и гардероби. Това се налага поради установените от анализа неорганизи-

рани течения и нарушаване на топлинния ком-  
форт;

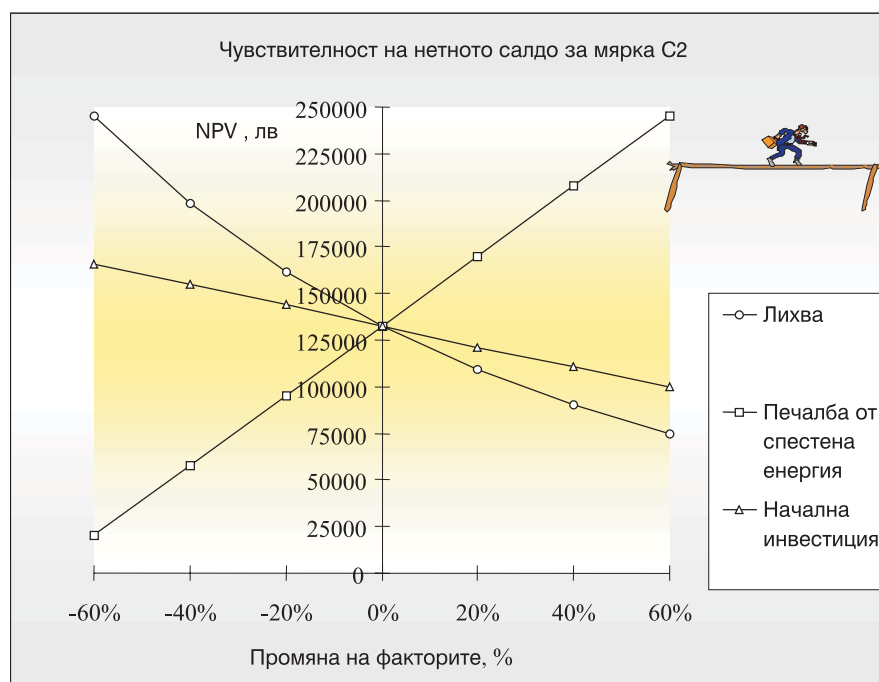
- замяна на електрическите калорифери в климатичните инсталации за камерна зала с калорифери за топлоносител гореща вода 90/70 °С;

- поставяне на топлинна завеса на входа на централното фоайе, както и на входа на тунела за внасяне на декори;

- проектиране и инсталиране на нов хладилен център за студоснабдяване на климатични-

те инсталации;

- въвеждане на система за мониторинг на енергийните разходи. Такава система ще осигури своевременна диагностика на системите за отопление и климатизиране на въздуха. Същата е предвидена за дистанционно предаване на информация в ТУ-София, чрез което да се извършва и обучение на студенти от специалност “Топлотехника”.



Фиг.4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В основата на оценката на разработените енергоспестяващи мерки е поставен годишния разход на енергия. Това е единствено правомерната мярка за сравнителен анализ на конкурентноспособни технически решения.

В реализирания проект същият е определен чрез симулиране на конкретните мерки в годишен план по климатични данни от Представителната година за гр. София.

Получените икономически оценки показват, че предлаганите решения са ефективни, с малък

срок на откупуване и приемлива вътрешна норма на възвращаемост.

Резултатите от технико-икономическия анализ са приети от специализиран експертен съвет, а мерките са приети за внедряване до началото на отоплителния сезон 2002/2003 год.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] ASEAM 5.0 Manual. DOE, USA, 1998.
- [2] ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1997.
- [3] VoxCar Pro 4.0 Operation Manual, Onset Co., 1988



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ В ЭНЕРГЕТИКЕ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ

Георги Генадиев, Олег Крыстев

#### АННОТАЦИЯ

*Представлены некоторые результаты моделирования движения поездов на реальном участке Болгарских железных дорог. Получены регрессионные зависимости между основными величинами, характеризующими энергетику тяги.*

**Ключевые слова:** тяга поездов, энергетика тяги

Влияние всех факторов, действующих на энергетические процессы во время движения поезда, учесть невозможно, так как некоторые из них не поддаются измерению, а другие мало изучены. Отсюда возникает основная задача в энергетике тепловозной тяги: определить степень взаимосвязи между характерными параметрами процессов и значимыми факторами, т.е. определить форму данной зависимости и интенсивность, с которой она проявляется среди многочисленных смущающих воздействий [1]. Эта задача решается методом корреляционного - регрессионного анализа соответствующих статистических данных.

К важнейшим тягово-энергетическим величинам в теории и практики локомотивной тяги относятся:

- абсолютный расход энергоресурса (топлива или электроэнергии);
- удельные расходы энергоресурса (отнесенные к механической работе, к перевозочной работе, к наработке или к пробегу локомотива);
- соответствующие составляющие расхода энергоресурса, связанные с преодолением сил основного сопротивления движению поезда, регулировочными торможениями на вредных спусках, торможениями для снижения скорости

движения, изменением потенциальной энергии поезда, преодолением силы сопротивления движению от кривых и др. [2];

- масса поезда;
- скорость поезда;
- производительность локомотивов;
- коэффициент полезного действия.

Как известно, во время движения поезда протекает процесс преобразования энергоресурсов в энергию движения поездов. Этот процесс непосредственно связан с объемом и качеством использования энергоресурсов в технологии перевозок и является предметом энергетики тяги поездов [3].

Между указанными характерными величинами можно установить корреляционно-регрессионные связи.

Двумерные корреляционные связи могут быть широко использованы для анализа энергетических процессов в локомотивах. Так например, двухмерный корреляционный анализ может быть использован для получения уточняющих коэффициентов к формулам приведения к нормальным атмосферным условиям основного сопротивления движению, расхода энергоресурса или других параметров локомотива.

Георги Генадиев, доц., д-р, инж., кафедра “Транспортная техника”- ВТУ им. Т. Каблешкова, ул. им. Гео Милева 158, 1574 София

Олег Крыстев, гл. ас., инж., кафедра “Железнодорожная техника”- Технический университет, блок 9, 1156 София

При тепловозной тяге атмосферные условия влияют на основные характеристики локомотива главным образом через температуру, давление и влагосодержание воздуха. В данном исследовании рассмотрены зависимости между температурой и влажностью, с одной стороны, и расходом топлива, с другой стороны. Поскольку в пределах возможного изменения атмосферных условий влияние температуры и влагосодержания воздуха невелико, то искомую связь следует считать линейной [4].

Точность статистической информации о расходе энергоресурса является функцией точности измерительных приборов и организации измерений. Чтобы избежать затруднений, связанных с точностью и надежностью исходных данных, иначе говоря, чтобы уменьшить количество измерений, в данной работе использован подход, основанный на генерировании данных путем моделирования движения поезда.

Моделирование является общим методологическим приемом при исследованиях и при решении задач из области тяги поездов.

В теории управляемого движения и в теории тяги поездов состояние системы в каждый момент времени определяется многими параметрами, а ее поведение исследуют на математических моделях.

Здесь использованы результаты моделирования движения поездов 1101 и 1102, обслуживаемых тепловозом серии 07 на железнодорожном участке Пловдив - Димитровград. Моделирование исполнено в условиях существующего расписания поездов. Алгоритм управления локомотивом обеспечивает минимальный расход топлива для известных значений времени хода поезда по перегонам [5]. Учитывались средние значения интересующих нас величин для всех 15 перегонов: Пловдив - ВР депо, ВР депо - Крумово, Крумово - Ягодovo, Садово - Чешнегирово, Чешнегирово - Поповица, Поповица - Виница, ... , Сталево - Ябылково, Ябылково - Крум, Крум - Димитровград. Исследуемыми величинами являются:

- часовой расход топлива -  $B_q$  ;
- изменение часового расхода топлива в результате воздействия высоких температур -  $\Delta B_q^{(t=+...)} = B_q^{(t=+...)} - B_q$  ;  $B_q^{(t=+...)}$ ,  $B_q$  - соответственно расходы при высоких температурах  $t = +...$  и при стандартных атмосферных услови-

ях;

- изменение часового расхода топлива в результате воздействия низких темпера-

тур -  $\Delta B_q^{(t=-...)} = B_q^{(t=-...)} - B_q$  ;

$B_q^{(t=-...)}$  - расход при низких температурах  $t = -...$  ;

- удельный расход топлива -  $\varphi$ ,  $kg / km$  ;
- касательная сила локомотивной тяги -  $F_k$  .

Соответствующие корреляционные поля и линии регрессии показаны на рис. 1, 2 и 3, где поясняющие выражения относятся и к:

- $F_{стат}$  - статистический критерий Фишера только для неповторяющихся наблюдений;
- $F \equiv F_{\alpha(n-1; n-m-1)}$  - критерий Фишера ( $\alpha$  - уровень значимости,  $n$  - число наблюдений,  $m$  - число независимых факторов):

$$F_{0,05}(29; 28) = 1,87 ;$$

$$F_{0,01}(29; 28) = 2,44 ;$$

- $r$  - коэффициент корреляции;
- $r^2$  - коэффициент детерминации.

Нарадания  $\Delta B_q^{(t=+30^\circ C)}$  и  $\Delta B_q^{(t=-30^\circ C)}$  физически формируются (и моделируются) почти независимо. Поэтому корреляционную связь на рис. 3 следует отнести к псевдокорреляционным связям.

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- Двумерные корреляционные связи имеют место в энергетике тепловозной тяги.

- Корреляционная связь между исследуемыми величинами, представленная на корреляционном поле (рис. 1 и рис. 3), очевидно близка к линейной.

- Регрессионная зависимость между часовым расходом и удельным расходом топлива (рис. 2) нелинейна и может быть представлена в виде степенной функции. Это важно для исследований, связанных с введением корректирующих коэффициентов для нормативного пробега тепловозов при помощи стоимостей удельного расхода топлива [6].



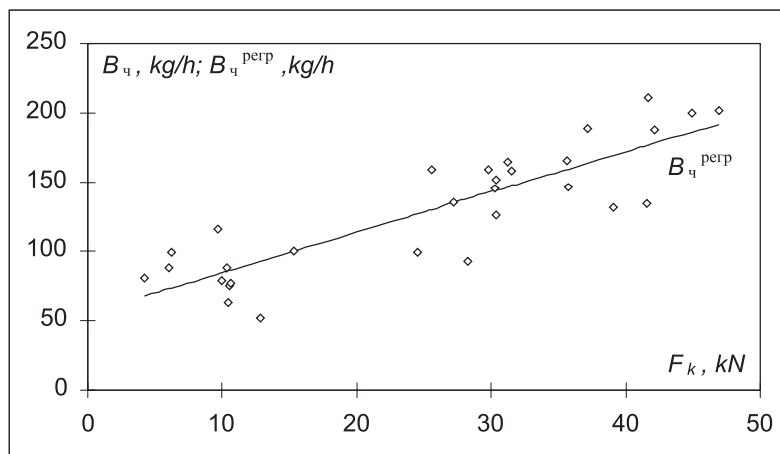


Рис. 1.

Корреляционное поле и линия регрессии:  $B_q^{перп} = 55,315 + 2,916 \cdot F_k$  (здесь и ниже (...) <sup>перп</sup> – регрессионная оценка соответствующего результирующего фактора (...));

$$3,800 = F_{стат} > F;$$

$$r = 0,864; r^2 = 0,746.$$

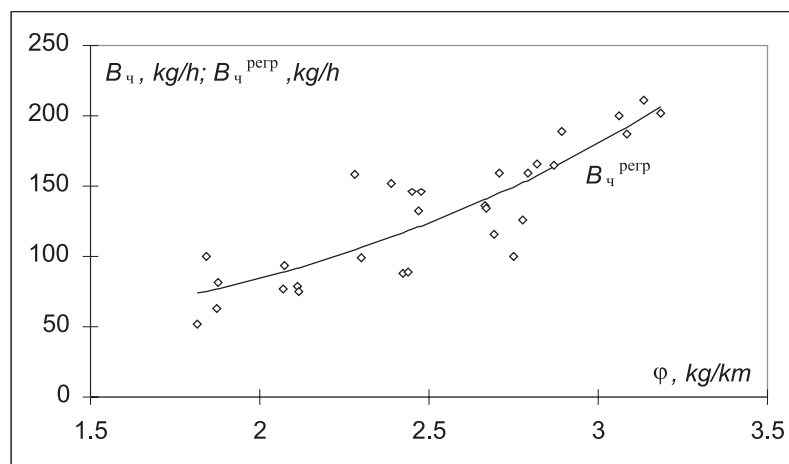


Рис. 2.

Корреляционное поле и линия регрессии:  $y = B_q; x = \varphi^{2,85}; y^{перп} = 39,596 + 6,160 \cdot x;$

$$3,913 = F_{стат} > F;$$

$$r_{yx} = 0,868; r_{yx}^2 = 0,753.$$

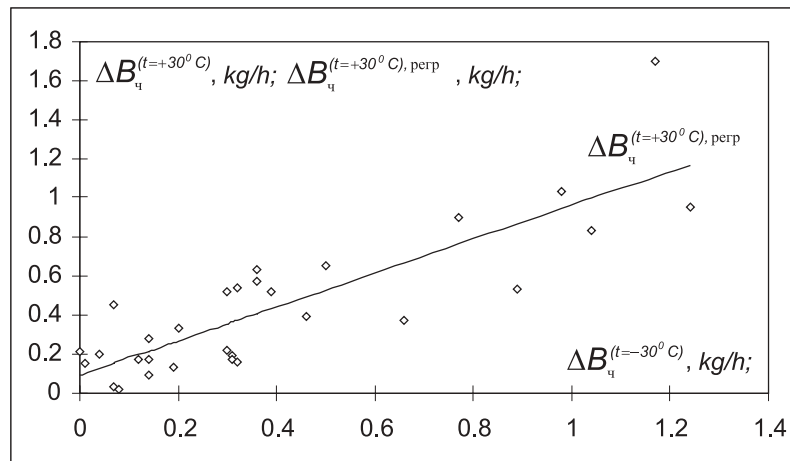


Рис. 3.

Корреляционное поле и линия регрессии при скорости движения состава на перегонах около 50 km/h:

$$\Delta B_{\text{ч}}^{(t=+30^{\circ}\text{C}), \text{перп}} = 0,094 + 0,866 \cdot \Delta B_{\text{ч}}^{(t=-30^{\circ}\text{C})};$$

$$3,314 = F_{\text{стат}} > F;$$

$$r = 0,842; r^2 = 0,709.$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей. К., Техніка, 1976.
- [2] Испытания локомотивов и выбор рациональных режимов вождения поездов. Под ред. С.И. Осипова. М., Транспорт, 1975.
- [3] Деев В.В. и др. Тяга поездов. Под. ред. В.В. Деева. М., Транспорт, 1987.
- [4] Алабин М.А., Ройтман А.Б. Корреляци-

онно-регрессионный анализ статистических данных в двигателестроении. М., Машиностроение, 1974.

[5] Генадиев Г. и др. Сезонни колебания в работоспособността на локомотивите. Железопътен транспорт, № 9, 2000, с. 21-24.

[6] Генадиев Г. и др. Коригирани между-ремонтни пробези за дизеловите локомотиви в системата на НК "БДЖ". Железопътен транспорт, № 11/12, 2001, с. 18-23.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### Трибологичен характер на смесеното и разделеното натоварване на детайлите

Георги Генадиев, Маруся Теофилова

#### АНОТАЦИЯ

*Представят се резултати от експериментално сравнително изследване на образци, подложени на износване. Прави се извод за влиянието върху ресурса на характера на натоварването – смесено и разделено.*

**Ключови думи:** трибология, надеждност, ресурс

Нарушаването на функционалните свойства на машините е текущ експлоатационен проблем. Известно е, че ако нивото на разрушителните процеси се намира в определени допустими граници, загубата на работоспособност става постепенно – характерно за отказите при износването.

Загубите в отрасъла машиностроене на високоразвитите държави вследствие на триенето и износването достигат няколко процента от националния доход. Търсят се всякакви недоизползвани резерви за намаляване на износването. В настоящата работа се анализира една възможност за намаляване на износването посредством “изгоден” характер на прилаганото натоварване.

Налагат се редица инвариантни енергетични критерии за повърхностно разрушаване, в това число [1]:

- относителната работа на износването (отношението на мощността на триенето към интензивността на износването; този критерий за различните видове износване – абразивно, окислително, механично, от

фретинг-корозия и др., може да се различава с няколко порядъка);

- критичната плътност на енергията за деформиране;
- критичната плътност на вътрешната енергия;
- критерии на основата на оценката за повърхностната енергия – работата, извършена за образуването на нова повърхност;
- ентропийно-енергетични критерии.

Предлагат се и изчислителни зависимости за прогнозиране на износването, основани на енергетичните представи за механизмите на износването. Все още обаче в литературата доминират изчислителните оценки за износването, отчитащи уморните механизми на разрушаването на повърхностните слоеве при триенето – независимо от вида на износването.

Факторите, определящи интензивността на износването, условно могат да се представят в следните четири групи [2]:

- външните условия на триенето;
- механичните свойства на износвания ма-

Георги Генадиев, доц., д-р, инж., катедра “Транспортна техника”- ВТУ “Т. Каблешков”, ул. “Гео Милев” 158, 1574 София

Маруся Теофилова, доц., д-р, инж., катедра “Основи и технически средства за конструиране”- Технически университет, блок 4, 1156 София

териал;

- микрогеометричните характеристики на износваната повърхност;
- фрикционните характеристики на контакта.

В експлоатационни условия съществува възможност за определено влияние върху износването с факторите от първата група.

Натоварването влияе нелинейно върху износването – съгласно зависимостта [2]:

$$I_h \rightarrow P_{ном}^{1+\beta \cdot t}, \quad (1)$$

където:

- знакът “ $\rightarrow$ ” тук означава “право-пропорционално”;
- $I_h$  е интензивността на износването;
- $P_{ном}$  - номиналното налягане в контакта;
- $\beta$  - безразмерен коефициент на уякчаване на молекулярната връзка;
- $t$  - степенен показател ( параметър) на кривата на фрикционната умора.

Правени са различни експериментални изследвания за зависимостта на износването от налягането. Така за лагерни сплави е наблюдавана степенна зависимост на износването от налягането, като  $I + \beta \cdot t$  се изменя в интервала 1,4 – 3 [3].

От зависимостта (1) следователно произтича:

$$\frac{T_i}{T_j} = \frac{P_{ном,j}^{1+\beta \cdot t}}{P_{ном,i}^{1+\beta \cdot t}} = \left( \frac{P_{ном,j}}{P_{ном,i}} \right)^{1+\beta \cdot t}, \quad (2)$$

където:

- $P_{ном,i}$  и  $P_{ном,j}$  са стойности на номиналното налягане в контакта, резултат на различни нива на натоварването;
- $T_i$  и  $T_j$  - съответните стойности на ресурса, дефиниран физически с някакво гранично износване.

Обръща се внимание, че за ресурса на лагерите в литературата се дават зависимости от вида [4, 5, 6]:

$$L \rightarrow \frac{1}{Q^\alpha}, \quad (3)$$

където:

- $L$  е означението на ресурса;
- $Q$  - натоварването (приведеното натоварване или еквивалентното натоварване) на лагера;
- $\alpha = 3,333$  или  $\alpha = 3$ .

В таблица 1 са дадени резултати от експериментално трибологично изследване на опитни образци от месинг: цилиндрични тела с диаметър  $d = 22 \text{ mm}$ , подложени на челно износване при път на плъзгане  $S^{плъзг} = \text{const}$  и отно-

сителна скорост на плъзгане  $v^{плъзг} = \text{const}$ . От едностепенните (разделени) натоварвания под условни номера 1, 2 и 3 са направени комбинациите тристепенни (смесени) натоварвания №№ 4а, 4б и 4в. Използван е изпитвателен стенд на катедра “Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет – София.

От таблицата 1 се вижда, че средното масово износване при отделните натоварвания №№ 1, 2 и 3 е по-малко, сравнено с масовото износване при смесеното натоварване № 4:

$$0,1381 \text{ ,g} \approx \overline{(\Delta m)_{средно}} < < \overline{\Delta m_{смес}} \approx 0,1670 \text{ ,g}, \quad (4)$$

където участващите в неравенството величини са дефинирани в таблицата 1.

Следователно, за детайли, подложени на разрушителния процес износване, може да бъде направен следният извод: **ресурсът при смесеното натоварване е по-малък от средния ресурс при разделеното натоварване.** Направеният извод има отношение към зависимостта на ресурса от характера на експлоатационното натоварване.

Когато износването се съпровожда с пластично рязане на материала, окислителни процеси, обратно пренасяне на материал от едната повърхност върху другата или други известни явления, анализът и изводите изглеждат значително по-сложни.

В процеса на износването на триещите се двойки се различават три стадия [7]:

- сработване;

- установен процес (при минимална и практически постоянна скорост на износването);
- заключителен стадий на интензивно износване.

Стадият сработване трябва да протече през времето на приемателно-предавателните изпитвания на машините (като правило). През стадия установен процес на износването машините трябва да отработят зададения ресурс. Преходът към заключителния стадий означава настъпване на гранично състояние.

Ресурсните оценки обикновено се правят с емпирични зависимости, получени чрез изучаването на установените процеси на износването. Обикновено се използват зависимости,

свързващи интензивността на обемното износване  $I_V$  с натоварването на триещата се двойка, относителната скорост на триенето (плъзгането), механичните характеристики на материалите в двойката, параметрите на грапавостта и др. Типичната зависимост на интензивността на износването  $I_V$  от номиналното налягане (или характерно номинално усилие)  $P_{ном}$  има следния вид [7]:

$$I_V = K \cdot (P_{ном})^m, \quad (5)$$

където  $K$  и  $m$  са емпирични константи.

Таблица 1

Резултати от трибологично изследване на опитни образци под разделено и смесено натоварване:

Условен № на натоварването $j$	Вид на натоварването	Номинално налягане в контакта $P_{ном}, MPa$	Образец <sup>1</sup>	Начална маса $m_0, g$	Крайна маса $m_j, g$	Масово износване $\Delta m_j = m_j - m_0, g$	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
1	едностепенно	0,052	1	18,910	18,851	0,059 = $\Delta m_1$	$(\overline{\Delta m_1} + \overline{\Delta m_2} + \overline{\Delta m_3}) / 3 = 0,1381 = (\overline{\Delta m})_{средно}$
			2	17,078	17,005	0,073 = $\Delta m_1$	
			3	19,630	19,571	0,059 = $\Delta m_1$	
			средно: _____			0,0637 = $\Delta m_1$	
2	едностепенно	0,104	4	15,226	15,095	0,131 = $\Delta m_2$	
			5	20,452	20,288	0,164 = $\Delta m_2$	
			6	17,262	17,085	0,177 = $\Delta m_2$	
средно: _____			0,1573 = $\Delta m_2$				
3	едностепенно	0,155	7	17,824	17,658	0,166 = $\Delta m_3$	
			8	18,681	18,499	0,182 = $\Delta m_3$	
			9	23,120	22,888	0,232 = $\Delta m_3$	
			средно: _____			0,1933 = $\Delta m_3$	
4а	тристепенно	0,155; 0,104; 0,052	10	17,059	16,944	0,115 = $\Delta m^{смес}$	
4б	тристепенно	0,052; 0,104; 0,155	11	21,940	21,746	0,194 = $\Delta m^{смес}$	
4в	тристепенно	0,155; 0,104; 0,052	12	21,716	21,524	0,192 = $\Delta m^{смес}$	
средно: _____						0,1670 = $\Delta m^{смес}$	

За скоростта на износването  $\frac{dI_V}{dt}$  се предполага зависимостта [7]:

$$\frac{dI_V}{dt} = K_1 \cdot (p_{ном})^m \cdot (v^{плъзг})^n, \quad (6)$$

където  $K_1$  и  $n$  са други емпирични константи.

При контактна умора показателят  $m$  в зависимостта (6) може да се изрази чрез съответния показател на кривата на умора.

Обръща се внимание, че показаните зависимости (1), (2), (3), (5) и (6) са степени. Степенният характер е предпоставка за теоретично изследване на трибологичното влияние на смесеното и разделеното натоварване – аналогично на направените вече изследвания в [8], [9] и други публикации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Буше Н.А. Трение, износ и усталость в

машинах (Транспортная техника). М., Транспорт, 1987.

[2] Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение и износ. М., Машиностроение, 1977.

[3] Kayaba T. Wear and Friction of Bearing Material. Wer, vol. 5, N3, 1962, p. 173 –187.

[4] Папич Л., Югович З. Оценка ресурса подшипников качения по техническому состоянию. Надежность и контроль качества, №11, 1990, с. 25 – 29.

[5] Караджов, Т., Димитров, Ж. Вагоны. С., Техника, 1988.

[6] Шадур Л.А. и др. Вагоны. (конструкция, теория и расчет). М., Транспорт, 1965.

[7] Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. М., Машиностроение, 1990.

[8] Генадиев Г. Сравнителна оценка на ресурсите на машинните детайли при смесено и разделено дискретно циклично натоварване. 11-та научна конференция – ТЕМРТ 2001. Сборник доклади. ВТУ “Т. Каблешков”, с. 263-268.

[9] Генадиев Г. Сравнителна оценка на ресурсите на машинните детайли при пълни и разделени спектри на натоварването. 11-та научна конференция – ТЕМРТ 2001. Сборник доклади. ВТУ “Т. Каблешков”, с. 269-274.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА БЛОКИРОВКА НА ДИФЕРЕНЦИАЛА

Недка Иванова Станчева

#### АНОТАЦИЯ:

*В работата е извършен анализ на резултатите от досегашните изследвания за коефициента на блокировка на диференциала и са разкрити някои проблемни въпроси. Направени са изводи, които показват възможността за бъдещото решаване на този проблем.*

**Ключови думи:** диференциал, коефициент на блокировка на диференциала, колесни машини.

Сцепно-теглителните свойства на колесните машини оказват съществено влияние върху експлоатационните им показатели, поради което на тези въпроси се отделя значително внимание в научните изследвания [2, 5, 6, 10]. За колесните земеделски трактори сцепно-теглителните свойства зависят от : характеристиките на почвата; от размерните, масови и натоварващи параметри на задвижващите колела; от схемата на задвижване : и от характеристиките на разпределителите (диференциалите), вграждани в задвижващите мостове и в разпределителните кутии (за автомобили и трактори 4К4).

В колесните машини се използват различни по конструкция и характеристики разпределителни механизми. Най-голямо разпространение са получили обикновените симетрични диференциали с конусни зъбни колела. Те имат малко вътрешно триене, поради което се счита, че разпределят подвеждания към тях въртящ момент практически по равно между задвижващите колела [1, 10, 11].

Целта на настоящата работа е да се направи сравнителен анализ на резултатите от теоретичните, лабораторните и пътни изследвания на

коефициента на блокировка на диференциала, проведени в [2, 3, 4, 5, 6, 7, 10].

В Русенския Университет “А. Кънчев” са извършени значителен по обем теоретични и експериментални изследвания на сцепно-теглителните свойства на колесните земеделски трактори. Успоредно с това са разработени методики за теоретични и експериментални изследвания за характеристиките на диференциалите и на възможността за отчитане на влиянието им върху експлоатационните показатели на колесните машини.

Анализът на извършените в Русенския Университет “А.Кънчев”, изследвания на сцепно-теглителните свойства на колесните земеделски трактори показва, че е необходимо да се проведат по-задълбочени теоретични и експериментални изследвания на характеристиките на диференциалите, на методите за тяхното определяне и на възможността за повишаване на точността при отчитане на влиянието им върху показателите на машините.

Преразпределението на подвеждания към диференциала въртящ момент  $M_0$  между задвижващите колела се извършва за сметка на



вътрешното триене  $M_T$  в диференциала (фиг.1). В литературата [1, 10] е възприето това преразпределение да се оценява с безразмерен показател, наречен коефициент на блокировка  $K_d$ , който отчита влиянието на триещия момент  $M_T$  и на експлоатационното натоварване на диференциала чрез подвеждания към него задвижващ момент  $M_0$

$$K_d = \frac{M_T}{M_0} \quad (1)$$

В тази зависимост обаче  $M_T$  се разглежда като разлика ( $M_T = M_3 - M_4$ ), а в други като полуразлика ( $M_T = 0,5(M_3 - M_4)$ ) на подвежданите към колелата задвижващи моменти  $M_3$  и  $M_4$ . Това може да бъде причина за различия при определяне на  $K_d$  в различните работи.

Ако се приеме, че  $M_T$  е полуразлика на двата задвижващи момента (1), максималната стойност на  $K_d$  се получава равна на 0,5

$$K_d = \frac{0,5(M_3 - M_4)}{M_3 + M_4} \quad (2)$$

При извеждане на (2) се приема [1], че при праволинейно движение механичните загуби в диференциала са нула, а при завой съществува триещ момент в диференциала (вътрешно триене), който изменя моментите на полуосите, като увеличава момента на тази полуос, която се върти с по-малка ъглова скорост, за сметка на въртящия момент на другата полуос.

Отчитайки това в [3, 4 и 7] са проведени теоретични и лабораторни експериментални из-

следвания, а в [5] и пътни такива за определяне на коефициента на блокировка на диференциала за колесен трактор 4К2 клас 6 kN. В резултат на това са получени експериментални данни, които в значителната си част съответстват на тези от други литературни източници. В същото време там са разработени теоретични и експериментални методи, които са удобни за използване при проектиране и изследване на експлоатационните свойства на колесните машини, както и за изясняване влиянието на диференциала върху експлоатационните им показатели.

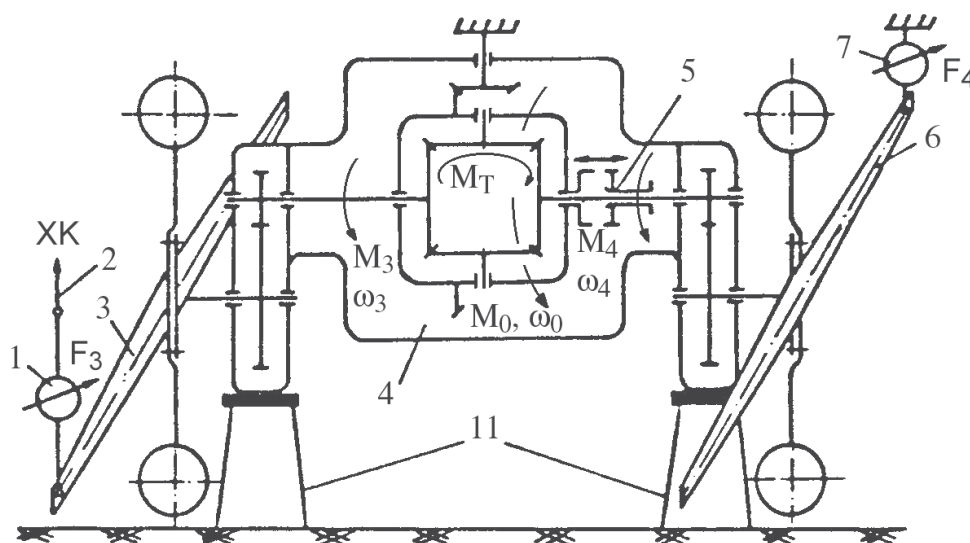
Сравнителният анализ на някои от представените в [3,10] резултати обаче показва, че има известни разлики между лабораторните и пътните опитни данни. Това налага да се направи по-задълбочен анализ и се изясни възможността за по-нататъшно решаване на този въпрос.

Двата вида опитни изследвания от [3 и 10] са направени с трактор Т-25.

Схемата на опитната уредба (моста) при провеждане на лабораторните изследвания [3] е показана на фиг.1.

Лабораторната уредба и методиката на опитите са подбрани така, че е възможно да се определи коефициентът на блокировка на диференциала, като се отчетат :

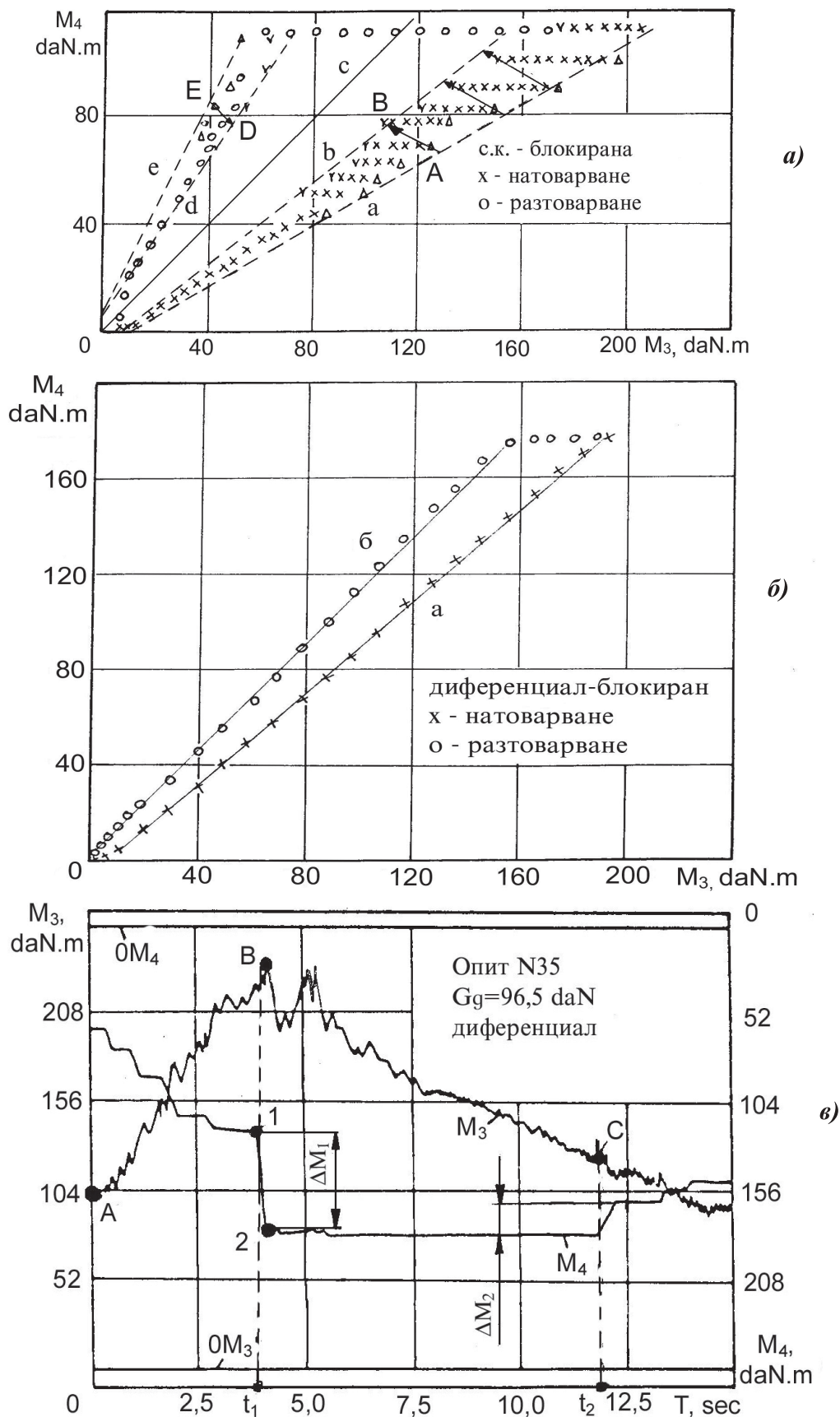
- влиянието на коефициента на триенето при "покой" и при "движение";
- загубите от триене в лагерите, зъбните колела и триещите повърхнини в диференциала;



Фиг.1. Схема на задвижващия мост на изпитвания трактор (с означени сили и моменти, действащи върху него)

- влиянието на триещите моменти, върху преразпределението на въртящия момент между задвижващите колела.

На фиг.2 са показани три характерни резултата от опитите, отразяващи връзката между задвижващите моменти  $M_3$  и  $M_4$ :



**Фиг.2.Изменение на моментите и на коефициента на блокировка на диференциала :**

а – при плавно натоварване; б – при плавно (статично)натоварване и блокиран диференциал; в – при рязко натоварване

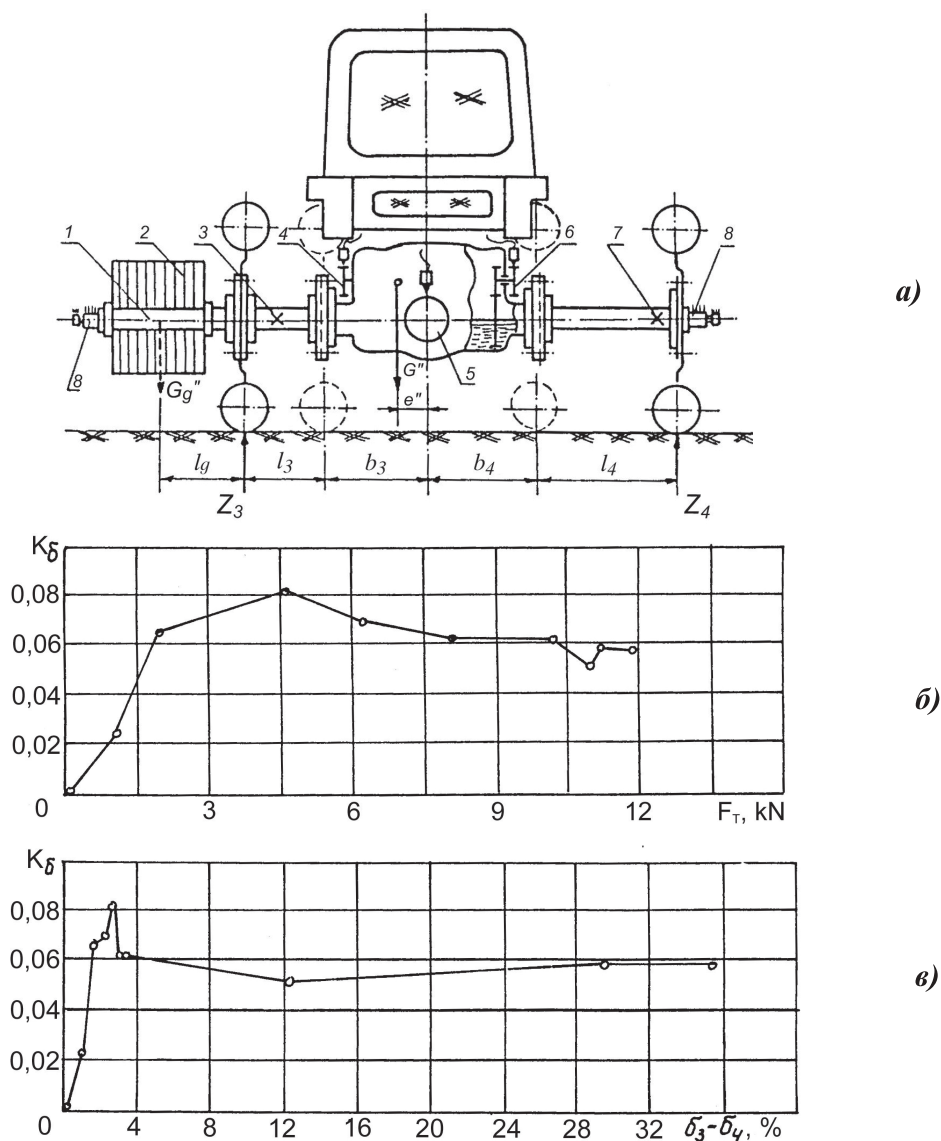
- при блокирана скоростна кутия на трактора и плавно натоварване и разтоварване (фиг.2а);
- при включен блокаж 5 на диференциала и плавно натоварване и разтоварване (фиг.2б);
- при "рязко" натоварване и разтоварване, и постоянен по големина приложен въртящ момент  $M_3$  (фиг.2в).

Ако в задвижващия мост отсъстват триене и хистерезисни загуби в детайлите, то зависимостта между  $M_3$  и  $M_4$  ще се изрази с линията "с" наклонена под ъгъл  $45^\circ$ .

В действителност при плавно натоварване и разтоварване се получават опитни данни, изразени с точките, разположени между линиите "а и б" – при натоварване и между "d и е" – при разтоварване. Линията "а" отговаря на максимално възможно блокиране на диференциала от

триенето при определено натоварване. При понататъшно увеличаване на  $M_3$  настъпва разблокиране и се получава мигновен преход от т. А към т. В. В точка В отново настъпва равновесие. Правата "б" отговаря на триене при относително движение за определено натоварване на диференциала. При разтоварване диференциалът е блокиран между линията "d и е", линията "е" съдържа точките при максимално блокиране за определено натоварване, като с намаляване на  $M_3$  в определен момент се получава мигновен преход от т. Е в т. D.

При блокиран диференциал (фиг.2б), зависимостта между  $M_3$  и  $M_4$  при натоварване и разтоварване се изразява с линиите "а" и "б", разликата между, които отразява всички загуби в моста, без тези в диференциала. Така той е бло-



**Фиг.3. Полево изследване на коефициента на блокировка на диференциала:**

- а – схема на експерименталния трактор; б – зависимост на  $K_d$  от теглителното натоварване при праволинейно движение;
- в – зависимост на  $K_d$  от разликата в буксуването на двете задвижващи колела

киран и загубите в него могат да се приемат практически равни на нула. Като е използвана тази особеност на опитите и резултатите от фиг.2а и 2б, е определено вътрешното триене в диференциала и коефициентът на блокировка.

Аналогична е картината на изменение на моментите  $M_3$  и  $M_4$  от фиг.2в, където опитите са направени при “рязко” натоварване (линията А – В), с последващо отпускане в т. В и намаляване на  $M_3$  до първоначално зададеното (с помощта на тежести). От фигурата се вижда, как вследствие на загубите в моста, в т. В, съответстваща на време  $t_1$ , се получава нарастване на  $M_4$  с  $\Delta M_1$ , а в т. С, съответстваща на време  $t_2$  - рязко намаляване на  $M_4$  с  $\Delta M_2$ . Изменението на  $M_4$  с  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  се дължи на разликата на коефициента на триене при “покой” и при “движение”. Сравняването на  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  потвърждава направения анализ за резултатите от фиг.2а.

Резултатите от специално проведеното за целта лабораторно изследване [3, 4, 5 и 7] по описаната в [4, 7] методика показват, че коефициентът на блокировка  $K_\delta$  на диференциала на изследвания задвижващ мост от трактор Т-25 се изменя около  $K_\delta = 0,15 \div 0,18$  за разблокиран и около  $K_\delta = 0,4$  за блокиран диференциал.

Полевите изпитвания за определяне на коефициента на блокировка на диференциала на същия трактор, са проведени със специално разработения за целта експериментален трактор.

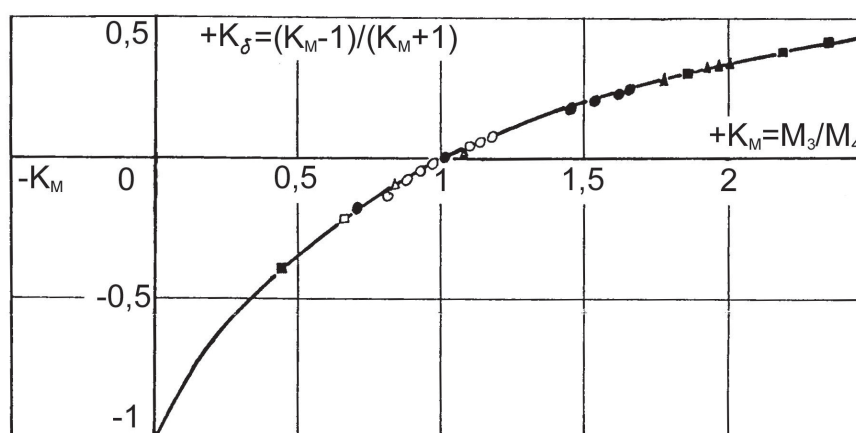
В [10] са обобщени резултатите от полево

изследване на коефициента на блокировка на диференциала за същия трактор, подготвен за експериментално изследване (фиг.3) по разработена за целта частна методика. От представените на фиг.3б. и 3в резултати се вижда, че коефициентът на блокировка при праволинейно движение (коефициентът на триене при “движение”) остава практически постоянен ( $K_\delta \approx 0,06$ ) при изменение на теглителната сила над 3 kN (фиг. 3б) и при разлика между буксуването на задвижващите колела ( $\delta_3 - \delta_4$ ) над 2,5–3%.

Обобщаването на резултатите от полево изпитване показват, че  $K_\delta$  се изменя от 0 до + 0,5, а при промяна на знака на  $K_M$  от 0 до – 0,5 (фиг.4).

При сравняване на резултатите от лабораторното и пътно изследване се вижда, че има известна разлика между получените данни за  $K_\delta$ . От самите работи не може да се получи ясна представа за това на какво се дължи тази разлика, т.к. е необходимо преди всичко да се уточняват някои теоретични постановки залегнали в методиките за обработка на опитните данни, както и в методите за провеждане на самите опити. Например без да се прави задълбочен анализ на изследванията, не става ясно дали лабораторните опити при блокиран диференциал отразяват условията на блокиран диференциал при пътни изследвания.

В заключение може да се каже че разработените лабораторни и пътни експериментални модели, както и методиките за теоретично и експериментално изследване на коефициента на



Фиг.4. Резултати от пътно изследване на  $K_\delta$ , проведени с експериментален колесен трактор клас 6 kN върху асфалт

блокировка на диференциала са удобни и практични, че те създават условие за по-нататъшно развитие на този въпрос, но и че тези изследвания е необходимо да се продължат като се задълбочат в теоретичен и опитен аспект.

## ИЗВОДИ:

1. Извършен е анализ на резултатите от проведени лабораторни и пътни изследвания на коефициента на блокировка на обикновен диференциал с конусни зъбни колела. Сравнителният анализ показва, че в някои случаи между резултатите от отделните опити съществува значителна разлика. Това изисква да се направи позадълбочен теоретичен анализ и провеждането на съответни опитни изследвания.

2. Резултатите от опитите при "статично" (плавно) и "динамично" натоварване показват, че коефициентът на триене при "покой" и при "движение" се проявява и при работата на диференциала, и оказва съществено влияние на коефициента на блокировка.

3. При режим "натоварване" и за двата случая ("покой" и "движение"), рязкото изменение на момента е по-голямо в сравнение с режим "разтоварване".

4. Анализът на посочените в литературата източници показва, че получените данни от пътните изпитвания за коефициента на блокировка на обикновения симетричен диференциал за триене при "покой" и при "движение", практически са равни на тези, получени от други автори и възприети в теорията и практиката като осреднени.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършеният анализ и направените изводи за влиянието на вътрешното триене върху преразпределението на въртящия момент между задвижващите колела показват, че резултатите като цяло са потвърждаващи. В същото време за някои от показателите има значителна разли-

ка между тези, получени в лабораторни и пътни условия. Това изисква да се продължат започнатите в тази насока теоретични и експериментални изследвания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Велев Н. А. Теория и изчисление на трактора и автомобила. София 1975, Земиздат.

2. Н. В. Вин. Изследване на сцепно-теглителните свойства на колесен трактор при работа върху напречен наклон. Автореферат на дисертация за получаване на научна степен "Кандидат на техническите науки" София – 1988г.

3. Габровски К. Г. Лабораторно изследване на триенето в диференциала на колесен трактор. В.Търново. ВВОВУ, ЮНС. 1993г.

4. Габровски К. Г. Теоретична поста-новка на вътрешното триене в диференциала на колесен трактор. В.Търново. ВВОВУ, ЮНС. 1993г.

5. Махмуд М.М.. Изследване на сцепно-теглителните свойства на колесен трактор в експлоатационни условия. Автореферат на дисертация за получаване на научна степен "Кандидат на техническите науки" София –1993г.

6. Морие М. М.. Методика за определяне на сцепно-теглителните свойства на трактора по данни за обобщената характеристика на буксуване на задвижващите колела. В.Търново ВВОВУ, ЮНС.1993г.

7. Морие М.М., Н.И.Станчева, Г.К. Габровски. Лабораторна уредба за изследване на вътрешното триене в диференциала на колесен трактор. В.Търново ВВОВУ, ЮНС.1993г.

8. Станчева Н.И. Относно характеристиките на идеалния диференциал. ЕКО – Варна, ТУ-Варна 200

9. Станчев Д.Й. Методика за опитно определяне коефициента на блокировка на диференциала. Юбилейна научна сесия на ВМЕИ – "ЕКО – Варна'95".

10. Jaskiewicz Zbigniew. Mosty napedowe. Wydawnictwa. Komunikacji i Lacznosci, Warszawa. 1977



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МОДЕЛИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИБРАЦИОННИТЕ СВОЙСТВА НА ПНЕВМАТИЧНИТЕ ГУМИ

Петко Петков

#### ABSTRACT

*The view of models used for theoretical investigation of vibration properties of tires has been represented in the article. The base principles for creation of physical models and attachment of mathematical methods for expression of the vibration behaviour of tires in the frequency range of 50 – 250 Hz have been examined. The adequacy of different existing models has been evaluated by comparison between received analytical results and experimental ones.*

**Ключови думи:** пневматична гума, вибрационно поведение, динамичен модел, собствена честота, форма на трептене.

#### УВОД

Ефективността на работата на пневматичната гума /ПГ/ като елемент от ходовата система на автомобила се определя от нейните изходни характеристики. Тези характеристики в значителна степен зависят от вибрационните свойства на гумата.

Вибрационното поведение на ПГ се изследва по експериментален или теоретичен път. Експерименталните методи не дават точна информация за диференцираното влияние на отделни параметри на обекта (ПГ) върху получените резултати. Следователно те не могат да бъдат прилагани за анализиране, оптимизиране и прогнозиране на определено явление. Възможностите на експеримента освен това са ограничени в определена степен и от необходимостта от използване на сложно стендово оборудване и скъпа измервателна апаратура. Затова в последно време, особено след внедряване на мощна електронно-изчислителна техника се прилага изчислителният анализ. Той се базира на математически модели, реализирани с помощта на електронно-изчислителни средства.

#### 1. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА И ЦЕЛ НА РАЗРАБОТКАТА

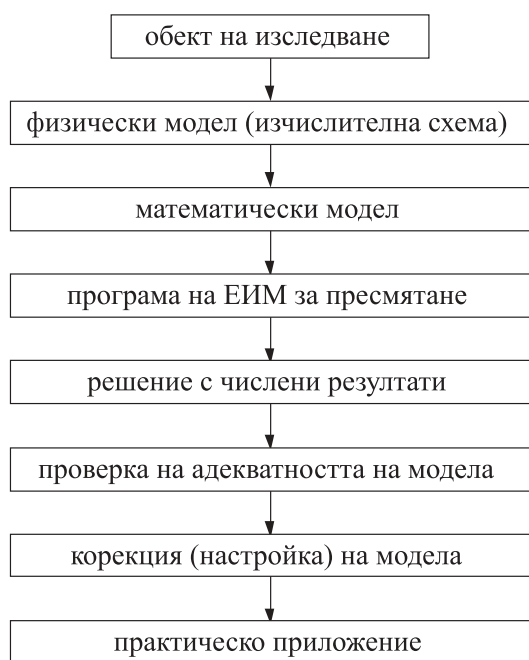
ПГ представлява сложна механична система с разпределени параметри. Сложността се определя от няколко фактора: първо – от конструктивна гледна точка гумата се отнася към т. нар. многопластови каркасно-композитни структури, т. е. притежава анизотропен характер (изменение на механичните свойства в зависимост от направлението); второ – отчитайки ролята на отделните елементи (каркас, брекер, протектор) при работа на ПГ се наблюдава тяхната взаимна свързаност и разграниченост; трето – наличие на сложна форма (в класическия си вид ПГ се разглежда като отворен торид с променлива дебелина на стените).

Основното натоварване, което ПГ възприема при работа по принцип е динамично. Пълният комплекс от натоварвания – от вътрешното налягане на въздуха до въздействията от пътните неравности е твърде сложен. За аналитично изследване на механиката на ПГ са разработени различни изчислителни схеми (модели). Описването на изчислителната схема и протичащите процеси се осъществява чрез матема-



тически модел на обекта. Прилагането на изчислителния метод за изследване на механиката на ПГ се свежда до няколко етапа, схематично показани на фиг. 1.

Съществуващите физически модели на ПГ са многообразни – от проста пружина или пружина с демпфер до значително усложнени системи с крайни елементи. Всеки модел има своя област на приложение – от конструиране на ПГ до изследване на основните им експлоатационни свойства [1].



**Фиг. 1. Схема на изчислителния метод за изследване механиката на ПГ [1]**

Вибрационните свойства като страна от динамичните характеристики на ПГ определят пътния комфорт и нивото на вътрешния шум в движещ се автомобил [2]. В областта на високочестотните трептения (50 – 250 Hz) гумата притежава собствени честоти в радиално, тангенциално и странично направление. Върху протектора и страниците се разпространяват непрекъснати разпределени вибрации [3], [8].

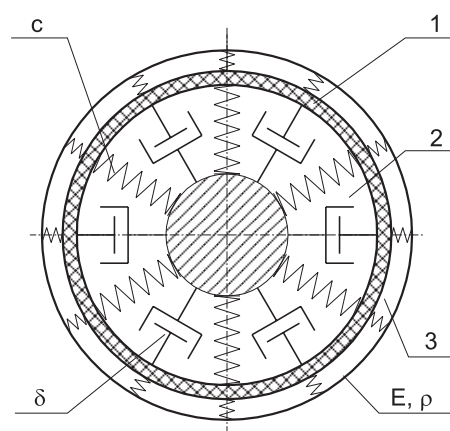
За аналитично пресмятане на параметрите на вибрационното поведение на ПГ досега са прилагани различни модели [8], [5]. Оказва се, че “добри” модели дават не само различни в количествено отношение резултати, но в някои случаи водят и до качествено различаващи се изводи. Целта, която се поставя в работата е да се направи кратък преглед, анализ и обобщение на съществуващи физически модели и математически методи за теоретично изследване

на вибрационните свойства на ПГ в честотната област 50 – 250 Hz.

## 2. ПРЕГЛЕД НА ОСНОВНИ МОДЕЛИ И МЕТОДИ ЗА ИЗСЛЕДВАНИ ВИБРАЦИИТЕ НА ПГ

Сложният характер на изследване на високочестотните трептения на ПГ е довело до търсене и създаване на модели, отчитащи най-важните и съществени явления и пренебрегващ по-несъществените. Пресмятането на параметрите на принудените трептения на търкаляща се с реално натоварване ПГ е изключително трудна задача. Поради това в теоретичните разработки на редица автори преобладават различни изчислителни модели за определяне на собствените честоти и форми на свободните трептения на напопана без външно натоварване нетъркаляща се гума или напопана свободно въртяща се ПГ. Прилаганата обща схема за анализ е следната: разглеждат се хармонични трептения и се определят собствените честоти в зависимост от дължината на вълната или броя на вълните (форми на трептене), разположени по периферията на ходилото и страниците на гумата.

В едни от първите теоретични разработки на Tielking, Fiala-Wilumeit, Bohm моделът на радиалната ПГ е представен като цилиндричен пръстен върху еластична основа [15], [9], [6]. Пръстенът представлява протектора, усилен с брекера, а еластичната основа са страниците на ПГ (фиг. 2). В случая е прието, че еластичната основа не предава тангенциални сили. При ди-



**Фиг. 2. Едноизмерен динамичен модел на ПГ**

1 - пръстен (брекер и част от каркаса в ходилото); 2 – еластична основа (страници); 3 – външен еластичен слой (протектор);



агоналната ПГ такова разделяне може да бъде направено само условно, тъй като еластичната основа е свързана и в тангенциално направление [10]. В по-сложните варианти елементите на модела имат и демпфиращи свойства.

Показаният на фиг. 2 модел на ПГ е едноизмерен. Свободните радиални трептения на модела се описват от обикновени, най-често линейни диференциални уравнения. Параметрите на трептенията (собствени честоти  $w_0$  и собствени форми  $n$ ) се получават след решаване на уравненията за определени начални условия. Едноизмерният модел дава възможност за определяне на първите 5 – 8 собствени честоти и форми на трептене на ПГ.

Създаден е и вариант на едноизмерния модел, при който пръстенът, имитиращ ходилото на гумата се разглежда като разгъната права греда върху еластична основа [1]. Математическият модел на свободните напречни трептения

модела.

Интересът към пръстеновидния модел на ПГ се запазил и по-късно [8]. В предложението от S. K. Clark модел на ПГ освен радиалната е отчетена и тангенциалната еластичност на основата. В модела допълнително е въведена опънова сила, действаща в пръстена, която е породена от вътрешното налягане в гумата и въртеливото движение на колелото. Чрез прилагане на принципа на Хамилтон са получени частни диференциални уравнения за радиалните трептения на цилиндричния пръстен.

За потвърждаване на адекватността на модела в работата е дадено сравнение на експериментално получени и изчислени стойности на собствените честоти за радиална ПГ от типоразмер 135-13 “Michelin”. Резултатите са представени в Таблица 1, където за съпоставка са нанесени и данни, изчислени чрез модела на F. Bohm.

Таблица 1

Номер на формата на трептене $n$	0	1	2	3	4	5
Собствена честота $f$ , Hz						
Експериментално измерване	-	83	98,5	115	136	158
Изчислена по модела на Clark	45,5	87	109	123	138	154
Изчислена по модела на Bohm	45,5	83,7	105,5	119	134	150

на гредата е изразен чрез частно диференциално уравнение.

В определени случаи при изследване вибрациите на ПГ под въздействие на полихармонич-

на смущаваща сила  $F = \sum_{i=1}^{\infty} F_i \cdot \sin(i\omega t + \alpha_i)$  се

съставят и опростени динамични модели. Такъв модел, в който ПГ е представена като съсредоточена маса, окачена върху пружина и демпфер, е предложен от К. Вълчев [2]. Подобие то на опростения модел и реалния физически модел на гумата с разпределена маса е сведено до еднаквост на първата собствена резонансна честота и амплитуда. Поради това приетите механични характеристики на ПГ, представена с опростения динамичен модел не са реални, а приведени. Определянето на резонансните честоти на ПГ е постигнато чрез решаване на обикновено диференциално уравнение за принудените трептения на система с една степен на свобода без да се отчита демпфирането. Предварително чрез експериментално изпитване на ПГ са били определени приведените параметри на

Моделът на Clark се отнася към двуизмерните. Пръстенът може да се разглежда като мотротропна цилиндрична черупка, образувана от паралелни или почти паралелни кордни нишки.

Прилагането на теорията на черупките е предоставило възможност за изследване влияние то на конструктивните параметри на ПГ върху нейните вибрационни характеристики. Модел, съставен от сумарна структура от поясни слоеве на тороидална мембранна черупка е предложен от M. Hirano и T. Akasaka [10]. На базата на този модел при редица опростявания на уравненията за движение на елемент от черупката са определени собствените честоти на диагонална ПГ.

Тороидалният черупков модел е приложен по-късно от T. Akasaka за анализиране на вибрационните свойства на радиална ПГ [4]. Използвани са модулни функции за съставяне на трите основни диференциални уравнения, описващи радиалните, страничните и надлъжните (тангенциални) вибрации на гумата. Решенията на уравненията са получени чрез развитие на модулните функции в ред на Фурие, които

удовлетворяват приетите начални и гранични условия. За конкретен типоразмер радиална ПГ е представено графично сравнение на пресметнати и експериментално получени собствени честоти във функция на вътрешното налягане. Изчислените стойности добре се съгласуват с експерименталните. Направен е извод, че собствените честоти на страничните вибрации на радиалната гума са по-ниски от тези на диагоналната, което е в резултат на по-тънките ѝ страници.

Аналитичен метод за пресмятане на собствените честоти на трептенията  $f$  на ПГ, намираща се в контакт с пътното покритие е създаден от W. Soedel и M. G. Prasad [14]. Методът се основава на предварително получени от изчисления или експеримент данни за собствените честоти  $f_n$  на неконтактуваща с опората (свободна) ПГ. Честотното уравнение е изведено чрез прилагане на приблизителните динамични функции на Грийн за модела на ПГ при редица ограничителни условия. От решенията на честотното уравнение за различни форми на трептене са били получени собствените честоти  $f$  за радиална гума от типоразмер FR 70 – 14, които са представени в Таблица 2. За сравнение на ре-

център. В центъра е съсредоточена масата на джантата, оста на колелото и част от масата на ПГ, който от своя страна е окачен еластично към неподвижна опора. В контактната зона на пръстена с опорната повърхност действа равномерно разпределена хармонична смущаваща

$$\text{сила } p \cdot \cos \frac{\pi}{\Phi_0} \cdot \sin vt.$$

Математическият апарат на модела е представен от диференциално уравнение с частни производни, описващо радиалните трептения на точки на пръстена и две обикновени диференциални уравнения в декартови координати за движение на масовия център на колелото. Чрез механо-метематичния модел при зададени начални и гранични условия са определени собствените честоти на свободните вибрации на пръстена, основните параметри на принудените трептения на брекера на ПГ и преместването на масовия център на колелото.

Валидността на модела на системата “ПГ – масов център” е потвърдена от автора чрез числен експеримент, реализиран програмно на ЕИМ за радиална гума 165SR13 “Вида”. Получено е добро съответствие на изчислените с експерименталните резултати.

Таблица 2

№ на формата на трептене n	Свободни честоти, Hz		
	свободна ПГ експеримент	ПГ в контакт с опорната повърхност (f)	
		теоретично пресмятане	експеримент
1	63	73,3	74
2	89	98,7	99
3	109	121,0	120
4	130	146,0	143
5	155	171,8	168
6	179	-	-

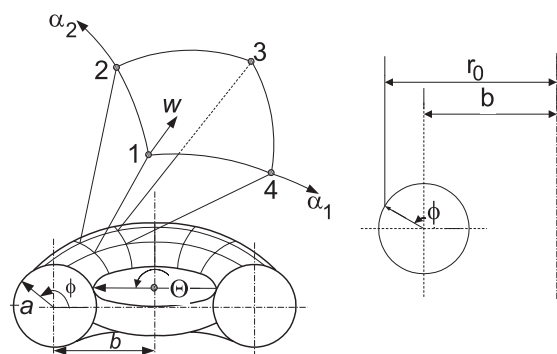
зултатите в същата таблица са нанесени и експериментални стойности за собствените честоти на свободна  $f_n$  и контактуваща  $f$  с опората ПГ. Видно е доброто съответствие между изчислените и експерименталните данни за собствените честоти на ПГ в контакт с опорната повърхност.

Механизмът на възбуждане, проявяване и предаване на вибрации на невъртящо се автомобилно колело с подвижно окачен център е изследван по теоретичен път от Л. Кунчев [3]. В предложението от автора модел на радиална ПГ протекторът и брекерът са представени като неразтеглив кръгов пръстен, който е еластично окачен чрез безмасови пружини към подвижен

Прилагането на черупковите модели и методът на крайните елементи (МКЕ) за изследване на вибрационната активност на ПГ е отразено в разработките на редица автори [13], [7], [12], [11], [17], [16].

При модела (фиг. 3), предложен от S. Saigal и др. ПГ е представена като тороид, разделен на 12 крайни елемента [13].

Разгледан е отделен структурен елемент от тороидалната мембрана, образуван от четири криволинейни координатни равнини  $\alpha_1 = 0$ ,  $\alpha_1 = \alpha_2$ ,  $\alpha_2 = 0$ ,  $\alpha_2 = \beta$ . Елементът има четири възела, а всеки възел е с три степени на свобода. За извеждане на диференциалното уравне-



Фиг. 3. Тороидален модел на ПГ, съставен от 12 крайни елемента [13]

ние, описващо свободните вибрации на структурния елемент е използвана зависимостта между деформацията и напрежението в тънката мембранна черупка под въздействие на вътрешното налягане. Уравнението е записано в матрична форма. От решението на уравнението е получен израз за определяне на собствените честоти и съответстващите форми на радиалните трептения на тороидалната мембрана. Теоретичните изследвания авторите са потвърдили с числени резултати, пресметнати чрез МКЕ и приблизително аналитично решение.

Тороидалният модел на ПГ прилага триизмерни форми и е близък до реалната гума. Той не отчита свойствата на твърдия пояс (брекер), който е важен конструктивен елемент на радиалните гуми.

МКЕ е приложен от Y. B. Chang и др. за изследване вибрациите на търкалящата се ПГ [7]. Радиална гума от типоразмер HR – 78 – 15 е моделирана като осовосиметрична пръстеновидна черупка с шест степени на свобода. Напречното сечение на ПГ е разделено на 10 крайни елемента. Вибрационното поведение на модела е получено чрез прилагане на синусоидално въздействие  $F \cdot \sin \omega t$ . Определени са собстве-

ните честоти на трептенията без и при наличие на демпфиране. В зависимост от естествения честотен спектър на ПГ, скоростта на движение и основната честота на пътното смущение са определени условията, при които настъпва резонанс.

Сравнително теоретично изследване на радиалните и тангенциални вибрации на нетъркаляща се ПГ е извършено в работата на L. E. Kung и др. [12]. Използван е класическият пръстеновиден модел на ПГ и модел на тънка тороидална черупка, съставена от слоеви материали. Математическият апарат, който авторите са избрали за описание на пръстеновидния модел на ПГ е изразен чрез система от частни диференциални уравнения за трептенията на пръстена и обикновено диференциално уравнение за движението на центъра на колелото. От решенията на уравненията са получени изрази за определяне на собствените честоти и форми на трептенията на ПГ и амплитудите на преместванията на центъра на колелото.

За физическия модел на ПГ като тороидална черупка е приложен МКЕ. Участъкът от черупката, имитиращ брекера на гумата е с 12 степени на свобода. Функциите на локалните премествания на отделен елемент от участъка в радиално  $w$ , странично  $u$  и тангенциално  $v$  направление са представени чрез синусоидалното изменение по периферията на участъка и кубични полиноми.

Адекватността на моделите е била проверена чрез числен пример за радиална ПГ от типоразмер P 185/80R13. Процедурата на пресмятанията е сведена до определяне на собствените честоти и форми на радиалните и тангенциални трептения на ПГ при неподвижна джантата и джантата с една степен на свобода. В Таблица 3 са представени резултатите за собствените честоти на радиалните вибрации, получени от два-

Таблица 3

№ на формата на трептене	модел пръстен върху еластична основа		тороидален черупков модел	
	неподвижна джантата	подвижна джантата	неподвижна джантата	подвижна джантата
0	258	258	-	-
1	79	79,141	78	0,86
2	85	85	103	103
3	97	97	124	124
4	120	120	145	145
5	154	154	165	165
6	198	198	185	185

та модела на ПГ. Сравнението на резултатите показва, че тороидалният модел осигурява задоволителна точност за собствените честоти до шестата форма на трептене. Моделите взаимно се допълват и съдействат за изясняване на сложното вибрационно поведение на ПГ.

Резонансното вибрационно състояние на търкаляща се ПГ е изследвано от R. Kennedy и J. Padovan също чрез МКЕ [11]. В работата гумата е представена чрез два модела – двуизмерен пръстен върху еластична основа и триизмерен черупков модел. При двуизмерния модел неразтегливостта на пръстена (брекера) и еластичността на основата (страниците) са отчетени чрез изотропните свойства на материалите. Той е използван като базов за определяне на собствените честоти и форми на трептене на радиална гума HR 78 – 15 при зададени скорости на търкаляне.

Профилът на ПГ при триизмерния черупков модел е представен от авторите като мрежа от крайни елементи. В структурата на модела протекторът е включен като допълнителни плътни елементи. Еластичните и масови параметри на модела са отчетени чрез свойствата на композитните материали на ПГ. Очевидно триизмерният черупков модел отразява по-реалистично периферната геометрия и разпределението на материала по напречното сечение на гумата. В условията на нормално натоварване, приложено в точка от короната на гумата и зададени ъглови скорости са получени компютърни изображения на радиалното вибрационно поведение на модела. Резултатите показват много добро приближение на модела до реалната ПГ.

M. E. Vinesse и A. C. Deneuvy на базата на експериментално получени триизмерни деформационни форми на ПГ са съставили структурен модел с много степени на свобода [17]. Под действие на радиално натоварване моделът е приет да съответства на равновесното състояние на ПГ, т. е. проблемът е бил сведен до решаване на статична задача. Чрез МКЕ и компютърна програма (CRAY XMP de Michelin) са били пресметнати собствените честоти, равнинните и пространствени форми на трептене на ПГ.

МКЕ обикновено се прилага към модели на ПГ с голям брой степени на свобода. Предвид на сложната структура и нелинейното поведение, динамичното симулиране на ПГ изисква продължителна работа върху мощни компютри. Една алтернатива за съкращаване на анализа на модела на ПГ по МКЕ е предложена от A.

Ferrarese и др. [16]. Т. нар. “редуциран” модел е използван за изследване на вибрационното поведение на ПГ чрез модален анализ с крайни елементи. Вибрациите на ПГ без да се отчита демпфирането математически са изразени чрез диференциални уравнения на модела в каноничен вид. От решенията на уравненията за модел с  $n$  степени на свобода са определени спектралната матрица  $[W^2]$  на собствените честоти и модалната матрица  $[F]$  на собствените форми на трептене на ПГ. С помощта на програма на ЕИМ са получени компютърни изображения на вибрационните форми за първата и втората резонансни честоти на модела на радиална ПГ.

## ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Създаването на механо-математически модели за теоретично изследване на вибрационните свойства на ПГ е сложна инженерна задача.

2. Целта на теоретичните изследвания е да се изучи физиката на явлениято “високофректен трептене”, да се оцени влиянието на конструктивните параметри върху вибрационната активност и да се оптимизира конструкцията на ПГ по отношение на изходящите характеристики.

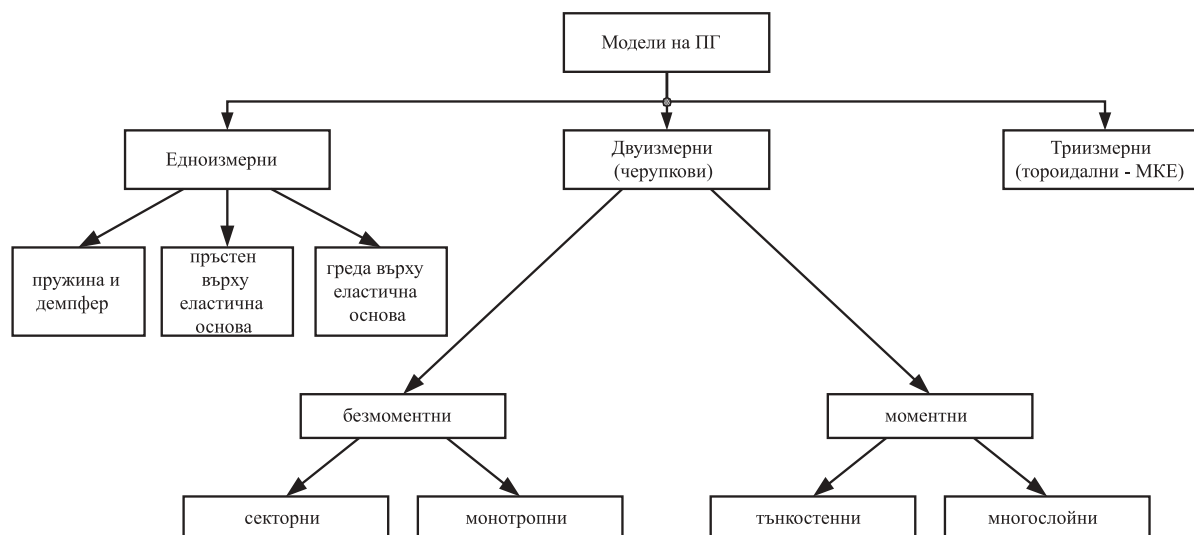
3. Повечето модели отразяват свободните трептения на ПГ при радиално смущение. Най-популярен е моделът “пръстен върху еластична основа”, но се използват и черупкови модели. Адекватността на някои от моделите е потвърдена частично чрез експеримент.

4. Принудените трептения на ПГ също са обект на внимание. При тях освен собствени честоти се определят параметрите на движението на оста на колелото, което дава възможност за построяване на предавателната функция на ПГ.

5. Тороидалните черупкови модели характеризират по-добре комплексните свойства на ПГ. Те прилагат триизмерни форми и са аналитична алтернатива на пръстеновидния модел.

6. Поради изключително сложните механични процеси на вибропредаването много сложните физични модели изискват от една страна сложен математически апарат, а от друга – трудно определями константи – масови, еластични и демпфиращи. Това ги прави на практика трудно приложими.

7. Не съществува модел, който напълно да отразява влиянието на конструкцията на ПГ върху нейната вибрационна активност.



Фиг. 4. Класификация на основните модели за изследване на вибрациите на ПГ

В резултат на извършения обзор може да се направи примерна класификация, показана на фиг. 4 на основните модели за изследване на вибрационните свойства на ПГ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Бухин Б. Л. Введение в механику пневматических шин. М., Химия, 1988. 223 с.  
 [2]. Вълчев К. Е. Изследване вибрациите на пневматични гуми. Дисертационен труд. С., ВМЕИ, 1980. 167 с.  
 [3]. Кунчев Л. П. Механични трептения на пневматични гуми (автореферат на дисертация за получаване на научната степен кандидат на техническите науки) С., ТУ, 1990. 32 с.  
 [4]. Akasaka T. Structural mechanics of radial tires. Rubber Chemistry and Technology, vol. 54, july-august, №3, 1981. pp. 461 - 492 .  
 [5]. Bandel M. P. and C. Monguzzi. Simulation model of the dynamics behavior of tire running over an obstacle. Tire Science and Technology, vol. 16, № 2, 1988. pp. 63 – 77.  
 [6]. Bohm F. Zur Statik und Dynamic des Gurtelreifens. Automobiltechnische Zeitschrift, 69 (1967) 8. s. 225 – 261.  
 [7]. Chang Y. B. and T. Y. Yang. Dynamic analysis of a radial tire by finite element and modal expansion. Journal of Sound and Vibration, 96(1), 1984. pp. 1 -11.  
 [8]. Clark S. K. Mechanics of pneumatic tires. National Bureau of Standarts. Washington D. C., 1981. 931 p.  
 [9]. Fiala E und H. P. Wilumeit. Radiale

Schwingungen von Gьrtel – Radialreifen. Automobiltechnische Zeitschrift, 68 (1966)2. s. 33 – 38.

[10]. Hirano M. and T. Akasaka. Natural frequencies of the bias tire. Tire Science and Technology, vol. 4, № 2, 1976. pp. 86 – 114.  
 [11]. Kennedy R. and J. Padovan. Finite element analysis of a steady-state rotating tire subject to point load or ground contact. Tire Science and Technology, vol. 15, № 4, 1987. pp. 243 – 260.  
 [12]. Kung. L. E., W. Soedel and T. Y. Yang. Free vibration of pneumatic tire – wheel unite using a ring on an elastic foundation and a finite element model. Journal of Sound and Vibration, 107 (2), 1986. pp. 181 – 194.  
 [13]. Saigal S., T. Y. Yang, H. W. Kim and W. Soedel. Free vibration of a tire as a toroidal membrane. Journal of Sound and Vibration, 107 (1), 1986. pp. 71 – 82.  
 [14]. Soedel W. and M. G. Prasad. Calculation of natural frequencies and modes of tires in road contact by utilizing eigenvalues of the axisymmetric non-contacting tire. Journal of Sound and Vibration, 70, № 4 1980. pp. 573 – 584.  
 [15]. Tielking J. T. Plane vibration characteristics of a pneumatic tire model. SAE Paper, № 650492, 1965. 7p.  
 [16]. Tire Dynamical Models. Andre Ferrarese, Linilson R. Padovese and Argemiro L. A. Costa. Computational Methods in Engineering, 1999. 12 p. E-mail: anfer@usp.br.  
 [17]. Vinesse M. E. et A. –C. Deneuvy. Modes propres pneumatique: comparaison calcul ййiments finis et analyse modale experimentale. Ingenieurs de l’automobile, Octobre, 1988. pp. 105 – 108.

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.

Обучението се организира и провежда в образователно-квалификационните степени “бакалавър” и “магистър” и степеня “доктор” от два факултета и в образователно-квалификационната степен “специалист” от Транспортен колеж.

Специалности  
в образователно-квалификационни степени  
“бакалавър” и “магистър”:

*Технология и управление на транспорта;*  
*Транспортна техника и технологии;*  
*Комуникационна техника и технологии;*  
*Транспортно строителство;*  
*Индустриален мениджмънт.*

Специалности в образователно-квалификационна степен  
“специалист”:

*Технология и управление на транспорта;*  
*Транспортна техника и технологии;*  
*Комуникационна техника и технологии;*  
*Транспортно строителство;*  
*Подемно-транспортна и строителна техника;*  
*Електроенергетика и електрообзавеждане;*  
*Счетоводство и контрол.*

Училището разполага с общежития за настаняване на всички нуждаещи се, стол, кафе-сладкарници и удобен транспорт. Учебно-материалната база включва четири учебни сгради с 22 специализирани кабинета и 49 лаборатории. Локалната компютърна мрежа има сателитна връзка с ИНТЕРНЕТ. Съществуват и широки възможности за активни занимания по различни видове спорт.

**Със свое решение от 20 септември 2001 г. Националната агенция за оценяване и акредитация даде институционална акредитация на Висшето транспортно училище със срок на валидност пет години.**





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНЖЕНЕРНИЯ ЕКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ ПОКАЗАТЕЛИТЕ НА ДВИЖЕНИЕ НА АВТОМОБИЛИТЕ

Борислав Бенчев, Петьо Пискулев

#### АНОТАЦИЯ

*Автомобилът е сложно подвижно енергетическо средство, използвано за различни стопански и специални цели. Отчитайки специфичните особености на автомобила не може да се определи съвършенството на неговата конструкция с едни обобщени качества, а с комплекс от отделни най-показателни експлоатационни качества.*

*Експлоатационните качества зависят не само от техните потенциални свойства, заложи при проектирането, но и от това как те са реализирани при различни експлоатационни условия. Използвайки методи на математическата теория на инженерния експеримент е определено влиянието на различните експлоатационни фактори в диапазона на реализация на потенциалните свойства на автомобила при оценка на експлоатационните свойства.*

**Ключови думи:** експлоатационни фактори, динамика, горивна икономичност

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Всяко отделно експлоатационно качество на автомобила се характеризира със съчетание на отделни, определени негови свойства и особености на конструкцията. Свойствата на автомобила – това са присъщи на него способности да измени своето състояние или положение в пространството под влияние на вътрешни или външни фактори. Качеството на автомобила – това е съвкупност от свойства, съставляващи такава определеност на машината, която я отличава от други машини.

Наличието на специфични свойства позволява на автомобилите да се използват в условия, при които използването на други средства се явява невъзможно или малко целесъобразно. Броят на свойствата (особено за сложните машини) е значително голям, затова се групират по различни признаци. Експлоатационните ка-

чества на автомобила зависят не само от техните потенциални свойства, заложи при проектирането, но и от това как те се реализират при различни експлоатационни условия. Затова при изследване на системата “автомобил – водач – път - среда” се използва системния подход. Най-ефективен метод за практическа реализация на системния подход се явява метода на математическата теория на инженерния експеримент. Последния в съчетание с моделиране на експлоатационния режим на работа дава възможност да се получат интерполационни формули, отразяващи влиянието, както на отделни фактори, така и взаимодействието им върху показателите на движението.

#### ЦЕЛ НА РАЗРАБОТКАТА

Да се определи влиянието на различните ек-



сплоатационни фактори в диапазона на реализация на потенциалните свойства на автомобилите при оценка на показателите на движение.

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ФАКТОРИ

Експлоатационните фактори в съвкупност определят експлоатационните условия на движение на автомобилите на един или друг конкретен маршрут в тези или онези микроклиматически и атмосферни условия. Условията на експлоатация се определят от пътните, транспортните и природо-климатическите условия, всяко от което се характеризира с определени фактори:

- пътни условия – това са елементите на профила и плана на пътя, релефа на местността, вида и равнинността на пътното покритие, интензивността на движение, препятствия по пътя, режим на движение;

- транспортни условия – вида на товара, обема на превоза, разстояние на превоза, режим на работа, вид на маршрута, условия на съхранение, техническо обслужване и ремонт;

- природоклиматични условия – особеностите на сезона за експлоатация – умерени, студени, топло и високопланински климат.

Следователно в дадения случай под експлоатационни фактори ще се разбират всички външни по отношение на автомобилите фактори, от които зависи характера и степента на използване на потенциалните му свойства [4].

Експлоатационните свойства [5] са:

- външна среда (по отношение на пътя);

$B_{cp}(AK)$  - външна среда по отношение на атмосфера-климатични условия;

$G_Q$  - пълно тегло на автомобила;  $kN$

$P_V$  - режим на движение (режим свързан с пътната ситуация, интензивност на движение).

Връзките на комплекса, характеризиращ пътните, атмосферноклиматичните и други фактори, с потенциалните свойства на автомобилите са тези в резултат на които се формират числени значения на измерителите на експлоатационните свойства на автомобилите.

Пътя, атмосферо-климатическите и другите фактори се характеризират с присъщите им потенциални свойства, поради което всяко свойство си има свой критерий и свой измерител. При избора на измерителите на свойствата се е

изхождало от оценката на влиянието на експлоатационните фактори на формирането на показателите на движението на автомобилите [2]

На определен маршрут [2] с дължина 210 km е определено влиянието на факторите: пресеченост на надлъжния профил ( $\Pi\%$ ); коефициента на съпротивление от придвижване ( $f$ ); пътни смущения ( $k, \text{gp}/\text{km}$ ). Относителна мощност  $P_{om}(W/N)$  върху показателя на движението – разхода на гориво  $Q_S/l/100\text{km}$  за автомобил ЗИЛ-130. Като се отчита различната степен на снижаване на скоростта при изкачване и спускане по приетия маршрут, а така също дължината на наклоните, за определяне на измерителя на пресечеността на надлъжния профил е използвана зависимостта [5]

$$\Pi = \bar{\alpha}_{изк} \left( 1 + \frac{l_{cp.изк}}{l_{cp.изк} + \frac{a}{\alpha'_{cp.изк}} - b} \right) + \bar{\alpha}_{сп} \frac{l_{cp.сп}}{l_{cp.сп} + \frac{c}{\alpha'_{cp.сп}} - d} \% \quad (1)$$

където:

$\bar{\alpha}_{изк}$  и  $\bar{\alpha}_{сп}$  - математическо очакване на ъглите на изкачване (%);

$\alpha'_{cp.изк}$  и  $\alpha'_{cp.сп}$  - среден ъгъл на изкачване и спускане (%);

$l_{cp.изк}$  и  $l_{cp.сп}$  - средна дължина на изкачването и спускането (m);

$a = 3000$ ;  $b = 100$ ;  $c = 21\,600$

$\alpha = 140$  - константи [5]

$f$  - коефициент на съпротивление при търкаляне, приет съгласно извършени по-рано експерименти [2]

Измерителя на пътните смущения  $k$  е определен по зависимостта [5]:

$$k = \alpha_{зав.отн.} \frac{\sqrt{\rho_0} - \sqrt{\rho}}{\sqrt{\rho_0}}, \text{град}/\text{km} \quad (2)$$

където:

$$\alpha_{зав.отн.} = \frac{\sum_i^{\Pi} \alpha_{зав.}}{\sum I};$$

$\rho_0$  - радиус, при който скоростта не се намалява (приема се от 1000-1500km) [5]

### ПЛАНИРАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Така подобрите фактори, нулевите им нива и интервалите за вариране са показани в таблица 1.

От действителните стойности се преминава към кодиране на зависимостите:

$$X_1 = \frac{\Pi - 35,7}{17,1}; X_2 = \frac{f - 0,0296}{0,0160};$$

$$X_3 = \frac{k - 92}{26}; X_4 = \frac{P_{осм} - 1,17}{0,13};$$

Стойности на основното ниво и граници на интервалите на изменение.

За определяне на степента на влияние на експлоатационните фактори на разхода на гориво по зададен маршрут се апроксимира неизвестна функция на полинома от вида:

$$f = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 - b_{12}x_1x_2 - b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 - b_{23}x_2x_3 - b_{23}x_2x_4 - b_{34}x_3x_4 \quad (3)$$

Матрицата на планиране за пълен факторен експеримент е дадена в таблица 2.

Таблица 1  
Стойности на основното ниво и граници на интервалите на изменение.

Характеристика	Фактори			
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
	$\Pi\%$	$f$	$k, зр / km$	$P_{осм} (W / N)$
Нулево ниво	35,7	0,0296	32	1,17
Интервал на вариране	17,1	0,0160	26	0,15
Долно ниво	18,6	0,0136	6	1,02
Горно ниво	52,8	0,0456	58	1,33

Таблица 2

Променливи и техните взаимодействия											Разходни гары $l/100 km$				
$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_1x_4$	$x_2x_3$	$x_2x_4$	$x_3x_4$	$y'_1$	$y''_1$	$y'''_1$	$\bar{y}_1$	$\hat{y}$
+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	39,8	40,0	40,9	40,2	40,69
+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	52,8	53,0	52,50	52,8	52,55
+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	59,0	58,4	57,8	58,4	57,97
+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	68,2	68,0	67,0	67,7	67,97
+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	53,0	52,8	52,1	52,3	52,19
+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	61,8	60,9	61,0	61,2	61,25
+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	63,5	64,8	64,3	64,0	64,03
+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	71,8	70,6	72,0	71,4	71,05
+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	43,6	43,9	42,9	43,4	43,63
+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	57,9	57,0	58,3	57,7	57,25
+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	61,8	61,9	60,9	62,2	60,95
+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	73,0	72,9	71,9	72,4	72,69
+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	55,4	55,9	56,0	55,7	56,93
+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	64,9	65,4	66,0	65,4	65,95
+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	65,9	66,2	67,3	66,4	66,97
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	76,5	76,8	76,2	76,5	75,95

## ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

За определяне на дисперсията са провеждани по три паралелни опита.

Проверката на еднородност на дисперсията е определено по критерия на Кохран [3]

$$G = \frac{\sigma_{I_{max}}^2}{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2} = 0,120$$

Като приемем 5% - ово ниво на значимостта квантилът на Кохран има стойност  $G_T = 0,2022$ . Следователно изчисления критерий  $G < G_T$  т.е. хипотезата за еднородност на дисперсията се потвърждава. Поради това, че съществува еднородност на дисперсията грешката на всеки опит проверяваме по формулата [3]

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}{n} = 0,190$$

Средноквадратичната грешка на коефициентите на регресия е:

$$\sigma_{bi}^2 = \frac{\sigma_y^2}{n} = 0,0118$$

За определяне значимостта на коефициентите на регресия е изпълнен доверителния интервал:

$$\Delta b_i = \pm t \sigma_{bi}$$

При прието 5% - ово ниво на значимост критерият на Стюдънт  $t_T = 4,30$ .

При това положени незначими се оказаха коефициентите  $b_{24}$  и  $b_{34}$ .

В резултат на обработката на данните от многофакторния експеримент по матрицата на планиране (табл.2) е получено следното уравнение на регресия:

$$\begin{aligned} \hat{y} = & 60,4 + 5,21x_1 + 6,82x_2 + 3,68x_3 + \\ & + 1,91x_4 - 0,46x_1x_2 - 0,70x_1x_3 + \\ & + 0,44x_1x_4 - 1,36x_2x_4 \end{aligned} \quad (4)$$

За да се провери съответствието между обекта и модела е извършена проверка на адекват-

ност по критерия на Фишер:

$$F = \frac{\sigma_{\alpha\Delta}^2}{\sigma_y^2}$$

където:

$\sigma_{\alpha\Delta}^2$  - дисперсия на адекватността:

$$\sigma_{\alpha\Delta}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - R - 1} = 0,498$$

$\hat{y}_i$  - стойност на параметъра на оптимизация (табл.2);

$n$  - брой на опитите;

$R$  - брой на значимите коефициенти в уравнението на регресия;

Следователно изчисленият пример:

$$F = \frac{0,498}{0,190} = 2,62$$

е значително по-малък от табличния и модела е адекватен.

## ИЗВОДИ

1. Получено е регресионно уравнение (4), което отчита не само линейните ефекти, но и всички значими такива от взаимодействията. С негова помощ може да се определи разхода на гориво при различни значения на отделните фактори в пълния диапазон на изменение на всеки един от тях;

2. По степен на влияние на разхода на гориво на първо място е коефициента на съпротивление от търкаляне, следван от пресечеността на надлъжния профил, пътните смущения и относителната мощност.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1]Б.Бенчев, Автомобилна техника.Теория на автомобила, С., ВТУ, 2000.

[2]Borislav Benchev, Estimation of Dynamic Qualities of Undercarriage Machines, Congress АТТ, Barcelona, 2001.

[3]Божанов Е., Вучков И., Статистически методи за моделиране и оптимизиране на многофакторните обекти, С., Техника, 1979.

[4]Л. Мышко, Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, М., ВУЗ ЮНИТИ, 2001.

[5]А.Ф. Нефедов, Л.Н. Высочин, Планирование эксперимента и моделирования при исследовании эксплуатационных свойств автомобилей, Л., Высша школа, 1976.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ВЛИЯНИЕ НА ЕЛАСТИЧНОСТТА НА ВРЪЗКИТЕ НА РАМАТА НА ТАЛИГАТА И БУКСИТЕ В ХОРИЗОНТАЛНА РАВНИНА ВЪРХУ НАПРАВЛЯВАЩИТЕ СИЛИ ПРИ ДВИЖЕНИЕ НА ЛОКОМОТИВ В КРИВ УЧАСТЪК ОТ ПЪТЯ

Тома Г. Ружеков, Ненчо Г. Ненов, Емил Н. Димитров

#### АНОТАЦИЯ

*В работата е изследвано движението на локомотив с осова формула  $C_0+C_0$  с напречен съединител между талигите в крив участък от пътя. Процесът е разгледан като квазистатичен и е формализиран при отчитане на гъвкавостта на връзките на рамата на талигата с буксите в аксиално направление. Преместването на буксите по отношение на талигата създава възможност за контакт с релсите на ребордите и на други без разбег колооси, освен атакуващата. С помощта на разработена компютърна програма е извършен числен експеримент.*

**Ключови думи:** локомотиви, динамика на локомотиви, движение в криви участъци

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Характерно за локомотиви с триосови талиги са редица особености във взаимодействието им с релсовия път в хоризонтална равнина. То е, като правило, съпроводено с появяването на сили с повишени стойности в сравнение с тези при локомотивите с двуосови талиги при движението им както в прави, така и в криви участъци от пътя. За облекчаване на движението в криви участъци от пътя при триосовите талиги се използват средства с различна ефективност като: колооси с реборди с намалена дебелина; възможност за аксиално движение на шийката в буксата под действието на силите на триене в контактите на колелата и релсите (разбег на колооста); еластична опора на аксиалния лагер в буксата; връзки на буксите на колооста с рама-

та на талигата, които позволяват преместването ѝ относно рамата под действието на раменна сила; междуталигов съединител. Поради засиления интерес от страна на специалистите, експлоатиращи локомотивите серия 46 (осова формула  $C_0+C_0$  с напречен съединител) авторите на материала извършиха изследване на влиянието на параметрите на напречния съединител върху стойностите на направляващите сили, ъглите на атака на колоосите и стойностите на критерий, пропорционален на работата на силите на триене в контактните точки на ребордите и релсите на първа и четвърта колооси. Резултати от изследването показват, че величините, които могат да бъдат критерии за взаимодействието на локомотива и железния път в криви участъци с радиуси 300m и 500m имат най-благоприятни стойности при параметри на съединителя,

Тома Ружеков, професор доктор инж., ВТУ “Т.Каблешков”, София 1574 ул. “Г. Милев” 158;

Ненчо Ненов, доцент доктор инж., ВТУ “Т.Каблешков”, София 1574 ул. “Г. Милев” 158;

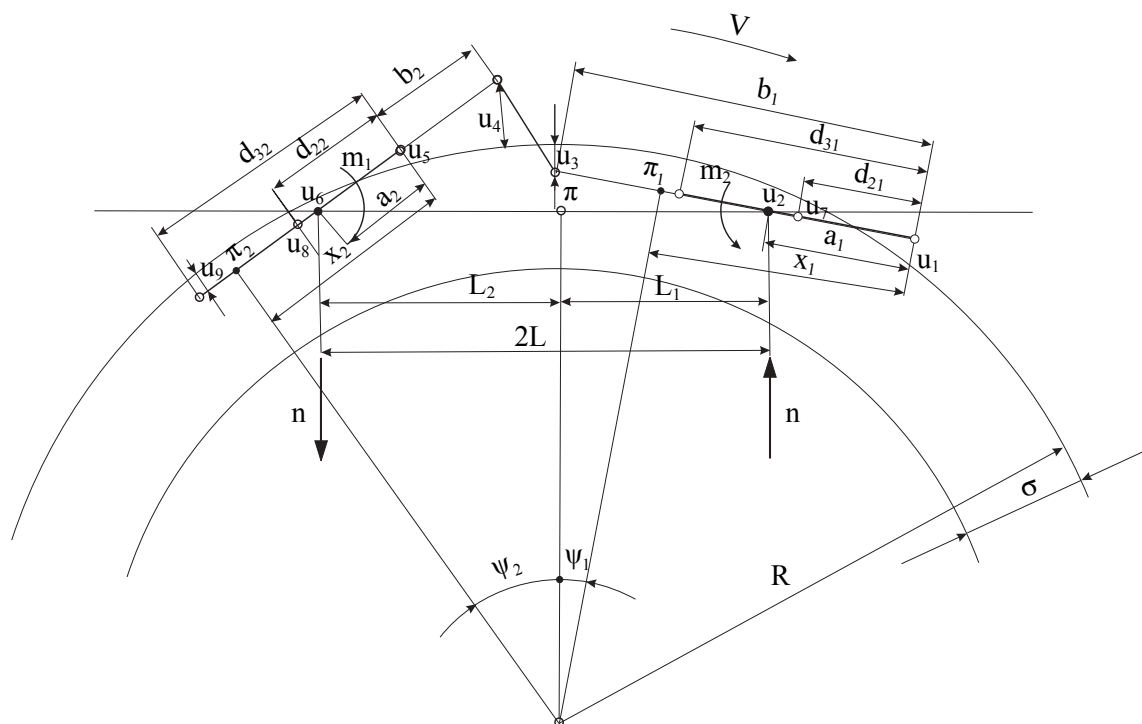
Емил Димитров, доцент доктор инж., ТУ - София, София 1797 бул. “Кл. Охридски” 8.

съответстващи на тези дадени в техническата му документация [2]. Големият брой варианти на параметрите на съединителя и свързания с това обем на операции, изискват определено опростяване на механичния модел на локомотива, освен традиционно приеманото при подобни изследвания. Основното в случая е приемането, че връзките на буксите в хоризонтална равнина с рамата на талигата за първа, трета, четвърта и шеста колооси са недеформируеми. За компенсиране на отбелязаното несъответствие с реалната механична система, в механичния модел е прието, че втора и пета колооси са с възможност за свободно придвижване в аксиална посока – т.е. те са с разбег. Посоченото също не отговаря на реалната система, но на основата на качествен анализ на процеса има обратен ефект по отношение на силовото взаимодействие на локомотива с пътя на коравите връзки на останалите колооси с рамата на талигата. От посоченото следва, че получените па-

раметри, определящи процеса на движение, и най-вече техните относителни стойности, могат да служат като критерий за избор на параметрите на напречния съединител. Независимо от посоченото, не може да не възникне въпрос за количествена оценка на различията между силите на взаимодействие на локомотива и пътя при реалните параметри на връзките на буксите и рамата на талигата и на тези, определени с възприетите идеализации. Посоченото може да бъде определено като **цел на предлаганата работа**. За нейното постигане е необходимо да бъде извършено следното:

**1. Съставяне на механичен модел на ходовата част на локомотив  $C_0+C_0$  в крив участък от пътя.** Той е представен на фигура 1 с приетата за геометрично вписване символика. Изграден е от девет твърди тела: шест колооси, две рами на талиги и кош. Връзките между посочените тела са:

➤ гуменометални ресори между буксите



Фиг. 1.

$a_1$  - разстояние от първа колоос до централния лагер на първа талига;  $a_2$  - разстояние от четвърта колоос до централния лагер на втора талига;  $b_1$  - разстояние от първа колоос до точката на свързване на съединителя;  $b_2$  - разстояние от точката на свързване на съединителя до четвърта колоос;  $d_{21}$ ,  $d_{31}$ ,  $d_{22}$ ,  $d_{32}$  - разстояния от първа (за първа талига) и четвърта (за втора талига) до съответната колоос;  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $L_1$  - полюсни разстояния, респективно за първа и втора талига и за коша на локомотива;  $2L$  - база на локомотива;  $u_i$  - съответно разстояние на показаните точки до външната релса;  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$  - ъгли на завъртане съответно на първа и втора талига спрямо рамата на локомотива;  $m_1$  и  $m_2$  - моменти, действащи съответно на първа и втора талига;  $n$  - сила в централния лагер;  $\sigma$  - хлабина на колооса в релсовия път;  $R$  - радиус на участъка с криви.

на колоосите и рамите на талигите с коефициент на еластичност  $k_{pk}$  – за крайните колооси на талигите и  $k_{pc}$  – за средните колооси;

➤ опори от типа “гъвкава спирала” за връзка между рамите на талигите и коша, състоящи се от:

- цилиндрични винтови пружини на централната ресорна степен;

- четири подвески, на които са окачени двете подресорни греди към рамата на талигата;

- осемзвънен механизъм (фиктивен централен лагер), лагериран на рамата на талигата и свързан с два пръта към коша на локомотива (схемата на част от него е даден на фиг. 2);

- напречен съединител, свързващ рамите на двете талиги, с хлабина  $\delta$  (до нейното изчерпване сила на взаимодействие между талигите липсва) и пружина с предварително натягане  $T_0$  (при сила в съединителя  $T < T_0$  няма преместване в съединителя).

**2. Съставяне на математичен модел на**

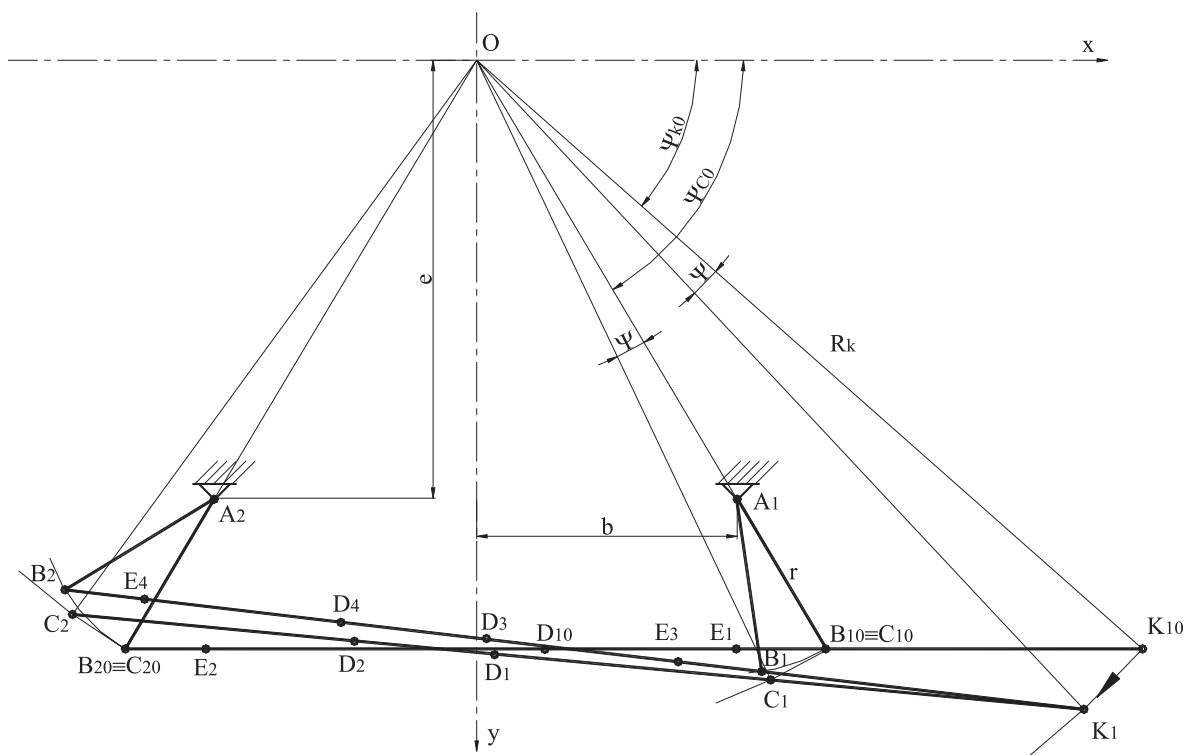
описаната механична система, която под действието на направляващите сили, силите и моментите в опорите на коша, силата в съединителя, триещите сили в контактните точки на колелата и релсите и центробежната сила се намира в квазистатично равновесие. Прието е триещите сили да бъдат с постоянна стойност и кинематиката на колооста да се счита за известна. Причина за посоченото е, че силите на сцепление са функция на редица случайни параметри на контактуващите тела “колело-релса” [1], а тяхната компонента, която определя триещия момент при завъртане на талигата е в зависимост и от теглителната или спирачна сили, които се осъществяват в даден момент. Моделът, записан във векторно матрична форма има вида:

$$C_j \vec{P}_j = \vec{B}_j$$

където:

-  $C_j$  – матрица, съставена от коефициентите пред определяните сили;

-  $\vec{P}_j$  – четиримерен вектор, компонентите на



**Фиг. 2**

$K_1$  - точка на свързване с рамата на локомотива;  $B_1$  и  $B_2$  - точки на свързване на надресорната греда с лостовите на осемзвънения механизъм;  $E_1$  и  $E_2$  - точки на окачване на подресорната греда на подвеските;  $D_1$  и  $D_2$  - оси на пружините от централната степен;  $C_1$  и  $C_2$  - кош на локомотива;  $A_1$  и  $A_2$  - лагериране на лостовите от осемзвънения механизъм в рамата на талигата;  $b$  и  $e$  - разстояния, определящи местата на свързване на лостовите към рамата на талигата;  $O$  - геометричен център на осемзвънения механизъм (ос на централния лагер).

който са сили, определяни за конкретно положение на талигите;

-  $\vec{B}_j$  – матрица, съставена от свободните членове на уравненията;

-  $j$  – номер, определящ положението на талигите, което се описва от системата уравнения (максимално изместване на двете талиги, максимално изместване на втората талига и съответстващо, съобразно хлабината в съединителя, свободно установяване на първа талига и т.н.).

Възвръщащите моменти  $m$ , които действат на талигите при завъртането им около съответен фиктивен централен лагер, са формирани от две компоненти:

- момент  $M_E$ , предизвикан от възвръщаща сила, получена при наклоняването на подвеските, на които са окачени подресорните греди;

- момент  $M_D$ , предизвикан от сили при огъването на пружините от централната ресорна степен.

$$m = M_E + M_D,$$

Получените резултати за моментите  $M_E$  и  $M_D$  са дадени в графична форма на фиг. 3. За удобство при работата, на графиките са изразени моментите за единица коефициент на еластичност:  $m_E = M_E/k_E, m^2$  и  $m_D = M_D/k_D, m^2$ ,

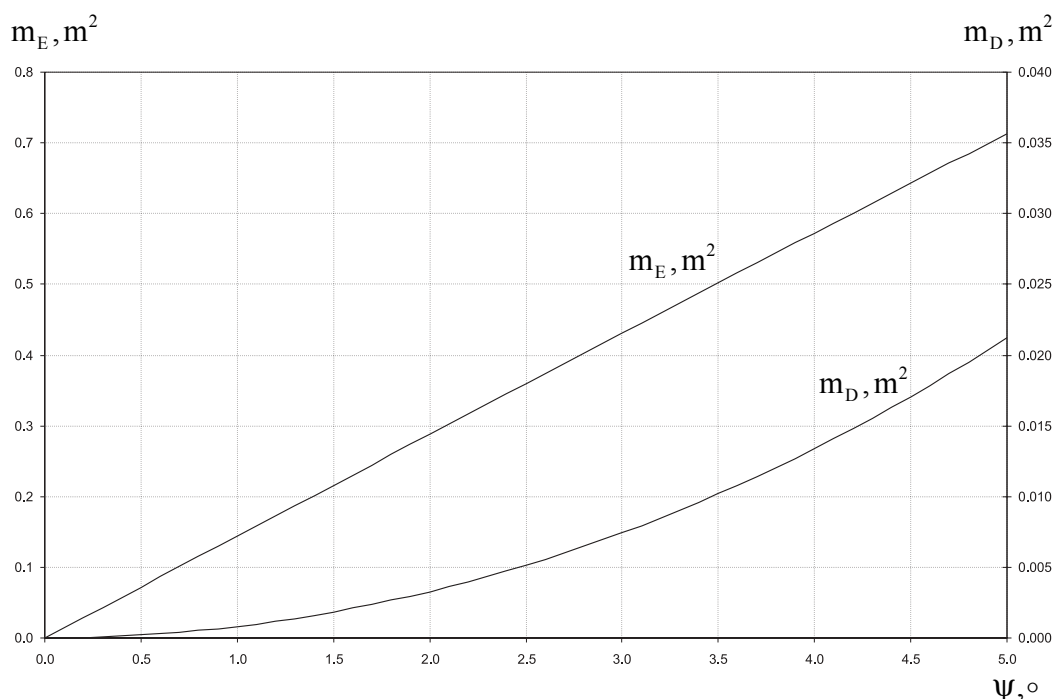
където:

-  $k_E, N/m$  - коефициент на "еластичност" на подвеска;

-  $k_D, N/m$  - коефициент на еластичност на пружина от централната ресорна степен, подложена на надлъжно-напречно огъване, по отношение на преместване перпендикулярно на оста ѝ.

**3. Разработване на компютърна програма и извършване на числен експеримент с математичния модел при параметри, съответстващи на тези на локомотив серия 46 при движение в крив участък от пътя с радиус 300 m и скорост до 34 m/s. Междуталиговият съединител е с номинални параметри: предварително натягане на пружината  $T_0 = 50$  kN; коефициент на еластичност на пружината  $k = 8,76 \cdot 10^5$  N/m; хлабина  $\delta = 2 \cdot 10^{-3}$  m.**

**Резултатите от числения експеримент**, за основните параметри на взаимодействие на локомотива и железния път, са дадени в графична форма във функция на скоростта на движение на локомотива  $V, m/s$ . Със символа \* са означени същите параметри, както тези получени от изследването, но за механичния модел, при който е прието, че връзките с буксите на крайните оси на талигите са недеформируеми, а средните оси са с разбег [2]. На фигура 4 е дадено изменението на направляващите сили на



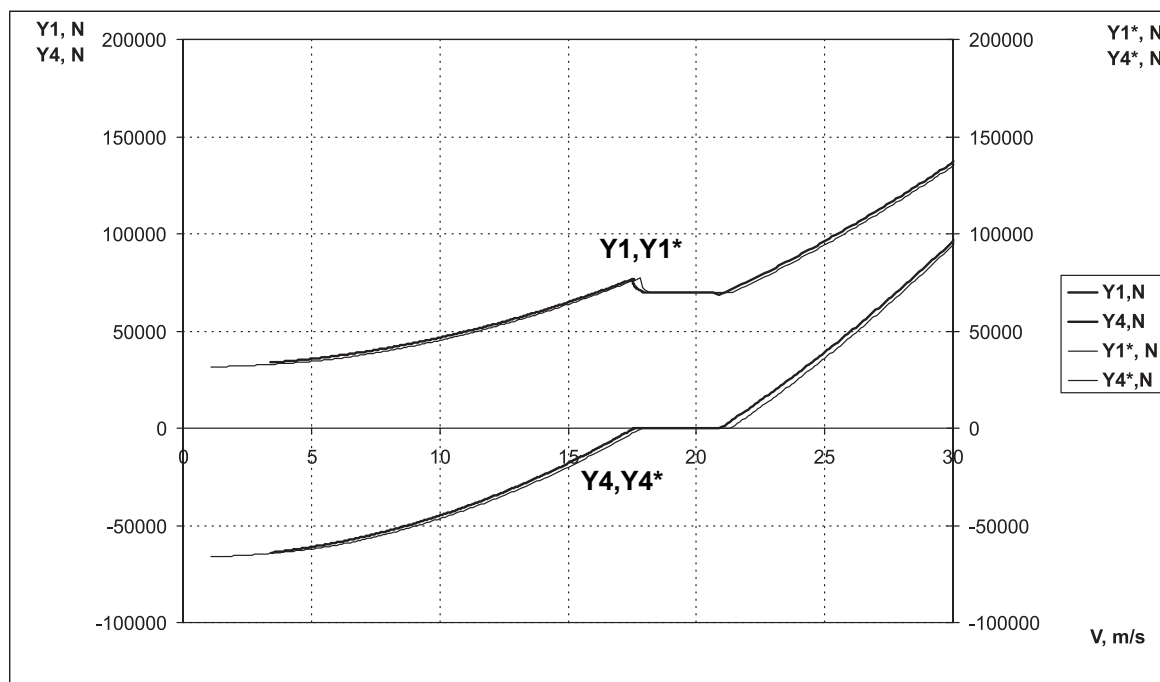
Фиг. 3



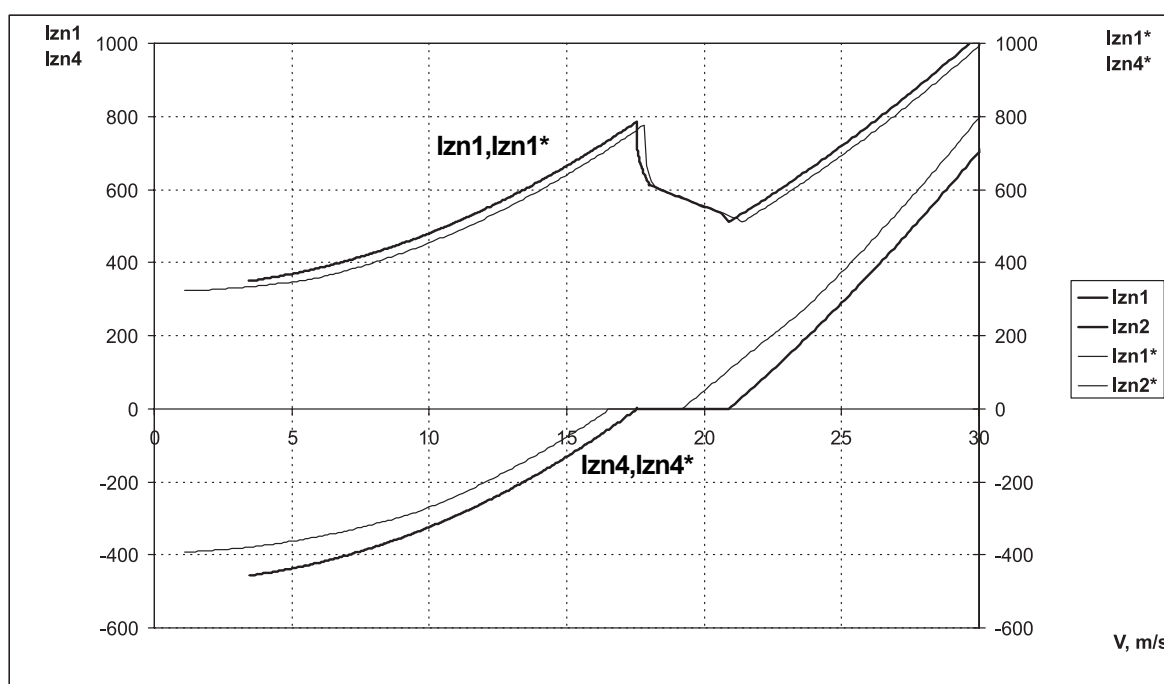
първа и четвърта колооси -  $Y_1, Y_1^*, Y_4, Y_4^*$ . Фигура 5 е с графиките на критерия за интензивност на износването на ребордите и главите на релсите за първа и четвърта колооси. Стойностите на критерия  $I_{zn} = Y\alpha$  са пропорционални на работата на силите на триене в контактните точки на реборда и главата на релсата ( $\alpha$  - ъгъл на атака на дадена колоос). Графиките на фигура 6 представляват направляващата

сила в шеста колоос и силата в напречния съединител  $Y_6, Y_6^*, T, T^*$ .

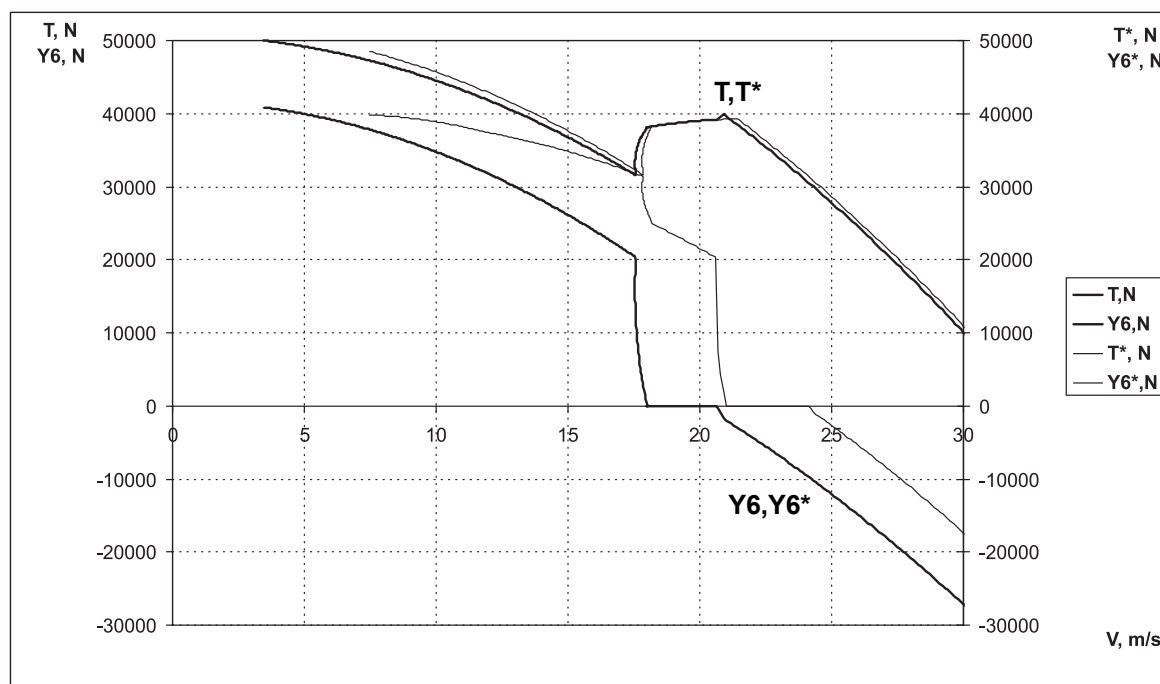
Графиките на фиг. 4, 5 и 6 показват, че различията между стойностите на направляващите сили, критерия за интензивност на износването и силата в напречния съединител при колооси с твърди връзки на буксите и рамата на талигата на крайните оси и разбег на средната и при гъвкави връзки на буксите с рамата на



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

талигата са с незначителни различия, като в зоната на допустимата скорост за движение в участък с радиус 300 m, те практически съвпадат по стойност. Изследването, обаче показва, че разбегът на средните колоси в талигата е (макар и с малко) с по-добър ефект по отношение на движение в крив участък от пътя, отколкото буксови връзки с определена гъвкавост. Трябва да се има предвид обаче, че гъвкавостта на връзките е необходима, тъй като при недеформируеми връзки при движение в прав участък и криви с големи радиуси талигата представлява една структурнонеустойчива система. Конструкцията на букса с разбег е усложнена и е с понижена надеждност. Отбелязаното определя като възможна съвременна конструкция тази, на която буксите на всички оси са свързани с гъвкави връзки с рамата на талигата. Основно коефициентът на еластичност на тези връзки се определя от изискването за устойчиво движение на талигата в прав участък. Връзките на средната колоос е целесъобразно да бъдат с малък коефициент на еластичност (такава е конструкцията на талигата на локомотив серия 46).

**Резултатите от извършеното изследване се изразяват главно в следното:**

- разработен е модел за движение на локомотив с осова формула  $C_0 + C_0$ , с напречен съединител и гъвкави връзки на буксите с рамата на талигата;
- на негова основа е извършен числен експеримент за движение на локомотив серия 46

в крив участък на пътя с радиус 300 m и скорост на движението до 34 m/s;

- получени са стойности на силите на взаимодействие на колоосите с пътя, критерий за износване на ребордите и стойностите на силата в съединителя при номинални негови параметри;

- сравнени са получените резултати с тези, при механичен модел с твърди връзки на крайните оси на талигата и разбег на средната ос, послужил за изследване влиянието на параметри на напречния съединител. Съвпадението на практика на получените резултати дават основания са следните твърдения:

- получените резултати за влиянието на параметри на напречния съединител могат да бъдат приети като достоверни [2];

- при квазистатично вписване на триосови талиги може да бъде използван опростен механичен модел – твърди връзки на буксите с рамата на талигата на крайните оси и разбег на средната ос.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Исаев И.П., Ю.М. Лужнов, Проблемы сцепления колес локомотива с рельсами, Машиностроение, 1981, 236 с.

[2] Ружеков Т., Е.Димитров, Н.Ненов, Взаимодействие на локомотиви серия 46 с железния път в участък с криви, сп. Железопътен транспорт, бр.2, 2001, 34-37 с.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТИРАНЕ НА ПОВИШЕНА ПОДВИЖНОСТ НА КОЛООСИТЕ СПРЯМО ТАЛИГОВАТА РАМА ПРИ ТЕСНОПЪТНИ 760ММ ТОВАРНИ ВАГОНИ

Атанас Тодоров, Виргиния Рангелова

#### АНОТАЦИЯ

*Направена е теоретична обосновка и е представено техническо решение за повишаване подвижността на колоосите спрямо талиговата рама при теснопътни товарни талиги тип ТТ 76-2. Целта на решението е да се подобри взаимодействието на возилата и релсовия път при движение в криви участъци, в резултат на което да се намали интензивността на износване на ребордите и релсите. Представени са резултати от експериментирание в реални условия, които доказват правилността на теоретичните постановки и техническата и икономическа целесъобразност на предложените решения.*

**Ключови думи:** железопътен товарен вагон, калоос.

В съвременната епоха се забелязва ясно изразена тенденция към подобряване на техническите средства в железопътния транспорт в две посоки. Едната е към интензификация на експлоатацията – повишаване скоростите на движение чрез подобряване конструкцията на подвижния състав и релсовия път. Другата – към съкращаване на престойте за текущи и планови ремонти и свеждане на техния брой и обем до минимум.

От 1990г.по теснопътните линии на БДЖ с междурелсие 760mm се извършва усъвършенстване на горното строене. То включва замяна на лекия тип релси РПШ с по-тежък тип S49. В резултат се увеличава значително товарносимостта на пътя и се подобрява неговата геометрия. Създава се възможност за повишаване на скоростите в подновените участъци и намаляване на времето и разходите за текущо поддържане. По отношение взаимодействието на возилата с новия, по-тежък тип горно строене, се установява подобряване на общото динамич-

но натоварване, поради по-добрата геометрия на пътя. Същевременно, с повишаване интензивността на експлоатация на подвижния състав поради намаляване на броя годни локомотиви и вагони, се наблюдава повишено износване на техните реборди

Процесът на износването на ребордите и релсите се наблюдава и в кривите, и в правите участъци на пътя. В правите той е незначителен и интензивността му там зависи основно от лъка-тушните трептения. В кривите процесът на износване е силно изявен, причина за което е липсата на принудителна управляемост на колоосите по кривината на пътя и неподвижните връзки на колелата с осите. Силите на триене, възникващи при взаимодействието на колелата с релсите в крива, са причина за разглежданото явление.

За процеса на износване се предполага следната най-обща параметрична идентификация, наречена “фактор на износване” [1, 3]:

$$\Phi_{II} = \alpha \cdot Y_{реб}, \text{ kNrad} \quad (1)$$

където :  $\alpha$  е ъгълът на атака;

$Y_{реб}$  – направляващата сила в контактното петно на реборда към релсата.

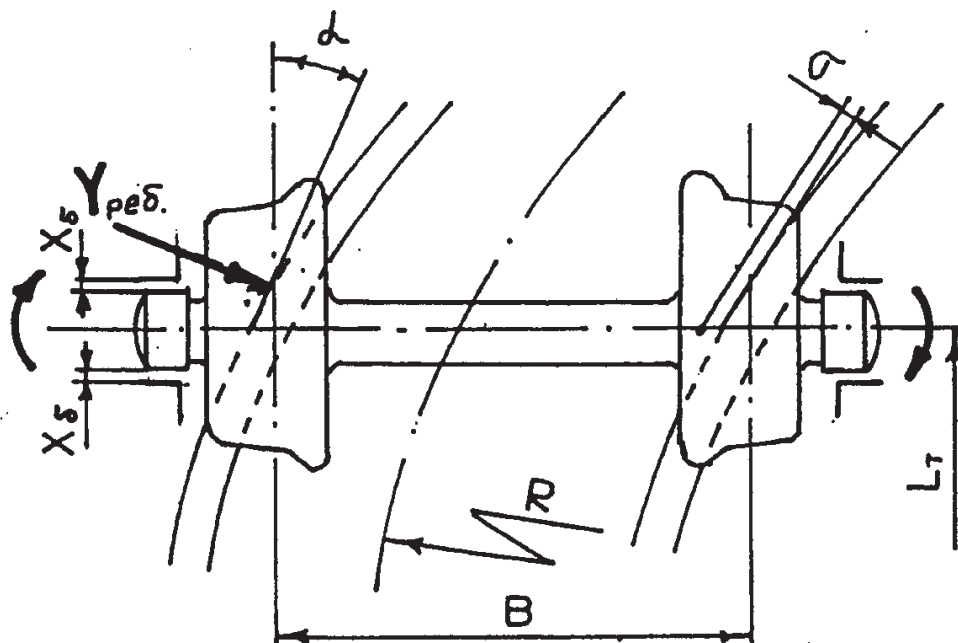
В настоящото изследване е използван начин за намаляване износването на ребордите чрез

стоящото изследване израз за определяне на теоретично необходимата подвижност на колоосите – надлъжния разбег  $X_0$  (фиг.1):

$$X_0 = B(0,5L_T / R + \sigma / 0,5L_T), \text{ mm} \quad (2)$$

където :

$B$  е разстоянието от средата на буксовите



Фиг.1.

осигуряване на известна подвижност на колоосите спрямо талиговата рама при теснопътни товарни вагони. Това позволява при вписване в крива да се намали ъгълът на атаката в контактната зона “реборд - релса”, участващ като параметър в израза (1).

Въпросът е разглеждан подробно в специализираната литература още от началото на века [1, 3, 4]. Впоследствие, във връзка със стремежа към повишаване скоростите на подвижния състав от обикновения (конвенционален) тип, с цел преследване на по-добри динамико – ходови качества, се пренебрегва значението на подвижните колооси при вписване.

У нас в БДЖ също има положителен опит в това отношение. В [6] са изложени подробно резултатите от осигуряване подвижност на колоосите на последния тип български пътнически пътнически вагон В-84, ЕМВ сер.32 и др., в резултат на което пробегът между профилиране е увеличен значително.

В [2, 4] е предложен удобен за целите на на-

крила до надлъжната ос на талигата, mm;

$L_T$  – междуосие (база) на талигата, mm;

$R$  - радиус на кривата, m;

$\sigma$  - напречен разбег на колооста в пътя, mm.

Тъй като хоризонталната еластичност на буксовото окачване е даденост и същата допуска ефекта “подвижни оси”, предмет на настоящото изследване са хлабините, определящи надлъжния “разбег” на буксите в челностите на талигите  $X_0$ .

Необходимата надлъжна подвижност на колоосите спрямо талиговата рама за радиално вписване в криви с минималния радиус при междурелсие 760mm – R=60m, за талига ТТ-76, изчислена според израза (2) се получава:

$$X_0 = 6,68 \text{ mm}$$

Реалната конструкция на буксовото пружинно окачване с шпинтонно водене позволява чрез премахване на стоманените втулки от шпинтоните да се осигури радиална хлабина  $X_0 = 5\text{mm}$ , което задоволява теоретичната постановка.

В табл.1 е направено сравнение на стойнос-

тите на ъгъла на атака а при “спрегнати” оси като съществуващо решение и “подвижни” оси, като изследван вариант, за три характерни състояния на междурелсието чрез хлабините  $s$  между ребордите и релсите в крива  $R60$  m.

$\sigma$ $R_{\min}=60m$	20mm стеснено	30mm номинално	40mm износване
Ъгъл на атаката $\alpha^0$ спрегнати	1°37'	1°56'	2°24'
Ъгъл на атаката $\alpha^0$ подвижни	1°08'	1°27'	1°55'

Табл.1.

От табл.1. е видно, че прилагането на “подвижни” оси при талига ТТ-76 следва да намали ъгъла на атака а с около 20-30% при различните състояния на пътя в криви с малки радиуси, съответно да снижи фактора на износване според (1).

Експериментална проверка на изложеното е направена чрез преустройство на един товарен открит теснопътен вагон  $0_4 76$  – №3276 и включването му в редовна експлоатация. За сравнение, паралелно с преустройения, е изследван и вагон  $0_4 76$  – №3211, който е излязъл от заводски ремонт заедно с експерименталния и двата вагона са експлоатирани в еднакви условия – превоз на въглища в участъка Септември – Веллингград – Септември.

При контролните измервания, извършвани периодично със специализиран уред ЛСБ – 2, основно е записвана дебелината на ребордите  $S_d$  като параметър, лимитиращ ресурса на профила до престъргване.

На фиг.2 са показани резултатите, получени

за двата вагона след двугодишна експлоатация и изминат пробег от 4 000km. Видно е, че усреднената стойност на износването по  $S_d$  за 8<sup>те</sup> колела на преустройения вагон №3276 е над 2 пъти по-малка от тази при непреустройения вагон №3211.

## ИЗВОДИ

1. Направеното изследване, макар и в начален стадий на сравнителни измервания при относително малък пробег, дава основание за количествена оценка на ефективността от внедряване на техническото решение “подвижни” оси при теснопътни вагони.

2. Получените резултати потвърждават правилността на теоретичната постановка общо за релсови возила и в частност за разгледаните вагони.

3. Реализирането на техническото решение е съвсем лесно изпълнимо и не изисква влагане на средства, а води до икономия на скъпи вносни елементи – колела и релси.

## ЛИТЕРАТУРА

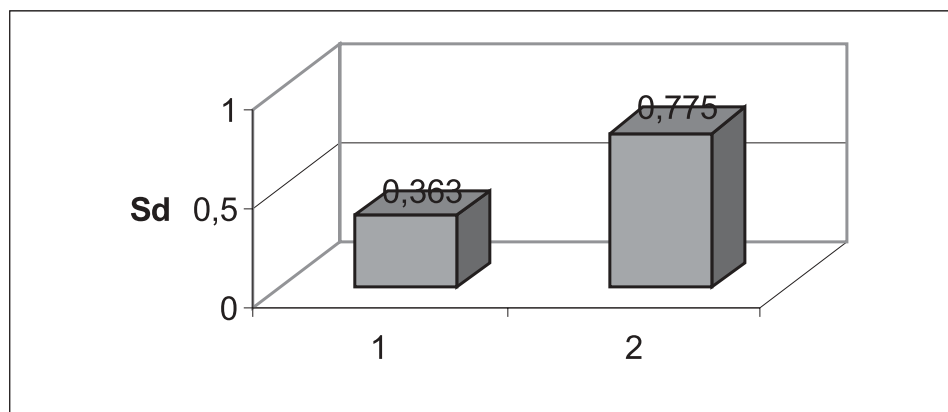
[1] Neuman H., Grundzuge der Führung der Schienenfahrzeuge, Sonderdruck aus Elektrische Bahnen, Verlag R. Oldenburg, Munchen 1936

[2] Димитров Ж. Високоскоростни влакове с наклоняеми кошове – една реална необходимост за БДЖ. София, Железопътен транспорт, 1997, №10-11.

[3] Зих Л. Износване на бандажите на локомотивните колооси и начини и средства за повишаване на службата им в експлоатация, Прага, 1980.

1 -  $0_4 -76$  №3276

2 -  $0_4 -76$  №3211



Фиг.2.

[4] Винокуров М. В., Вагоны, Москва, Транспорт, 1949.

[5] Смит Р.Е., Р. Дж. Андерсон, Тележки с радиальной установкой колесных пар в кривых, Железные дороги мира, 1989, №12.

[6] Пенчев Цв., Т. Ружеков, Е. Димитров, Д. Ахмаджова, Изследвания за намаляване износването на ребордите на новите пътнически вагони, София, Железопътен транспорт 1996, №1.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ ПОСУКВАНЕТО НА РАМИ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ВОЗИЛА В ДЕПОВСКИ (ЗАВОДСКИ) И ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ

Цвятко Пенчев, Людмил Паскалев

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се акцентира върху възможността за измерване на посукването на рами на железопътни возила не само в деповски (заводски), но и в експлоатационни условия т.е. когато возилата се намират на най-обикновени коловози с наличие на неравности, деформации и др. Голямо разнообразие и възможности за избор се предлага и по отношение на техническите средства за измерване.*

**Ключови думи:** посукване, отклонение от равнинността, репери, базова равнина.

#### 1. ЗНАЧЕНИЕ НА ПРОБЛЕМА И НЕГОВОТО СЪСТОЯНИЕ У НАС

Посукването на рамите на железопътни возила, както е известно, представлява отклонение от тяхната равнинност и в някои източници е известно под наименованията “депланация”, “отклонение от равнинността”, “кососиметрична деформация” или просто “неравност” [1, 2, 3, 4].

Проблемът за измерване на посукването при гореспоменатите обекти се свързва с най-голяма значимост с изискванията по отношение безопасността срещу дерайлиране [1,2,3], защото това често срещащо се явление в експлоатацията на железопътни возила се предизвиква обикновено от неравномерно разпределение на натоварването на колелата върху релсите и логически следващото недопустимо разтоварване на някои от тях [2]. Ето защо, посукването на рамите е меродавно и се измерва преди всичко в опорните повърхнини или, най-общо казано – места, които особено при теоретичните постановки ще наричаме точки. Тези опорни

повърхнини (респ. места или точки) при рамите на талиги и двуосови вагони са опорните повърхнини на пружините (ресорите), а при рамите на талигови возила – опорните (плъзгачите) повърхнини на горните странични плъзгалки. В някои случаи посукването може да бъде меродавно за местата на буферите (от гледна точка на балансиране на возилото) и/или за крайните ъглови точки на рамата на коша – ако се касае за габаритни или естетически изисквания, особено в случаите на по-големи и видими с просто око деформации.

Въпреки, че третираният проблем, безспорно, е с изключително голямо значение и въпреки, че това повече и по-малко се признава и осъзнава вътрешно, на практика той се подценява, защото провежданите понастоящем измервания и контролни проверки за посукване са непълни, недостатъчно достоверни или въобще не се правят. Очевидно, може би защото тези проверки се свързват обикновено с представата за трасажни маси, специални технологични екипировки, оптически системи и др., които липсват и са непосилни за повечето ремонтни и дори произ-



водствени единици. Действително, проблемът за измерване на отклоненията от равнинността е сложен дори и за най-обикновените елементи в машиностроенето, а при големогабаритни конструкции, каквито са рамите на жп возила, тази сложност неимоверно нараства [1]. Успоредно с това прави впечатление, че в учебната литература, както и в различни фирмени издания и дори в нормативни документи проблемът за измерване на посукването на рами от железопътни возила се разглежда обикновено в класическа постановка, която безусловно е вярна, точна и всевалидна, но обикновено остава без практическа реализация. От друга страна, в технологичните предписания и заводските нормали проблемът се разглежда съвсем конкретно – свързан с производството на точно определени конструкции при дадени технологични и други условия на предприятието – производител.

В настоящата работа се предлагат общи, приложими към всички конструкции, методи за измерване посукването на рами на железопътни возила както в производствени и ремонтни предприятия, така и в експлоатационни условия, с помощта на обикновени технически средства. Последният нюанс на метода, даващ възможност за прилагането му към железопътни возила, намиращи се на гарови коловози, открит път и др. без да е необходимо тяхното придвижване до депо и демонтиране, го правят особено удобен за екстремни ситуации, в т.ч. и в случаите на разследване на аварии и катастрофи.

## 2. ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ И ИЗХОДНИ ТЕОРЕТИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ. ПРИЛОЖЕНИЕ ПРИ ДЕПОВСКИ И ЗАВОДСКИ УСЛОВИЯ

Класическият метод за проверка на изискванията за отклонение от равнинността (посукването) на какъвто и да е детайл или възел изисква по начало трасажна маса. В същност, дори и ако разполагаме с такава, тъй като меродавните за равнинността места (напр. опорните повърхнини на пружините) не могат да опрат в повърхнината на трасажната маса поради наличие на стърчащи части от рамата (буксонаправляващи челюсти, шпинтони и д.п.), ще бъде необходимо да се използват колонки (подпори) с еднаква височина, като в този случай трябва техните горни челни повърхнини (принадлежащи, очевидно към една равнина) да опират към съответните меродавни места или повърхнини

от рамата. В същност така се достига до извода, че на практика, за рами на жп возила трасажна маса не е необходима, а за проверка равнинността на рамата трябва да бъде изпълнено условието за принадлежност към една равнина само на фиксиращите горни повърхнини на колонките, които обикновено са 4 или 8 броя със симетрично разположение; на това условие отговарят кондукторите за серийно производство на талигови рами. Естествено, условието за равнинност (липса на посукване) е четирите меродавни опорни повърхнини на рамата да опират в принадлежащите към една равнина (и обикновено хоризонтирани) фиксиращи повърхнини на колонките, а размерът на посукването в линейно изражение (т.н. “обща неравност”) представлява разстоянието на една от меродавните повърхнини на рамата до съответната фиксираща повърхнина, при положение, че останалите три повърхнини са допрени.

В най-общия случай, за проверка равнинността (размера на посукването) на рамата не е необходимо да се търси опирането ѝ в определени места (точки), а е напълно достатъчно тя да бъде фиксирана на произволно разстояние от една базова равнина (чието определяне ще бъде разгледано по-нататък) при приблизително успоредно разположение спрямо нея; тогава, ако бъдат измерени разстоянията (височините)  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  и  $h_4$  от базовата равнина до 4-те основни меродавни повърхнини на рамата (например опорните повърхнини на пружините на талигата), то критерият за равнинност (липса на посукване) на същата е равенство между сумата от тези височини по двата диагонала (виж фиг.1), т.е.

$$h_1 + h_4 = h_2 + h_3, \quad (1)$$

което е равнозначно на равенството на разликите между същите височини при съблюдаване на еднаква посока (съгл. фиг.1), т.е.

$$h_1 - h_2 = h_3 - h_4 \quad (2)$$

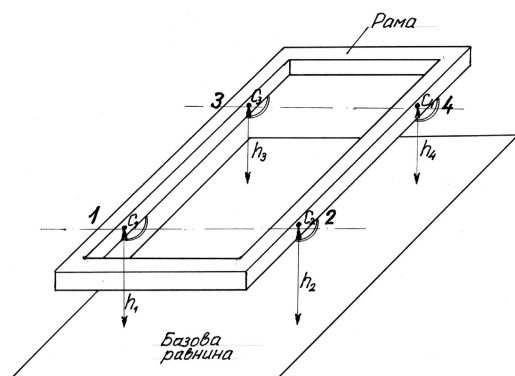
Стойността на посукването (респ. сумарната неравност)  $\Delta_{yc}$  и  $\Phi_{yc}$  се определя в линейно или ъглово изражение, както следва:

- в линейно изражение ( в mm)

$$\begin{aligned} \Delta_{yc} &= h_1 + h_4 - (h_2 + h_3) = \\ &= h_1 - h_2 - (h_3 - h_4) \end{aligned} \quad (3)$$

- в ъглово изражение ( в grad)

$$\Delta_{yc} = [h_1 + h_4 - (h_2 + h_3)] / 2b_p = [h_1 - h_2 - (h_3 - h_4)] / 2b_p \quad (4)$$

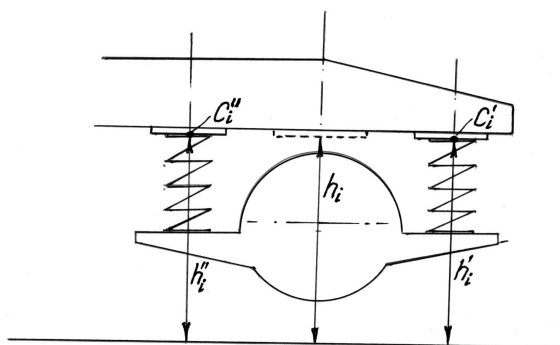


Фиг. 1

където  $2b_p$  е напречното разстояние между средите на меродавните опорни повърхнини.

В случаите, когато меродавните повърхнини на рамата са 8 броя, напр. при талиги, чиито буксови пружини са разположени от двете страни на буксите крилчат тип, определянето на меродавните височини  $h_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 4$ ) за средите на буксите (мислено!) се извършва чрез осредняване на непосредствено измерените височини  $h'_i$  и  $h''_i$ , отнасящи се за двете страни (виж фиг.2) т. е.

$$h_i = (h'_i + h''_i) / 2 \quad (i = 1, 2, \dots, 4) \quad (5)$$



Фиг. 2

Базовата равнина, която служи като база (начало) при измерване на височините в меродавните места (точки) от рамата се фиксира чрез оптически нивелир от 4 реперни точки, лежащи в една равнина, която обикновено е хоризонтална. Естествено, ако измерителната позиция е за рами с различни местоположения на

меродавните им места, реперните точки трябва да бъдат съответно 6, 8, 10 ... броя.

Използването на реперни точки е особено целесъобразно при заводски и деповски условия за по-дълги рами и в случаите на механично измерване при ходова готовност на железопътните возила (т.е. без изваждане на талигите изпод коша), а също така - при извадени, но недемонтирани талиги.

С цел да бъдат елиминирани деформациите на рамата от натоварването (усукващия момент), "най-чисто" е положението на рамата при опирането ѝ в три точки (опори), напр. в страничните плъзгалки от страната на едната талига, а от страната на другата - в една средна точка (напр. централния лагер). При не особено дълги рами със сравнително голяма стойност на усукващата коравина, ако измерването на посукването се извършва при ходова готовност, може да се използва "освобождение на рамата", т.е. привеждането ѝ в състояние без опиране на диагонално разположени плъзгалки (което е някаква гаранция, че върху рамата респ. коша не действа усукващ момент); тази операция може да се извърши с помощта на преносим крик или лост, а при конструкции с по-твърда рама (кош) на усукване, особено за вагони в празно състояние, може и да не се прави при доказване евентуално на незначителния порядък на допусканата грешка.

### 3. ИЗМЕРВАНЕ ПОСУКВАНЕТО НА РАМИ ОТ ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ВОЗИЛА В ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ

#### 3.1. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

Въпреки, че при експлоатационни условия измерването на посукването би могло да се извърши с помощта на временно поставени реперни точки съгласно преждеизложените изисквания в т. 2, по-удобно е да се приложи така наречения метод с хоризонтални успоредни прави, който тук най-напред ще бъде теоретически обоснован.

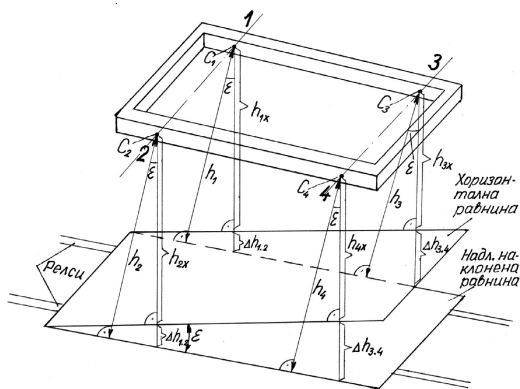
Този метод се основава на дефинирането на една равнина (в случая базова равнина) от две хоризонтални успоредни прави, перпендикулярни на оста на пътя.

В най-общия случай двете успоредни хоризонтални линии, определящи базовата равнина, могат да се намират на различни нива, т.е. базовата равнина може да има някакъв наклон в надлъжно направление (виж фиг.3). Това обаче не променя зависимостите (1) ÷ (4), ако допуснем,

че те са валидни за хоризонтална базова равнина, защото:

- размерът на посукването  $\Delta_{yc}$ , съгл.(3) при хоризонтална базова равнина е

$$\Delta_{yc} = h_{1x} - h_{2x} - (h_{3x} - h_{4x}); \quad (6)$$



Фиг. 3

- при положение, че ъгълът на наклона  $\epsilon$  е малък, връзката между непосредствено измерените височини  $h_1, h_2, h_3$  и  $h_4$  до наклонената базова равнина и височините  $h_{1x}, h_{2x}, h_{3x}$  и  $h_{4x}$  до хоризонталната базова равнина, за която е изведена формула (3), въз основа на фиг.3 може да се определи с изразите:

$$\begin{aligned} h_{1x} &= h_1 / \cos \epsilon - \Delta h_{1-2}, h_{2x} = h_2 / \cos \epsilon - \Delta h_{1-2}, \\ h_{3x} &= h_3 / \cos \epsilon - \Delta h_{3-4}, h_{4x} = h_4 / \cos \epsilon - \Delta h_{3-4}, \end{aligned} \quad (7)$$

от които при заместване в (6), при вземане под внимание малката стойност на ъгъла  $\epsilon$ , получаваме с достатъчна точност

$$\begin{aligned} \Delta_{yc} &= h_{1x} - h_{2x} - (h_{3x} - h_{4x}) \approx \\ &\approx h_1 - h_2 - (h_3 - h_4) \end{aligned} \quad (8)$$

Следователно, формули (1) ÷ (4) са напълно валидни и в случаите, когато височините  $h_i$  на меродавните точки от рамата се измерват до надлъжно наклонена базова равнина или, още по-просто - непосредствено до хоризонтални успоредни прави линии (линеали) под тези точки.

Относителната грешка  $\delta$  вследствие приблизителността на израза (8), изчислена по формулата  $\delta = (\Delta_{yc} - \Delta_{yc} \cos \epsilon) / \Delta_{yc}$ , при приемане на  $\max \epsilon = 0,035$  - в т.ч. 25‰ от конструк-

тивния наклон и 10‰ от техническото състояние и рампата на надвишението на пътя, съгласно [1] - съставлява  $\delta = 0,0006 = 0,06\%$ , а при условие, че линеалът е поставен “по отвес” точно под меродавните точки на рамата, тази методическа грешка ще липсва.

Когато меродавните точки от рамата са 8 броя, напр. по 2 на всяка буква съгласно фиг.2,

може да се докаже, че при измерванията на  $h'_i$  и  $h''_i$  се използват също хоризонтални успоредни прави линии (но не две, а 4 на брой), по формула (5) се определят средните меродавни височини  $h_i$  и се прилагат същите формули (3) или (4) за изчисляване на посукването.

За тази цел допускайки, че при означените на фиг.4 коти  $k'_i, k''_i, k'_{i+2}, k''_{i+2}$  на положенията на линеала, до меродавните точки от рамата  $c'_i, c''_i, c'_{i+2}, c''_{i+2}$  са измерени височините  $h'_i, h''_i, h'_{i+2}, h''_{i+2}$ , то средните изчислителни височини, влизащи във формули (3) и (4), определени по формула (5), са:

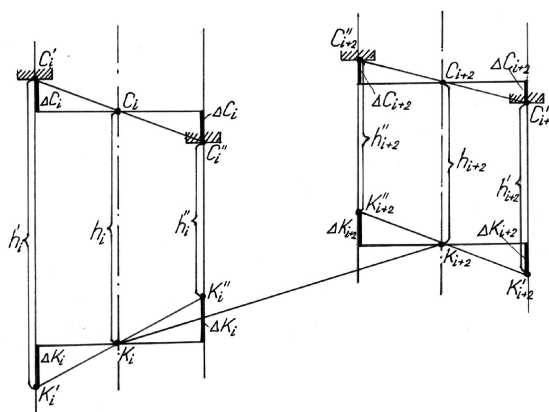
$$h_i = (h'_i + h''_i) / 2, \quad h_{i+2} = (h'_{i+2} + h''_{i+2}) / 2, \quad (9)$$

но като се имат предвид произлизащите от фиг.4 геометрични зависимости на базата на абсолютните разлики  $\Delta k_i, \Delta c_i, \Delta k_{i+2}, \Delta c_{i+2}$ :

$$h'_i = h_i + \Delta k_i + \Delta c_i, \quad h''_i = h_i - \Delta k_i - \Delta c_i, \quad (10)$$

$$h'_{i+2} = h_{i+2} - \Delta k_{i+2} - \Delta c_{i+2}; \quad h''_{i+2} = h_{i+2} + \Delta k_{i+2} + \Delta c_{i+2}$$

при заместване на (10) в (9) получаваме тъждество.



Фиг. 4

### 3.2. ТЕХНОЛОГИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА ИЗМЕРВАНЕ В ЕКСПЛОАТАЦИОННИ УСЛОВИЯ

Тук са дадени технологични изисквания за определяне посукването на:

- а) рама на талигово возило;
- б) рама на двуосова талига на жп возило.

Меродавните повърхнини (точки) от рамата, по които се прави оценка за посукването, са:

- плъзгащите повърхнини на страничните плъзгалки – за случай “а”;
- опорните повърхнини на пружините (респ. осите на ресорните болтове, ако буксовите ресори са листови) – за случай “б”.

Технологичните изисквания за всички други случаи, различни от гореописаните, могат да се съставят при използване на последните.

#### 3.2.1. Технологични изисквания за определяне посукването в експлоатационни условия на рама респ. кош на талигово возило

##### 3.2.1.1. Изходни данни

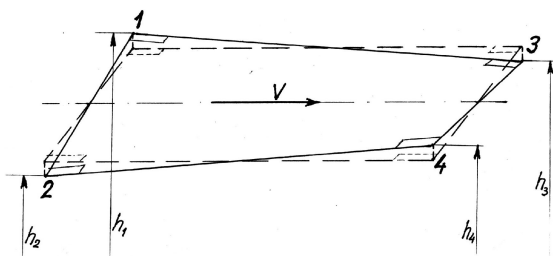
Меродавните повърхнини (точки), по които се прави оценка на посукването на рамата, респ. коша са средите на плъзгащите повърхнини на страничните плъзгалки. Ако разстоянията им до една равнина, приета като базова, са  $h_1, h_2, h_3$  и  $h_4$  съгласно означенията на фиг.5, то посукването

то в линейно и ъглово изражения  $\Delta_{yc}$  и  $\Phi_{yc}$  е:

$$\Delta_{yc} = h_1 - h_2 - (h_3 - h_4), \quad (11)$$

$$\Phi_{yc} = [h_1 - h_2 - (h_3 - h_4)] / 2b_n, \quad (12)$$

където  $2b_n$  е напречното разстояние между средите на страничните плъзгалки.



Фиг. 5

##### 3.2.1.2. Начини и средства за измерване

Разстоянията (височините)  $h_1, h_2, h_3$  и  $h_4$  се измерват по оптически начин (чрез оптически нивелир) или по механически начин.

3.2.1.2.1. Измерването по оптически начин се свежда до определяне нивата на плъзгалките по отношение на някаква дефинирана (зададена) чрез оптиически нивелир равнина. В случай, че плъзгащите повърхнини на 4-те плъзгалки не са видими от едно място, измерването трябва да се извърши от двете страни поотделно с преместване на нивелира и пренасяне на базовата равнина или чрез два нивелира, разположени от двете страни и синхронизирани помежду си.

3.2.1.2.2. Измерването по механически начин се свежда до:

- поставяне на две прави линии (линеали) или една права линия последователно (с преместване) под средните точки на страничните плъзгалки, перпендикулярно на оста на пътя и хоризонтално – при използване на машинна либела с абсолютна грешка  $< 0,1$  mrad и, евентуално, на винт за точно нагласяване;

- снемане на разстоянията  $h_1, h_2, h_3$  и  $h_4$  между средните точки на плъзгащите повърхнини на плъзгалките и поставените под тях прави линии (линеали) в хоризонтално напречно положение чрез специален вътромакер и измерване чрез рулетка с точност 1 mm или пряко измерване на тези разстояния чрез специален щикмайзел.

#### 3.2.2. Технологични изисквания за определяне посукването в експлоатационни условия на рама на двуосова талига на жп возило

##### 3.2.2.1. Изходни данни

Меродавните повърхнини (точки) от рамата, по които се прави оценка на посукването на същата, са средните точки на опорните повърхнини на буксовите пружини (респ. средните точки на осите на ресорните болтове, ако буксовите ресори са листови). Ако разстоянията от тези меродавни точки до една равнина, приета

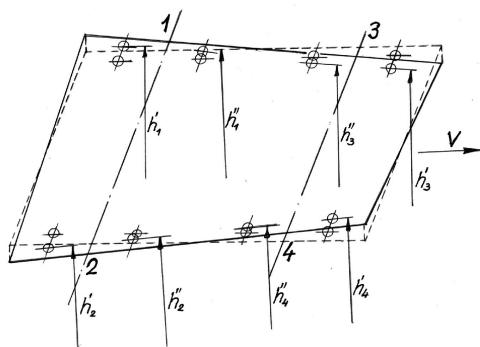
като базова, са  $h'_1, h''_1, h'_2, h''_2, h'_3, h''_3, h'_4, h''_4$  (съгласно означенията на фиг.6), посукването в

линейно и ъглово изражение  $\Delta_{yc}$  и  $\Phi_{yc}$  ще съставлява:

$$\Delta_{yc} = \frac{h'_1 + h''_1}{2} - \frac{h'_2 + h''_2}{2} - \left( \frac{h'_3 + h''_3}{2} - \frac{h'_4 + h''_4}{2} \right) \quad (13)$$

$$\Phi_{yc} = \Delta_{yc} / 2b_p \quad (14)$$

където  $2b_p$  е напречното разстояние между меродавните точки на пружините (ресорите).



Фиг. 6

### 3.2.2.2 Начини и средства за измерване

Разстоянията от меродавните точки на рамата до базовата равнина

$h'_1, h''_1, h'_2, h''_2, h'_3, h''_3, h'_4$  и  $h''_4$  се измерват по оптически или механически начин.

3.2.2.2.1. Измерването по оптичния начин се свежда до определяне нивата на средните точки на опорните повърхнини на буксовите пружини (респ. средните точки на осите на ресорните болтове) по отношение на някаква дефинирана (зададена) чрез оптичния нивелир равнина. В случай, че тези точки (повърхнини) не са видими от едно място, измерването трябва да се извърши с преместване на нивелира от 2-те страни и пренасяне на базовата равнина или чрез два нивелира, разположени от двете страни на рамата и синхронизирани помежду си.

3.2.2.2.2 Измерването по механичния начин се свежда до:

поставяне на прави линии върху релсите напречно на пътя в местата под средните точки на опорните повърхнини на пружините (респ. – на осите на ресорните болтове) и нагласяването им чрез подложки или регулиращи винтове в хоризонтално положение при използване на машинна либела с абсолютна грешка  $< 0,1$  mrad; сменяне на разстоянията

$h'_1, h''_1, h'_2, h''_2, h'_3, h''_3, h'_4$  и  $h''_4$  между меродавните средни точки на опорните повърхнини на пружините (респ. на осите на ресорните болтове) и поставените под тях прави линии в хоризонтално напречно положение чрез специален вътрешен измервател и измерване чрез рулетка с точност 1 mm

или пряко измерване на тези разстояния чрез специален щикмайзел.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изложеният тук метод с различни модификации и подходи дава възможност за измерване посукването на рами на жп возила от всякакъв вид и във всички производствени и ремонтни единици, при това – с минимални разходи за измерителните позиции и за самите измервания.

2. Разработената и теоретично обоснована модификация на метода с технологични изисквания, пригодена за прилагане при всякакви експлоатационни условия, включително и при екстремни ситуации, практически не допуска методически грешки и също е реализуема при незначителни разходи и с обикновени технически средства.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] FRAGE B55, Entgleisungssicherheit von Guterwagen in Gleisverwindungen. Bericht Nr.6, Forschungs – und Versuchsamt des Internationalen Eisenbahnverbandes-ORE.

[2] Ружеков Т. Г., Димитров Е. Н., Някои изследвания върху отклоненията от статичното натоварване на ходовите колела на локомотива от средното натоварване и влицието му върху направляващата способност на колоосите и критерия за износване на колелата на локомотива. Научна сесия на ВМЕИ "Ленин", София, 1979

[3] Ружеков Т. Г., Димитров Е. Н., Върху очакваните отклонения в статичното натоварване на колелата от колоос на талига БТ-6. Актуални проблеми на инженерно-внедрителската дейност в жп промишленост – сборник доклади от НП-конференция, СО "БДЖ" и БРВ по ЖПП ЗРД, София, 1984

[4] Ружеков Т. Г., Димитров Е. Н., Върху определянето на кососиметричното натоварване на железопътни талиги. Актуални проблеми на инженерно-внедрителската дейност в жп промишленост- сборник доклади от НП-конференция, СО "БДЖ" и БРВ по ЖПП ЗРД, София, 1984.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РЕДУЦИРАНЕ КЪМ ЕТАЛОНЕН ИЗПИТАТЕЛЕН УЧАСТЪК НА ПОКАЗАТЕЛЯ ЗА КАЧЕСТВОТО НА ХОДА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ ВОЗИЛА

Цвятко Пенчев, Добринка Атмаджова

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се поставя за цел да се създаде възможност за редуциране към еталонен изпитателен участък на показателя за качество на хода, независимо от това къде са проведени изпитванията за неговото определяне. За целта се извършва анализ на съответните работни формули и критерии и, като се изхожда от предавателните функции и спектралните характеристики на стационарния случаен процес се достига до окончателните резултати.*

**Ключови думи:** железопътни возила, показател за плавност на хода.

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМА

Тъй като, очевидно, стойността на показателите, характеризиращи плавността на хода на железопътното возило и уморяемостта на пътниците, зависи от експерименталния участък (отсечка) от железния път, респ. от неговите характеристики (конструкция, параметри и техническо състояние), които са трудно дефинируеми поради изключителното им многообразие и най-вече поради сложността и недостатъчната изясненост по отношение взаимодействието с подвижния железопътен състав, проблемът за обективността на гореспоменатите основни критерии (показателят за плавност на хода и показателят за уморяемост на пътниците наричани обобщено “показател за качество на хода” поражда основателни съмнения и продължава да е спорен в много аспекти. Проблемът се утежнява и от това, че липсва физическа възможност за адекватно възпроизвеждане на характеристиките на избрания еталонен участък (отсечка) върху намиращите се в различни части на Света изпитателни участъци и полигони, още повече като се има в предвид, че тези характеристики, дори и на еталонния

участък, са нетрайни във времето.

С гореказаното, обаче, съвсем не се отрича или омаловажава необходимостта от еталонен изпитателен участък; напротив, неговото значение още повече нараства, защото, независимо от това, дали такъв съществува физически или не съществува, характеристиките му винаги трябва да се отчитат при провеждане на изпитвания върху друг (реален) участък, като се извършват адекватни корекции на непосредствено получените експериментални стойности на показателя, редуцирайки ги задължително към еталонния участък.

Що се отнася до характеристиките на железния път, те трябва да бъдат във възможно най-голяма степен определящи за динамично-ходовото поведение на подвижния състав. На това изискване отговаря най-пълно ускорението (и свързаните с него характеристики) на колоосата, по-точно на оста в мястото на буксата или на самата букса в средната ѝ част (предполагайки липса на хлабини в буксовите лагери!). При този избор се има в предвид освен това, че за регистрирането на ускорение на буксата и получаването чрез обработка на неговия запис

Цвятко Пенчев Станев, доц. д-р инж. ВТУ “Т. Каблешков” катедра “Транспортна техника”  
София, ул. “Гео Милев” №158, България,

Добринка Борисова Атмаджова, гл.ас. д-р инж. ВТУ “Т. Каблешков” катедра “Транспортна техника”  
София, ул. “Гео Милев” №158, България, [datmadj@vtu.acad.bg](mailto:datmadj@vtu.acad.bg)

на съответните му характеристики не се изискват специални апаратури. От друга страна, ускорението на буксата (респ. свързаните с него характеристики) отразява обобщеното влияние на железния път директно върху показателите за динамично-ходово поведение на ПЖПС, като същевременно не зависи от неговия тип, параметрите на ресорното окачване и пр.

Поради изтъкнатите съображения, тук характеристиките на железния път се основават единствено на записите на ускоренията на буксата, като с това съвсем не считаме въпросът относно избора на тези характеристики за изчерпан.

Дължим да отбележим в чисто технически аспект, че с цел съкращаване на писането, всички зависимости тук ще бъдат записвани само с вертикалното ускорение  $\ddot{z}$  (евентуално със съответните индекси), като при това се знае, че същите зависимости се отнасят и за хоризонталното напречно ускорение  $\ddot{y}$ .

## 2. ОСНОВНИ ЗАВИСИМОСТИ ЗА ПОКАЗАТЕЛЯ ЗА ПЛАВНОСТ НА ХОДА ПО ШПЕРЛИНГ

Изхождайки от основната формула за показателя за плавност на хода по Шперлинг  $W$ , приложима за определяне на така наречения елементарен или частичен показател (т.е. при постоянна и обикновено приемана за представителна стойност на амплитудата на ускорението  $\ddot{z}$  в  $\text{cm.s}^{-2}$  и постоянна честота на трептенията  $f$  в Hz), представяна, както е известно, най-често във вида [1, 2, 4, 5]:

$$(1) W = 0,896.k \cdot \sqrt[10]{\ddot{z}^3 / f}$$

(където  $k$  е коефициент за физиологическа корекция, зависещ от честотата  $f$ ), предполагайки, че в този вид (1) тя се отнася за какъв да е реален участък от железния път и записвайки я за същото возило, но върху еталонен участък (с индекс "e" на влизашите в нея величини), т.е.

$$(2) W_e = 0,896.k_e \cdot \sqrt[10]{\ddot{z}_e^3 / f_e}$$

от (1) и (2) получаваме общата зависимост за редуциране към еталонен участък на стойността на показателя  $W$ , получена върху какъв да е реален участък:

$$(3) W_e = W \cdot (k_e / k) \cdot \sqrt[10]{(\ddot{z}_e^3 / \ddot{z}^3) / (f_e / f)}$$

Изхождайки от предварително поставеното условие – експериментално получената върху

какъв да е реален участък стойност на показателя  $W$  да бъде редуцирана към еталонния участък без провеждане на изпитвания върху същия – влизашите във формула (3) величини

$f_e$ ,  $k_e$  и  $\ddot{z}_e$  не трябва и не могат да бъдат получавани директно по експериментален път; съществуват, обаче, основания да положим във формула (3)  $f_e / f \approx 1$  и  $k_e / k \approx 1$ , защото:

- съгласно основните теоретични положения, потвърдени за отсечки с различни характеристики, преобладаващите честоти представляват собствените честоти на возилото и са детерминирани от неговите характеристики, а не от характеристиките на железния път;

- понеже честотата  $f$  респ.  $f_e$  в основната формула е на степен  $-1/10$ , то дори и да бъде допусната малка относителна грешка от евентуална нееднаквост на честотите  $f$  и  $f_e$ , причинената от това относителна грешка в крайния резултат се намалява около 10 пъти;

- коефициентът за физиологическа корекция  $k$  се изменя сравнително слабо в зависимост от честотата  $f$  и противоположно на нея, поради което, както ще бъде изяснено по-нататък, сумарният ефект от изменение на тези две величини е незначителен.

Заслужаващата тук основно внимание величина  $\ddot{z}_e$  – амплитудната стойност на ускорението на коша на возилото за еталонния участък – влизаща във формула (3), в същност представлява стационарна случайна функция в качеството на реакция на изхода на разглежданата система, на входа, на която постъпва случайното въздействие на железния път, представяно от

ускорението на буксата  $\ddot{z}_{\theta e}$  за същия участък. Така дефинираната стационарна случайна система притежава качеството "линейност" - за разлика от една по-широкообхватна система, например тази, характеризираща се с неравностите на пътя на входа – поради което за дадения случай математическата връзка между ускорението на буксата  $\ddot{z}_{\theta e}$  и ускорението на коша

$\ddot{z}_e$  се изразява с линейно диференциално уравнение с постоянни коефициенти; същото в операторна форма за най-общият случай, за еталонния или реалния участък (при ускорение на бук-

сата  $\ddot{z}_{\theta e}$  или  $\ddot{z}_{\theta}$ ), има вида:

- за еталонния участък:



$$(4) (b_n \cdot p^n + b_{n-1} \cdot p^{n-1} + \dots + b_1 \cdot p + b_0) \cdot \ddot{z}_e = \\ = (c_m \cdot p^m + c_{m-1} \cdot p^{m-1} + \dots + c_1 \cdot p + c_0) \cdot \ddot{z}_{\delta e} \\ \text{- за реалния участък:}$$

$$(5) (b'_n \cdot p^n + b'_{n-1} \cdot p^{n-1} + \dots + b'_1 \cdot p + b'_0) \cdot \ddot{z} = \\ = (c'_m \cdot p^m + c'_{m-1} \cdot p^{m-1} + \dots + c'_1 \cdot p + c'_0) \cdot \ddot{z}_{\delta}$$

където:  $b$  и  $c$  с различни индекси са постоянни коефициенти.

Въз основа на (4) и (5), дефинирайки съотношението между изразите в скобите на дясната и лявата им части като предавателна функция  $\Phi_{\ddot{z}_e(p)}$  или  $\Phi_{\ddot{z}(p)}$ , а при заместване на  $p = i\omega$  – като честотна характеристика  $\Phi_{\ddot{z}_e(i\omega)}$  или  $\Phi_{\ddot{z}(i\omega)}$ , получаваме:

$$(6) \ddot{z}_e = \Phi_{\ddot{z}_e(p)} \cdot \ddot{z}_{\delta e}, \text{ респ. } \ddot{z}_e = \Phi_{\ddot{z}_e(i\omega)} \cdot \ddot{z}_{\delta e}, \text{ или}$$

$$(7) \ddot{z} = \Phi_{\ddot{z}(p)} \cdot \ddot{z}_{\delta}, \text{ респ. } \ddot{z} = \Phi_{\ddot{z}(i\omega)} \cdot \ddot{z}_{\delta}, \\ \text{от където:}$$

$$(8) \ddot{z}_e / \ddot{z} = (\Phi_{\ddot{z}_e(i\omega)} / \Phi_{\ddot{z}(i\omega)}) \cdot \ddot{z}_{\delta e} / \ddot{z}_{\delta}$$

При използване характеристиките на стационарните случайни функции (какви са ускоренията на коша за реалния и еталонния участък  $\ddot{z}$ ,  $\ddot{z}_e$ , и ускоренията на буксата за реалния и еталонния участък  $\ddot{z}_{\delta}$ ,  $\ddot{z}_{\delta e}$ ), обикновено първата стъпка, която практически се предприема, е определяне на корелацията  $K_{\ddot{z}(\tau)}$ ,  $K_{\ddot{z}_e(\tau)}$ ,  $K_{\ddot{z}_{\delta}(\tau)}$  и  $K_{\ddot{z}_{\delta e}(\tau)}$ , (където  $\tau = t_2 - t_1$  е отрязъка от време). От нея, чрез обратното преобразуване на Фурие, респ. чрез интеграла

$$(9) S'_{\ddot{z}(\omega)} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K_{\ddot{z}(\tau)} \cdot e^{-i\omega\tau} d\tau$$

се определя спектралната плътност  $S'_{\ddot{z}(\omega)}$  на съответното ускорение (в случая – ускорението на коша за реален участък  $\ddot{z}$ , а със същата структура може да се напише и за другите ускорения) при симетричното ѝ представяне спрямо ординатната ос (при  $\omega = 0$ ) в граници от  $-\infty$  до  $\infty$ .

При интегриране на спектралната плътност  $S'_{\ddot{z}(\omega)}$ ,  $S'_{\ddot{z}_e(\omega)}$ , ... се получава дисперсията  $D_{\ddot{z}}$ ,  $D_{\ddot{z}_e}$ , ... респ. квадрата на средното квадратично отклонение съгласно формулата

$$(10) D_{\ddot{z}} = \sigma_{\ddot{z}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} S'_{\ddot{z}(\omega)} d\omega, D_{\ddot{z}_e} = \sigma_{\ddot{z}_e}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} S'_{\ddot{z}_e(\omega)} d\omega$$

...

За третирания тук проблем, характеризиращ

се с преобразуване на стационарна случайна функция от линейна система (вж. фиг.1) представляват особено голям интерес зависимости, свързващи входното въздействие, респ. ускорението на буксата  $\ddot{z}_{\delta}$  или  $\ddot{z}_{\delta e}$  с реакцията на изхода, респ. ускорението на коша  $\ddot{z}$  или  $\ddot{z}_e$ , чрез честотната характеристика  $\Phi(i\omega)$ , т.е.

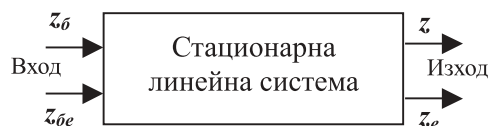
$$(11) S'_{\ddot{z}(\omega)} = |\Phi(i\omega)|^2 \cdot S'_{\ddot{z}_{\delta}}$$

$$\text{или } S'_{\ddot{z}_e(\omega)} = |\Phi(i\omega)|^2 \cdot S'_{\ddot{z}_{\delta e}}$$

$$(12) D_{\ddot{z}} = \sigma_{\ddot{z}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} |\Phi(i\omega)|^2 \cdot S'_{\ddot{z}_{\delta}(\omega)} d\omega$$

$$\text{или } D_{\ddot{z}_e} = \sigma_{\ddot{z}_e}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} |\Phi(i\omega)|^2 \cdot S'_{\ddot{z}_{\delta e}(\omega)} d\omega$$

където  $|\Phi(i\omega)|$  е модула на честотната характеристика на системата.



**Фиг. 1. Схема за преобразуване на стационарна случайна функция от стационарна линейна система**

Както е известно от теорията за преобразуване на стационарна случайна функция, при определена стойност на честотата  $i\omega_k$  (или, практически, при определена честотна група) дисперсиите на изхода на системата се получават чрез умножаване на дисперсиите на входа с една постоянна величина, представляваща квадрата на модула на честотната характеристика на системата  $|\Phi(i\omega)|^2$  за дадената честота. И тъй като се касае за дадена (неизменна) система във веригата между ускорението на буксата ( $\ddot{z}_{\delta}$  или  $\ddot{z}_{\delta e}$ ) и ускорението на коша ( $\ddot{z}$  или  $\ddot{z}_e$ ), т.е. за едно и също возило, изпитвано на две различни отсечки, модулът на честотната характеристика  $|\Phi(i\omega_k)|$  ще бъде с еднаква стойност, следователно може да се напише:

$$(13) D_{\ddot{z}} = |\Phi(i\omega_k)|^2 \cdot D_{\ddot{z}_{\delta}}$$

$$\text{или } \sigma_{\ddot{z}}^2 = |\Phi(i\omega_k)|^2 \cdot \sigma_{\ddot{z}_{\delta}}^2,$$

$$(14) D_{\ddot{z}_e} = |\Phi(i\omega_k)|^2 \cdot D_{\ddot{z}_{\delta e}}$$

$$\text{или } \sigma_{\ddot{z}_e}^2 = |\Phi(i\omega_k)|^2 \cdot \sigma_{\ddot{z}_{\delta e}}^2$$

От зависимостите между средно квадратичните отклонения съгласно (13) и (14) следва:

$$(15) \sigma_{\ddot{z}_e} / \sigma_{\ddot{z}} = \sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}} ; \sigma_{\ddot{z}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}} = \sigma_{\ddot{z}_e} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta e}}$$

Както е известно [3], средно квадратичното отклонение на центрирана стационарна случайна функция (каквато представлява всяко от третираните тук ускорения) е право пропорционално на максималната ѝ стойност, т.е. при коефициент на пропорционалност  $\epsilon_j$  може да се запише:

$$(16) \epsilon_1 \sigma_{\ddot{z}} = \max \ddot{z}, \epsilon_1 \sigma_{\ddot{z}_e} = \max \ddot{z}_e,$$

$$\epsilon_1 \sigma_{\ddot{z}_{\delta}} = \max \ddot{z}_{\delta}, \epsilon_1 \sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} = \max \ddot{z}_{\delta e}$$

Същото важи и за средните стойности  $\ddot{z}_m$ ,  $\ddot{z}_{em}$ ,  $\ddot{z}_{\delta m}$  и  $\ddot{z}_{\delta em}$  на третираните ускорения, естествено, при друга стойност на коефициента на пропорционалност ( $\epsilon_2$ ), т.е. :

$$(17) \epsilon_2 \sigma_{\ddot{z}} = \ddot{z}_m, \epsilon_2 \sigma_{\ddot{z}_e} = \ddot{z}_{em}, \dots$$

Аналогично може да се допусне, че право пропорционална зависимост съществува също между стойностите на амплитудите на ускоренията  $\ddot{z}$ ,  $\ddot{z}_e$ ,  $\ddot{z}_{\delta}$  и  $\ddot{z}_{\delta e}$ , които са приети за представителни по отношение на показателя  $W$ , и съответните им средно квадратични отклонения, следователно, при коефициент на пропорционалност  $\epsilon_3$  може да се запише:

$$(18) \epsilon_3 \sigma_{\ddot{z}} = \ddot{z}, \epsilon_3 \sigma_{\ddot{z}_e} = \ddot{z}_e, \epsilon_3 \sigma_{\ddot{z}_{\delta}} = \ddot{z}_{\delta}, \epsilon_3 \sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} = \ddot{z}_{\delta e}$$

От (15) ÷ (18) произтичат различни пропорции, например:

$$(19) \frac{\ddot{z}_e}{\ddot{z}} = \frac{\ddot{z}_{\delta e}}{\ddot{z}_{\delta}} = \frac{\ddot{z}_{\delta em}}{\ddot{z}_{\delta m}} = \frac{\max \ddot{z}_{\delta e}}{\max \ddot{z}_{\delta}} = \frac{\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}}}{\sigma_{\ddot{z}_{\delta}}}$$

вз основа на които, след заместване в (3) и при вземане под внимание, съгласно преждизложените мотиви, че  $f_e/f = 1$  и  $k_e/k = 1$ , получаваме в краен вид основната формула за изчисляване на редуцираната към еталонен участък стойност на показателя за плавност на хода  $W_e$  при положение, че непосредствено получената експериментална стойност на този показател за какъв да е реален участък е  $W$  :

$$(20) W_e = W \cdot (\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}})^{0.3} \text{ или}$$

$$W_e = W \cdot (\ddot{z}_{\delta em} / \ddot{z}_{\delta m})^{0.3} \text{ и т.н.}$$

Където изразът  $(\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}})^{0.3}$  или  $(\ddot{z}_{\delta em} / \ddot{z}_{\delta m})^{0.3}, \dots$ , играещ ролята на редуционен (коригиращ) фактор, се определя на базата на регистрираните ускорения на буксата от какво да е возило за еталонен и реален участък (на практика обикновено се съблюдава еднакво осово натоварване, като за реалния участък се използва букса от возилото, за което се определя показателя  $W$ ).

### 3. РАБОТНИ ФОРМУЛИ ЗА РЕДУЦИРАНЕ НА ПОКАЗАТЕЛЯ НА ШПЕРЛИНГ

За най-общият случай, когато ускоренията на коша са класирани в групи (класове) по честоти  $j$  ( $j = I, II, \dots, m$ ), а те, от своя страна – в групи по амплитуди  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), съгласно схемата от табл.1, известната формула [1, 2, 4, 5] за показателя  $W_j$

$$(21) W_j = \sqrt[10]{p_{j1} \cdot w_{j1}^{10} + p_{j2} \cdot w_{j2}^{10} + \dots + p_{jn} \cdot w_{jn}^{10}}$$

валидна за дадена честотна група

" $j$ " ( $j = I, II, \dots, m$ ), ще се видоизмени при редуцирането ѝ към еталонния участък, като членовете на влизащата под корен  $10^{\text{та}}$  сума от елементарни показатели  $w_{ji}$ , повдигнати на степен  $10^{\text{та}}$  и умножени по повтаряемостта  $p_{ji}$ .

**Таблица 1** Означения на елементарния показател за плавност на хода за различни групи по честота и амплитуда

$j \backslash i$	1	2	...	$i$	...	$n$
I	$w_{I1}$	$w_{I2}$	...	$w_{Ii}$	...	$w_{In}$
II	$w_{II1}$	$w_{II2}$	...	$w_{IIi}$	...	$w_{IIn}$
...	...	...	...	...	...	...
$j$	$w_{j1}$	$w_{j2}$	...	$w_{ji}$	...	$w_{jn}$
...	...	...	...	...	...	...
$m$	$w_{m1}$	$w_{m2}$	...	$w_{mi}$	...	$w_{mn}$

$i$  – групи по амплитуди ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$j$  – групи по честота ( $j = I, II, \dots, m$ )

(т.е. относителния дял на амплитудите в различните амплитудни групи от разглежданата честотна група), изразени в обобщен вид, както следва:

$$(22) \sum_{i=1}^n p_{ji} w_{ji}^{10} = \sum_{i=1}^n 0,896^{10} k_j^{10} (p_{ji} \frac{\ddot{z}_{ji}^3}{f_i})$$

се умножават по редуционния фактор (съответно на степен  $10^{\text{та}}$ ), който при представяне напри-

мер, чрез средно квадратичните отклонения, има вида  $(\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}})^3$ ; той заедно с другите постоянни величини ( $f_j$  и  $k_j$ ) за разглежданата честотна група излизат като общ множител и така работната формула за разглежданата честотна група "j", редуцирана към еталонния участък, може да се представи обобщено във вида:

$$(23) W_{ej} = \frac{0,896.k_j}{10\sqrt{f_j}} 10\sqrt{(\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}})^3} 10\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ji} \ddot{z}_{ji}^3}$$

Интегралният показател за плавността на хода по Шперлинг  $W_{elnt}$ , редуциран към еталонния участък се получава, чрез усредняване на гореполучените показатели по честотни групи  $W_{ej}$ , съгласно известната формула [1,2,4], адаптирана към разглеждания проблем:

$$(24) W_{elnt} = 10\sqrt{p_I.W_{eI}^{10} + p_{II}.W_{eII}^{10} + \dots + p_m.W_{em}^{10}}$$

или

$$(24') W_{elnt} = 10\sqrt{\sum_{j=1}^m p_j.W_{ej}^{10}} = 10\sqrt{\sum_{j=1}^m p_j.(0,896^{10}.k_j^{10}/f_j).(\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}})^3 \sum_{i=1}^n p_{ji} \ddot{z}_{ji}^3}$$

където:  $p_j$  е повтаряемостта, т.е. относителният дял на амплитудите от различните честотни групи, спрямо общият

брой на амплитудите за експерименталната отсечка;  $p_{ji}$  - повтаряемостта (относителен дял на амплитудите от различни амплитудни групи спрямо общият брой на амплитудите от съответната честотна група).

Използваната в някои системи за автоматично интегриране [5, 6] формула за определяне на показателя за плавността на хода по Шперлинг, например във вида

$$(25) W_{Int} = 6,67\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T 0,896^{6,67} (\ddot{z} \frac{F(f)}{f})^2 dt}$$

(където:  $t$  е времето като абсциса в първичния запис,  $T$  – интервала от време за целия запис, съответстващ на експерименталната отсечка;  $F$  – корекционен физиологически фактор като функция на честотата), при редуцирането ѝ към

еталонен участък, съгласно преждеизложените съображения, може да се представи във вида

$$(26) W_{elnt} = 6,67\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T 0,896^{6,67} (\frac{\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}}}{\sigma_{\ddot{z}_{\delta}}})_{(f)}^2 (\ddot{z} \frac{F(f)}{f})^2 dt}$$

Въпреки, че редукиционният (коригирацията)

фактор  $(\sigma_{\ddot{z}_{\delta e}} / \sigma_{\ddot{z}_{\delta}})_{(f)}^2$  в горната формула, строго погледнато, е функция на честотата, в зависимост от разполагаемите данни, той може да се разглежда със задоволителна за практиката точност и с усреднена стойност за дадена съвкупност от честоти. По принцип същите съображения се отнасят и за формули (23) и (24).

В тези формули, освен това, изразът  $k_j / f_j^{0,1}$  в същност зависи съвсем слабо от честотата (вж. табл.2).

Ако, например, се вземат характерните за пътнически вагон честоти в границите от 1,2 до

5 Hz, както се вижда от табл.2, факторът  $k_j / f_j^{0,1}$  се изменя от 0,98 до 1,147; ако се предположи, че процесът на трептене се реализира с 5 честоти – 1,2, 2, 3, 4 и 5 Hz - с еднаква повтаряемост

$p_j = 0,2$ , усреднената стойност на фактора  $k_j / f_j^{0,1}$ , получена съгласно формула (24'), е 1,1158, докато този фактор за приблизително средна стойност на честотата, в случая  $\approx 3\text{Hz}$ , ще съставлява, съгласно табл.2, 1,147, т.е. относителната грешка е под 3%. Ако усредняването се извърши чрез сумиране стойностите на фактора  $k_j / f_j^{0,1}$  за 1,2; 2; 3; 4 и 5 Hz и разделяне на 5, относителната грешка при горните данни и предпоставки ще съставлява около 1%.

#### 4. КРАТКИ СВЕДЕНИЯ ОТНОСНО РЕДУЦИРАНЕ НА ПОКАЗАТЕЛЯ ЗА УМОРЕМОСТ НА ПЪТНИЦИТЕ ПО ДЖОН ЛОУЧ

Както е известно, показателят за уморяемост на пътниците по Джон Лоуч, нормиран по ISO – 2631 [7] и представляващ времето  $T$  в часове за настъпване на определена степен на умора на пътниците, се определя по метод, характеризиращ се с практическо извършване на определени операции: най-напред – регистриране и

Таблица 2. Стойности на израза  $k_j / f_j^{0,1}$

При честота f в Hz	1,2	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	16
вертикални трептения	0,98	1,056	1,12	1,147	1,40	1,13	1,10	1,03	0,94	0,87	0,79
горизонтални трептения	0,84	0,91	0,93	1,0	1,04	1,04	1,03	0,97	0,91	0,85	0,77

отчитане на амплитудите на ускоренията на коша, класирането им в групи с номера  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), определяне на броя (количество-то)  $m_{z_i}$  на амплитудите за тези групи и пресмятане на средноаритметичната честота  $\omega_m$  за цялата изпитателна отсечка. За редуциране на показателя за уморяемост  $T$  към еталонния участък е необходимо амплитудните стойности на ускорението да бъдат коригирани чрез умножаване със съотношението  $(\sigma_{z_{\delta e}} / \sigma_{z_{\delta}})$ , респ. с  $\sqrt{D_{z_{\delta e}} / D_{z_{\delta}}}$  или с  $(\max \ddot{z}_{\delta e} / \max \ddot{z}_{\delta})$ , представляващо корекционния фактор за този показател, като съображенията по обосновката на такъв подход са изложени подробно в т.т. 2 и 3. Понататъшните процедури по прилагане на метода на Д. Лоуч в случаи на редуциране на показателя  $T$  към еталонен участък остават същите.

## 5. ПРАКТИЧЕСКО ПОТВЪРЖДЕНИЕ И ПО - НАТАТЪШНО РАЗВИТИЕ НА ИЗЛОЖЕНИЯ МЕТОД ЗА РЕДУЦИРАНЕ СТОЙНОСТИТЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ $W$ И $T$

За практическо потвърждение на изложения тук метод е необходимо провеждане на изпитвания на различни конструкции возила върху еталонен участък (с еталонни характеристики) и реален участък (с характеристики, различаващи се от тези на еталонния). Като критерии за практическо потвърждение на метода трябва да се счита степента на съвпадение на непосредствено получените стойности на показателите  $W$  и  $T$  от изпитванията върху еталонния участък със стойностите на същите показатели, получени чрез редуциране по изложения метод. Приблизителна оценка може да се даде и без еталонен участък – достатъчно е сравнението между резултатите да се извърши за каквито и да са два участъка с различаващи се характеристики. Във всички случаи стремежът е при сравненията между непосредствено получените резултати от изпитванията и резултатите, получени чрез изложения метод за редуциране, да бъде обхванато възможно най-богато разнообразие на конструкции ПЖПС и неравности на железния път.

При това, не е изключено някои специални случаи на взаимодействие между подвижния състав и железния път да наложат евентуално внасяне на известни корекции в изложения тук

метод, включително и търсене на други характеристики и критерии. Безспорно, обаче, остава следното: еталонният участък трябва да има сертификат с възможно най-пълни и достоверни характеристики и тъй като те се различават повече или по-малко от тези на реалния участък, необходимо е непосредствено получените от изпитванията върху него стойности на показателите за плавност и уморяемост ( $W$  и  $T$ ) да бъдат задължително редуцирани към еталонния участък. Възможността за допускане на евентуални грешки при това редуциране не може да бъде аргумент против неговото провеждане, защото то във всички случаи ще доведе до приближаване към точната стойност на показателя, т.е. към тази, която би се получила при провеждане на изпитванията на оценяваното возило върху еталонен участък.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В съответствие с поставената цел – експериментално получената върху какъв да е реален участък стойност на показателя на жп возило за плавност или уморяемост да бъде редуцирана по изчислителен път към еталонен участък – тук са изведени и обосновани коригиращи (редукционни) фактори и методи за въвеждането им в работните формули.

2. Коригиращите фактори са изведени въз основа на свойствата и характеристиките на стационарните случайни функции, както и зависимостите за тяхното преобразуване в стационарната линейна система.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Вершинский, С., В. Данилов, В. Хусидов. Динамика вагона. М., Транспорт, 1991, 360с.
- [2] Караджов, Т., Ж. Димитров. Вагони. С., Техника, 1988
- [3] Свешников А. А., Прикладные методы теории случайных функций, М., "Наука", 1968
- [4] Шадур, Л., И. Челноков и др. Вагоны - конструкция, теория, расчет. М., Транспорт, 1980
- [5] BERICHT Die Prufungen des Prototyps des Reisezugwagens Typ Z, Serie A<sup>4</sup>B<sup>6</sup>, Institut fur Eisenbahnforschungen, Praha, 1985
- [6] Fischer A., Stephan W., Prinzipien und Methoden der Dynamik, VEB Fachbuch-verlag, Leipzig, 1972
- [7] ISO 2631/1-1985, Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration – Part 1: General Requirements



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СХЕМИ ЗА ОПТИМАЛНО ДЕМПФЕРИРАНЕ НА ХОРИЗОНТАЛНИТЕ ТРЕПТЕНИЯ ПРИ ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОН

Добринка Атнаджова

#### АНОТАЦИЯ

Въз основа на анализ на традиционните схеми за хоризонтално демпфериране на пътнически вагони и, като се имат предвид съществуващите и алтернативните схеми за вертикално демпфериране на същите, в статията се предлагат насоки и възможности на порационални схеми за хоризонтално демпфериране, приложими при съвременните конструкции. Излага се метод за изчисляване на параметрите на демпферите и тяхното разположение, от гледна точка оптимално демпфериране.

**Ключови думи:** пътнически вагон, ресорна система окачване, хоризонтална динамика на пътнически вагони, схеми на демпфериране.

#### 1. СЪСТОЯНИЕ НА ВЪПРОСА И ИЗХОДНИ ЗАВИСИМОСТИ

В настоящата работа, при изследване на рационалните схеми за разположение на хоризонталните демпфери и оптималните стойности на параметрите им при пътнически вагони, общо взето ще се придържаме към методиката, постановките и целите, заложи в [1]. Обект на изследванията ще бъдат предимно съвременни пътнически вагони с преобладаващо разпространение, имащи традиционна схема за двустепенна ресорна система и линейно демпфериране. Изхождайки за тези случаи от известните основни зависимости [3, 5], при положени, че са монтирани хоризонтално-напречни демпфери в централната и буксовата ресорни степени и местата им съвпадат с тези на ресорите, оптималните стойности на параметъра на съпротивление по напречната ос  $Y$  за централната и буксовата ресорна степени, означени тук с  $\beta_{Цу}^{\circ}$  и  $\beta_{Бу}^{\circ}$ , за различните видове трептения в хоризонталната равнина ще съставляват:

- за трептенето “напречно отнасяне на коша”-

$$(4\beta_{Цу}^{\circ})_{НОК} = 2\gamma_0 \sqrt{4C_{Цу} m_K} \quad (1)$$

- за ъгловото трептене  $\psi_K$  (“лъкатушене”)

на коша около вертикалната ос  $Z_K$  -

$$(4\beta_{Цу}^{\circ})_{\psi_K} = 2\gamma_0 \sqrt{\frac{4C_{Цу} J_{Kz}}{\ell^2}} \quad (2)$$

- за трептенето “напречно отнасяне на талигата” (по-точно – на талиговата рама) -

$$(2\beta_{Цу}^{\circ} + 4\beta_{Бу}^{\circ})_{НОТ} = 2\gamma_0 \sqrt{(2C_{Цу} + 4C_{Бу}) m_T} \quad (3)$$

- за ъгловото трептене  $\psi_T$  (или “лъкатушене”) на талигата, по-точно – на талиговата рама, около вертикалната ос  $Z_T$  (при опростена изчислителна схема – с пренебрегване на надлъжните еластични и съпротивителни сили) -

$$(4\beta_{Бу}^{\circ})_{\psi_T} = 2\gamma_0 \sqrt{\frac{4C_{Бу} J_{Tz}}{\ell_T^2}} \quad (4)$$

където:  $m_K$ ,  $m_T$ , - маси на коша, респ. на

талиговата рама;  $J_{Kz}$ ,  $J_{Tz}$  - масови инерционни моменти на коша респ. на талиговата рама спрямо вертикалната ос;  $C_{Цy}$ ,  $C_{By}$  - коравина в хоризонтално напречно направление на един ресорен комплект от централната, респ. буксовата степен (съответстващ на 1/4 от вагона, респ. на 1 буква);  $2\ell$ ,  $2\ell_T$  - база на вагона респ. на талигата;  $\gamma_0$  - оптимална стойност на степента на демпфериране в дорезонансната и следрезонансната области.

Като имаме предвид, че за съвременните пътнически вагони повечето от влизашите в горните изрази величини, особено някои техни съотношения, варират в сравнително тесни граници, за привеждане на тези изрази към по-малък брой параметри с цел постигане на удобства при сравняване на резултатите, можем да приемем:

$$m_K/m_T \approx 9, \quad J_{Kz}/m_K \approx 50m^2,$$

$$J_{Tz}/m_T \approx 1,18m^2$$

$$\ell = 8,6m, \ell_T = 1,25m, C_{By}/C_{Цy} = 4 \div 36 \quad (5)$$

Във връзка с последното съотношение от (5) трябва да се поясни, че поради твърде широкия диапазон на вариране на хоризонталната напречна коравина на буксовата връзка  $C_{By}$  ( $1,2 \cdot 10^6 < C_{By} < 10,8 \cdot 10^6$  N/m), удобно е да се използва функционалната зависимост  $C_{Цy} = 3 \cdot 10^5 C_{By}/C_{By}$ , в която изразът  $(3 \cdot 10^5/C_{By})^{1/2}$ , представлява изменящо се съотношение при различни хоризонтални коравини на буксовите ресори (по-точно – на буксовите връзки). При това, дименсиите на  $C_{Цy}$  и  $C_{By}$  са [N/m].

В съответствие с горните приемания, замествайки в изразите (1) ÷ (4) и отнасяйки новополучените изрази към една талига, получаваме:

$$(2\beta_{Цy}^0)_{НОК} = 6\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T} \quad (1a)$$

$$(2\beta_{Цy}^0)_{\Psi_K} = 4,933\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T} \quad (2a)$$

$$(2\beta_{Цy}^0 + 4\beta_{By}^0)_{НОТ} = 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T} \quad (3a)$$

$$(4\beta_{By}^0)_{\Psi_T} = 3,476\gamma_0 \sqrt{C_{By} m_T} \quad (4a)$$

В горните четири изрази, разглеждани като система уравнения, съществуват 2 неизвестни стойности (на параметрите  $\beta_{Цy}$  и  $\beta_{By}$ ), които възможно най-добре (с най-малки отклонения от оптималните стойности  $\beta_{Цy}^0$  и  $\beta_{By}^0$ ) ще удовлетворяват системата. Очевидно, задачата се свежда до прилагане метода на Гаус с най-малките квадрати, при което най-напред образуваме за отделните видове хоризонтални трептения разликите  $\delta_i$  ( $i = 1 \div 4$ ) между действителните стойности на параметрите  $\beta_{Цy}$  и  $\beta_{By}$  (които по начало на неизвестни) и техните оптимални стойности, съгласно изразите (1a) ÷ (4a), т.е.:

$$\delta_1 = 2\beta_{Цy} - 6\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T} \quad (1b)$$

$$\delta_2 = 2\beta_{Цy} - 4,933\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T} \quad (2b)$$

$$\delta_3 = 2\beta_{Цy} + 4\beta_{By} - 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T} \quad (3b)$$

$$\delta_4 = 4\beta_{By} - 3,476\gamma_0 \sqrt{C_{By} m_T} \quad (4b)$$

след което, въз основа на квадратите на тези разлики  $\delta_i^2$  и тяхната сума  $S = \sum_{i=1}^4 \delta_i^2$ , от условието за минимум на същата, чрез приравняване към нула на частните й производни спрямо неизвестните параметри  $\beta_{Цy}$  и  $\beta_{By}$ , получаваме:

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_{Цy}} = 4(2\beta_{Цy} - 6\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T}) +$$

$$+ 4(2\beta_{Цy} - 4,933\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{By}}} \sqrt{C_{By} m_T}) +$$

$$+ 4(2\beta_{Цу} + 4\beta_{Бу} - 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{Бу}} \sqrt{C_{Бу} m_T}}) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_{Бу}} = 8(2\beta_{Цу} + 4\beta_{Бу} - 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{Бу}} \sqrt{C_{Бу} m_T}}) + 8(4\beta_{Бу} - 3,476\gamma_0 \sqrt{C_{Бу} m_T}) = 0 \quad (7)$$

от където определяме:

- за 1<sup>-во</sup> решение:

$$\beta_{Цу} = 0,4196\gamma_0 \sqrt{C_{Бу} m_T} \text{ и}$$

$$\beta_{Бу} = 0,8331\gamma_0 \sqrt{C_{Бу} m_T}$$

- за 2<sup>-ро</sup> решение:

$$\beta_{Цу} = 1,17\gamma_0 \sqrt{C_{Бу} m_T} \text{ и}$$

$$\beta_{Бу} = 0,671\gamma_0 \sqrt{C_{Бу} m_T}.$$

Ще поясним, че 1<sup>-то</sup> решение се отнася за минималната приета стойност на хоризонталната коравина на буксовата връзка (т.е. при  $C_{Бу}/C_{Цу} = 4$ ), а 2<sup>-то</sup> решение – за максималната стойност на същата (т.е. при  $C_{Бу}/C_{Цу} = 36$ ). При тези гранични стойности на съотношението  $C_{Бу}/C_{Цу}$  за съвременните пътнически вагони

факторът  $\sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{Бу}}}$  в горните изрази варира от 1/

2 до 1/6, а факторът  $\sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{Бу}}}$  - от 1,060 до 1,007.

Поради съображенията, изложени по-рано [1], при теоретичните изследвания и в практиката се използват общо взето успешно и други методи [3, 4, 6], (различни от метода на Гаус с най-малките квадрати). Най-същественото обаче е: независимо от вида на прилаганите методи, неизбежно се достига до извода, че традиционните схеми за демпфериране на хоризонталните трептения при най-разпространените съвременни пътнически вагони не са в състояние да обезпечат оптимални и дори близки до тях рационални стойности на параметрите за демпфериране, като в едни случаи се получава недостатъчно или напълно липсващо демпфериране, а в други – предемпфериране.

Например, както се вижда от (1а) и (2а), докато за трептенията “напречно отнасяне на

коша” и “лъкатушене на коша” чрез напречни хоризонтални демпфери само в централната степен може да се осигури демпфериране с отклонение от оптималното до  $\pm 20\%$  (т.е.  $0,20 < \gamma_0 < 0,30$ ), то при положение, че се осигури хоризонтално напречно демпфериране и на буксовата ресорна степен, както се изисква съгласно (4а), неизбежно се получава предемпфериране при трептенето “напречно отнасяне на талигата”, както се вижда от израза (3а). При положение, че за този вид трептене се осигури демпфериране в границите на допустимите  $\pm 20\%$  отклонение от оптималното чрез демпфери в централната ресорна степен (което, както се вижда от съответния израз, е напълно възможно), тогава остава недемпферирано лъкатушещото трептене на талиговата рама. Подобни ситуации водят до това, че на практика обикновено се избира “най-малкото зло”.

Гореописаният неблагоприятен ефект в действителност е много по-силно изразен в сравнение с показания от разгледаните формули поради тяхната опростеност и още повече, като се има предвид, че в тях оптималната стойност на степента на демпфериране  $\gamma_0$  не трябва да бъде еднаква -очевидно тя трябва да бъде значително по-висока, например, за лъкатушещото трептене на талигата, защото то протича обикновено в резонансната област.

За решаване на третирания тук проблем съгласно поставената цел - осигуряване на демпфериране при всички видове хоризонтални трептения, в границите на допустимите отклонения от оптималния режим (до  $\pm 20\%$ ), наричано за краткост “рационално демпфериране” се изискват други схеми, които ще бъдат обект на следващите разглеждания.

## 2. ПО - СЪВЪРШЕННИ КОНСТРУКТИВНИ И ИЗЧИСЛИТЕЛНИ СХЕМИ ЗА ХОРИЗОНТАЛНО ДЕМПФЕРИРАНЕ

### 2.1. ИЗХОДНИ ПРЕДПОСТАВКИ

В съответствие с горепоставената цел за осигуряване на рационално демпфериране при всички видове хоризонтални трептения на пътническите вагони, очевидно изпъква необходимостта от повишаване стойността на параметъра на съпротивление при лъкатушещите трептения на елементите на системата, без това да е свързано с повишаване стойността на същия параметър при останалите видове трептения.



Такъв ефект, изразяващ се в относително "усилване" на демпфериращия ефект при ротационните трептения около вертикалната ос, особено за елементите на талигата (талигова рама и колооси), в които се зараждат тези трептения, може да се постигне чрез конструктивни схеми, характеризиращи се с реализиране на следните основни принципи:

а) Демпфериране на връзката между коша и талиговата рама (или съкратено – на централната ресорна степен) не само в напречно, но и в надлъжно хоризонтално направление чрез двойка демпфери, разположени напречно и симетрично на централния лагер (или чрез един демпфер от всяка страна, както при някои конструкции високоскоростни железопътни возила), непосредствено окачени към рамите на коша и талигата - по аналогия на описаните в [1] вертикални демпфери.

б) Демпфериране на връзката между буксите и талиговата рама (или съкратено – на буксовата ресорна степен) в напречно и надлъжно хоризонтално направление.

в) Използване на диагонално свързани хоризонтално-напречни демпфери (демперни двойки или демперни комплекти) със специално изпълнение в двете ресорни степени или само в едната, с оглед анулиране или отслабване ефекта на демпфериране при напречните трептения и запазването му само при ротационните трептения около вертикалната ос - по аналогия на описаните в [1] вертикални демперни комплекти.

Тук понятията надлъжно и напречно демпфериране респективно надлъжни и напречни демпфери се използват не само в буквалния смисъл, но и за изразяване на съответните компоненти в случаи на разположение на демперите под наклон спрямо напречната и надлъжната вертикални равнини. Това не предизвиква затруднения, защото при известни стойности на параметрите на съпротивление по надлъжната и напречна оси, съответно  $\beta_x$  и  $\beta_y$ , използвайки известните зависимости в [3, 4, 6] за наклонени демпфери в напречната вертикална равнина, могат да се определят интересуващите ни параметри (ъгълът на наклона  $\alpha_y$  спрямо напречната вертикална равнина и резултантният параметър на съпротивление  $\beta$  в хоризонтална равнина) на наклонено разположения спрямо вертикалната напречна равнина демпфер, предназначен за гасене на трептенията в хоризонталната равнина, въз основа на зависимостите:

$$\beta_x = \beta \sin^2 \alpha_y, \quad \beta_y = \beta \cos^2 \alpha_y \quad (8)$$

от където се получават:

- резултантният параметър на съпротивление  $\beta$  в хоризонтална равнина

$$\beta = \beta_x + \beta_y \quad (9)$$

- ъгълът на наклона на условния хоризонтално разположен демпфер спрямо напречната вертикална равнина

$$\alpha_y = \arctg \sqrt{\frac{\beta_x}{\beta_y}} \quad (10)$$

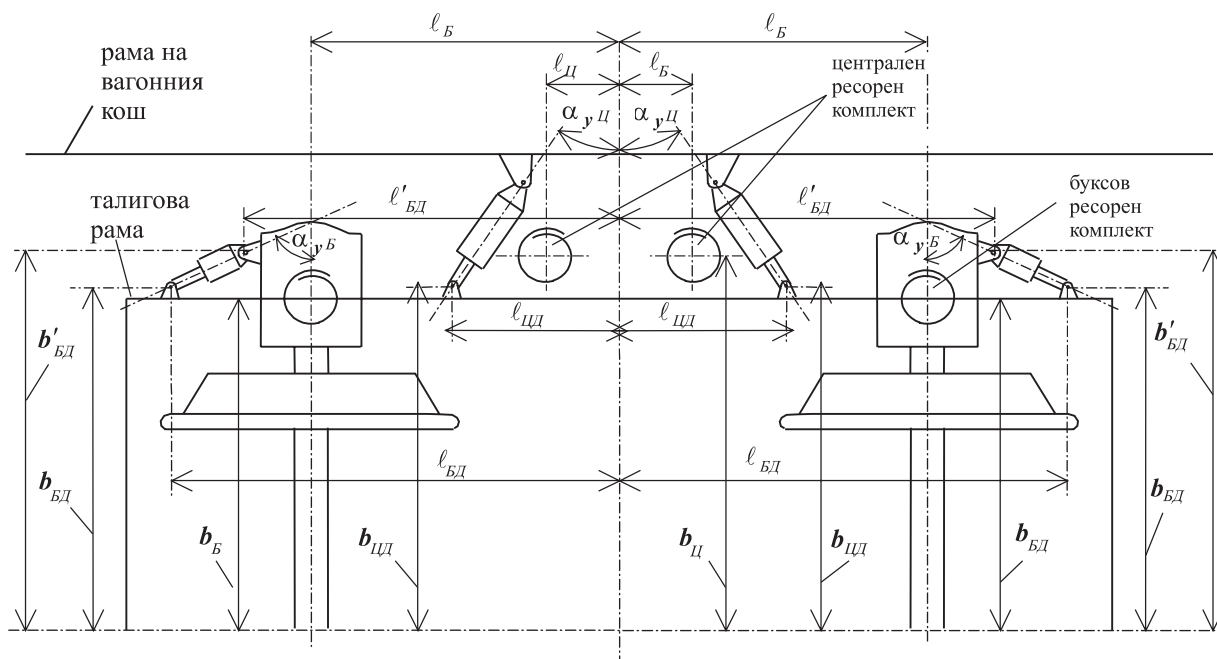
По подобие на тези зависимости могат да се изведат и по-обобщени – при обединяване с компонентата от вертикалното демпфериране – но този въпрос излиза извън рамките на настоящата работа.

## 2.2. ТЕОРЕТИЧНО РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ПО-ОБОБЩЕНА КОНСТРУКТИВНА И ИЗЧИСЛИТЕЛНА СХЕМА

Поради това, че гореизложените принципи "а" ÷ "с" имат много общи или аналогични свойства с принципите (схемите) за демпфериране на вертикалните трептения, третираните по-подробно в [1], тук разглежданията ще засегнат по-други аспекти на проблема.

Обединявайки гореизложените принципи "а" и "б" и с цел даване на теоретична обосновка на проблема, тук ще изходим от една по-обобщена конструктивна и изчислителна схема, която има вида, показан на фиг.1 и се характеризира с отхвърляне нанякои наложени ограничения, намерили място в досегашните изследвания и практически реализации преди всичко по силата на традицията.

Например, отхвърля се ограничението, според което обезателно трябва да съвпадат местата на разположение на демперите и ресорите, а също така – приложните точки и направленията на действие на демперните сили с еластичните сили на ресорите. Освен това, оптималната стойност на степента на демпфериране  $\gamma$  не трябва да бъде еднаква за различните видове и режими на трептения и за различните елементи на системата. Тук в изчисленията ще използваме две стойности: -  $\gamma_0 = 0,25$  - отнасяща се за дорезонансен или следрезонансен режим, за втората степен на системата (коша и централните ресори);  $\gamma'_0$  - отнасяща се за резонансен режим на лъкатушести трептения за първата



Фиг.1

степен на системата (колоосите, талиговата рама и буксовите връзки с нея). Първоначално ще приемем  $\gamma'_0 = 2,5\gamma_0 = 0,625$  въз основа на мотиви за подобни случаи [2, 3, 4, 5, 6], но за по-обстойно изясняване на този въпрос ще бъдат необходими по-пълни теоретични изследвания и експерименти.

Тъй като зависимостта (4), респ.(4а) и (4б), е грубо приблизителна (и донякъде е оправдана в този вид, поради липса на надлъжно хоризонтално демпфериране при разглежданите конструкции традиционен тип), тук ще изведем една по-точна зависимост на базата на обобщената схема от фиг.1 и при отчитане на факторите в резултат на премахване на гореспоменатите ограничения.

Съгласно тази схема диференциалното уравнение на свободните ротационни трептения на талиговата рама около вертикалната ос ще има вида:

$$J_{Tz} \ddot{\psi}_T + (2\beta_{Цy} \ell_{ЦД}^2 + 2\beta_{Цx} b_{ЦД}^2 + 4\beta_{By} \ell_{БД}^2 + 4\beta_{Bx} b_{БД}^2) \dot{\psi}_T + (2C_{Цy} \ell_{Ц}^2 + 2C_{Цx} b_{Ц}^2 + 4C_{By} \ell_{Б}^2 + 4C_{Bx} b_{Б}^2) \psi_T = 0 \quad (11)$$

където:  $\psi_T$  - ъгъл на завъртане на талиговата рама спрямо вертикалната ос  $z_T$  (текуща координата);  $J_{Tz}$  - масов инерционен момент на талиговата рама спрямо вертикалната ос;  $2\ell_{Б}$ ,

$2\ell_{БД}$  и  $2b_{Б}$ ,  $2b_{БД}$  - надлъжно и напречно разстояние между буксовите ресори респективно демпфери;  $2\ell_{Ц}$ ,  $2\ell_{ЦД}$  и  $2b_{Ц}$ ,  $2b_{ЦД}$  - надлъжно и напречно разстояние между централните ресори респективно демпфери към централната ресорна степен (при положение, че последните са разположени по двойки от всяка страна съгласно схемата от фиг.1);  $C_{Цy}$ ,  $C_{By}$  и  $C_{Цx}$ ,  $C_{Bx}$  - хоризонтална коравина на един централен, респективно буксов ресорен комплект в напречно и надлъжно направление;  $\beta_{Цy}$ ,  $\beta_{Цx}$  и  $\beta_{By}$ ,  $\beta_{Bx}$  - параметър на съпротивление на демпферната двойка или демпфера, съответстваща на един централен или буксов ресорен комплект в напречно респективно надлъжно направление.

След извършване на полаганията:

$$(2\beta_{Цy} \ell_{ЦД}^2 + 2\beta_{Цx} b_{ЦД}^2 + 4\beta_{By} \ell_{БД}^2 + 4\beta_{Bx} b_{БД}^2) \cdot J_{Tz}^{-1} = 2n_{T\psi} \quad (12)$$

$$(2C_{Цy} \ell_{Ц}^2 + 2C_{Цx} b_{Ц}^2 + 4C_{By} \ell_{Б}^2 + 4C_{Bx} b_{Б}^2) \cdot J_{Tz}^{-1} = v_{T\psi}^2$$

диференциалното уравнение (11) се представя, както следва:

$$\ddot{\psi}_T + 2n_{T\psi} \dot{\psi}_T + v_{T\psi}^2 \psi_T = 0 \quad (13)$$

и има решение от вида  $\psi_T = C \cdot e^{\lambda t}$ , като съот-

ветното характеристично уравнение

$$\lambda^2 + 2n_{T\psi}\lambda + v_{T\psi}^2 = 0 \quad (14)$$

има корени  $\lambda_{1,2} = n_{T\psi} \pm \sqrt{n_{T\psi}^2 - v_{T\psi}^2}$ , които трябва да се комплексни при извършване на трептения, т.е. трябва  $n_{T\psi}^2 - v_{T\psi}^2 < 0$ , а в граничния случай - при апериодично (лимитационно) движение, когато стойността на параметъра на съпротивление на демпферите се приема

за критична (т.е. при  $\beta_{Цу} = \beta_{Цу}^{kp}$ ,  $\beta_{Цх} = \beta_{Цх}^{kp}$ ,

$\beta_{Бу} = \beta_{Бу}^{kp}$ ,  $\beta_{Бх} = \beta_{Бх}^{kp}$ ), имаме:

$$\begin{aligned} & (2\beta_{Цу}^{kp} \ell_{ЦД}^2 + 2\beta_{Цх}^{kp} b_{ЦД}^2 + 4\beta_{Бу}^{kp} \ell_{БД}^2 + 4\beta_{Бх}^{kp} b_{БД}^2)^2 \\ & = 4J_{Tz} (2C_{Цу} \ell_{Ц}^2 + 2C_{Цх} b_{Ц}^2 + 4C_{Бу} \ell_{Б}^2 + \\ & + 4C_{Бх} b_{Б}^2) \end{aligned} \quad (15)$$

или, при изразяване на критичните стойности на параметрите на съпротивление със съотношението между оптималните им стойности и степента на демфериране,  $\gamma'_0$  получаваме в окончателен вид обобщената зависимост (16)

$$\begin{aligned} & 2\beta_{Цу}^0 \ell_{ЦД}^2 + 2\beta_{Цх}^0 b_{ЦД}^2 + 4\beta_{Бу}^0 \ell_{БД}^2 + 4\beta_{Бх}^0 b_{БД}^2 = \\ & = 2\gamma'_0 \left[ J_{Tz} (2C_{Цу} \ell_{Ц}^2 + 2C_{Цх} b_{Ц}^2 + 4C_{Бу} \ell_{Б}^2 + \right. \\ & \left. + 4C_{Бх} b_{Б}^2) \right]^{1/2}, \end{aligned} \quad (16)$$

която може да се използва за решаване на различни задачи за всеки конкретен случай на влизащите в нея параметри. В тази зависимост за една широко разпространена група пътнически талиги, характеризираща се с наличие на централна надресорна греда, могат да се анулират членовете  $2C_{Цх} b_{Ц}^2$  и  $2C_{Цх} \ell_{Ц}^2$  (при това, вторият може да отпадне и поради сравнително малката стойност на разстоянието  $2\ell_{Ц}$  за болшинството талиги) и тогава след преобразуване и при вземане под внимание на (5) и при полагане на  $b_{Б} = 1m$  и  $\ell_{Б} = \ell_{Т} = 1,25m$ , тя може да се представи във вида:

$$\begin{aligned} & 2\beta_{Цу}^0 \ell_{ЦД}^2 + 2\beta_{Цх}^0 b_{ЦД}^2 + 4\beta_{Бу}^0 \ell_{БД}^2 + 4\beta_{Бх}^0 b_{БД}^2 = \\ & = 5,431\gamma'_0 \sqrt{1 + 0,64 \frac{C_{Бх}}{C_{Бу}}} \sqrt{C_{Бу} m_{Т}} \end{aligned} \quad (17)$$

Освен това, с цел по-пълно характеризиране на системата, ако разгледаме свободните хори-

зонтални трептения на колооста с маса  $m_{Кол}$ , масов инерционен момент спрямо вертикалната ос  $J_{Коло}$  и разстояния между демпферните шарнири към буксите  $2b'_{БД}$  и  $2\ell'_{БД}$ , то при напречно отнасяне (по ос  $y$ ), подръпване (по ос  $x$ ) и лъкатушене (около ос  $z$ ) на същата, получаваме:

$$\begin{aligned} (2\beta_{Бу}^0)_{НО_{Кол}} & = 2\gamma'_0 \sqrt{2C_{Бу} m_{Кол}} = \\ & = 2,558\gamma'_0 \sqrt{C_{Бу} m_{Т}}, \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} (2\beta_{Бх}^0)_{Х_{Кол}} & = 2\gamma'_0 \sqrt{2C_{Бх} m_{Кол}} = \\ & = 2,558\gamma'_0 \sqrt{\frac{C_{Бх}}{C_{Бу}}} \sqrt{C_{Бу} m_{Т}}, \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} (2\beta_{Бх}^0)_{\Psi_{Кол}} & = \left( \frac{b_{Б}}{b_{БД}} \right)^2 2\gamma'_0 \sqrt{\frac{2C_{Бх} J_{Колz}}{b_{Б}^2}} = \\ & = 1,809\gamma'_0 \left( \frac{b_{Б}}{b_{БД}} \right)^2 \sqrt{\frac{C_{Бх}}{C_{Бу}}} \sqrt{C_{Бу} m_{Т}}, \end{aligned} \quad (20)$$

като окончателните зависимости (в дясно) са получени при характерните за съвременните пътнически вагони съотношения:  $\frac{m_{Кол}}{m_{Т}} = 0,818$

и  $\frac{J_{Кол}}{m_{Т}} = 0,409m^2$ .

И така, при обобщената конструктивна и изчислителна схема с отчитане свободните трептения на всички елементи на системата (включително колоосите) за определяне на 4-те неизвестни параметри  $\beta_{Цу}^0$ ,  $\beta_{Цх}^0$ ,  $\beta_{Бу}^0$  и  $\beta_{Бх}^0$  - разполагаме със система от 7 линейни алгебрични уравнения: (1b), (2b), (3b), (17), (18), (19) и (20). Очевидно, стойностите на параметъра на съпротивление  $\beta_{Цу}$ ,  $\beta_{Цх}$ ,  $\beta_{Бу}$  и  $\beta_{Бх}$  - които са най-близки до оптималните и най-добре удовлетворяват тази система уравнения, трябва да бъдат определени по метода на Гаус с най-малките квадрати. За тази цел, при отделните видове хоризонтални трептения - съгласно (1b), (2b), (3b), (17), (18), (19) и (20) - най-напред образуваме квадратите на разликите  $\delta_i^2$  ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) - между действителните стойности на параметъра на съпротивление  $\beta_{Цу}$ ,  $\beta_{Цх}$ ,  $\beta_{Бу}$  и  $\beta_{Бх}$  (кои-

то по начало са неизвестни) и неговите оптимални стойности, детерминирани от десните части на намиращите се на разположение 7 уравнения на системата - както и тяхната сума

$$S = \sum_{i=1}^7 \delta_i^2, \text{ т.е.}$$

$$\begin{aligned} S = \sum_{i=1}^7 \delta_i^2 = & (2\beta_{\text{Цы}} - 6\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 + \\ & + (2\beta_{\text{Цы}} - 4,933\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 + \\ & + (2\beta_{\text{Цы}} + 4\beta_{\text{Бу}} - 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 + \\ & + (2\beta_{\text{Цы}} \ell_{\text{ЦД}}^2 + 2\beta_{\text{Цх}} b_{\text{ЦД}}^2 + 4\beta_{\text{Бу}} \ell_{\text{БД}}^2 + 4\beta_{\text{Бх}} b_{\text{БД}}^2 - \\ & - 5,431\gamma_0' \sqrt{1 + 0,64 \frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 + \\ & + (2\beta_{\text{Бу}} - 2,558\gamma_0' \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 + \\ & + (2\beta_{\text{Бх}} - 2,558\gamma_0' \sqrt{\frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 + \\ & + (2\beta_{\text{Бх}} - 1,809\gamma_0' \left( \frac{b_{\text{Б}}}{b_{\text{БД}}} \right)^2 \sqrt{\frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T})^2 \end{aligned} \quad (21)$$

По-нататък, от условието за минимум на сумата  $S$ , приравнявайки към нула частните й производни спрямо неизвестните  $\beta_{\text{Цы}}$ ,  $\beta_{\text{Цх}}$ ,  $\beta_{\text{Бу}}$  и  $\beta_{\text{Бх}}$ , получаваме:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta_{\text{Цы}}} = & 4(2\beta_{\text{Цы}} - 6\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) + \\ & + 4(2\beta_{\text{Цы}} - 4,933\gamma_0 \sqrt{\frac{3 \cdot 10^5}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) + \\ & + 4(2\beta_{\text{Цы}} + 4\beta_{\text{Бу}} - 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) + \\ & + 2(2\beta_{\text{Цы}} \ell_{\text{ЦД}}^2 + 2\beta_{\text{Цх}} b_{\text{ЦД}}^2 + 4\beta_{\text{Бу}} \ell_{\text{БД}}^2 + 4\beta_{\text{Бх}} b_{\text{БД}}^2 - \\ & - 5,431\gamma_0' \sqrt{1 + 0,64 \frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) 2\ell_{\text{ЦД}}^2 = 0 \end{aligned}$$

(22)

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta_{\text{Цх}}} = & 2(2\beta_{\text{Цы}} \ell_{\text{ЦД}}^2 + 2\beta_{\text{Цх}} b_{\text{ЦД}}^2 + \\ & + 4\beta_{\text{Бу}} \ell_{\text{БД}}^2 + 4\beta_{\text{Бх}} b_{\text{БД}}^2 - \\ & - 5,431\gamma_0' \sqrt{1 + 0,64 \frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) 2b_{\text{ЦД}}^2 = 0 \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta_{\text{Бу}}} = & 8(2\beta_{\text{Цы}} + 4\beta_{\text{Бу}} - 4\gamma_0 \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^5}{2C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) + \\ & + 2(2\beta_{\text{Цы}} \ell_{\text{ЦД}}^2 + 2\beta_{\text{Цх}} b_{\text{ЦД}}^2 + 4\beta_{\text{Бу}} \ell_{\text{БД}}^2 + 4\beta_{\text{Бх}} b_{\text{БД}}^2 - \\ & - 5,431\gamma_0' \sqrt{1 + 0,64 \frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) 4\ell_{\text{БД}}^2 = 0 \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta_{\text{Бх}}} = & 2(2\beta_{\text{Цы}} \ell_{\text{ЦД}}^2 + 2\beta_{\text{Цх}} b_{\text{ЦД}}^2 + \\ & + 4\beta_{\text{Бу}} \ell_{\text{БД}}^2 + 4\beta_{\text{Бх}} b_{\text{БД}}^2 - \\ & - 5,431\gamma_0' \sqrt{1 + 0,64 \frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) 4b_{\text{БД}}^2 + \\ & + 4(2\beta_{\text{Бх}} - 2,558\gamma_0' \sqrt{\frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) + \\ & + 4(2\beta_{\text{Бх}} - 1,809\gamma_0' \left( \frac{b_{\text{Б}}}{b_{\text{БД}}} \right)^2 \sqrt{\frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}}} \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T}) = 0 \end{aligned} \quad (25)$$

Решавайки горната система от 4 линейни алгебрични уравнения при  $\ell_{\text{ЦД}} = 1\text{m}$ ,  $b_{\text{ЦД}} = 1,1\text{m}$

$$\ell_{\text{БД}} = 1,1\text{m}, \quad b_{\text{Б}} = 1\text{m}, \quad b_{\text{БД}} = b'_{\text{БД}} = 1\text{m}, \quad \frac{C_{\text{Бх}}}{C_{\text{Бу}}} = 1$$

и  $\gamma_0' = 2,5\gamma_0$  получаваме:

$$\text{за } 1^{\text{-во}} \text{ решение - при } \min\left(\frac{C_{\text{Бу}}}{C_{\text{Цы}}}\right) = 4:$$

$$\beta_{\text{Цы}} = 1,522\gamma_0 \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T},$$

$$\beta_{\text{Цх}} = 1,117\gamma_0 \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T},$$

$$\beta_{\text{Бу}} = 0,149\gamma_0 \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T},$$

$$\beta_{\text{Бх}} = 2,728\gamma_0 \sqrt{C_{\text{Бу}} m_T},$$

с дименсии  $[\text{Ns/m}]$ .

- за 2<sup>-во</sup> решение – при  $\max\left(\frac{C_{By}}{C_{Cy}}\right) = 36$  :

$$\beta_{Cy} = 0,641\gamma_0\sqrt{C_{By}m_T} \quad ,$$

$$\beta_{Cx} = 1,140\gamma_0\sqrt{C_{By}m_T} \quad ,$$

$$\beta_{By} = 0,501\gamma_0\sqrt{C_{By}m_T} \quad ,$$

$$\beta_{Bx} = 2,728\gamma_0\sqrt{C_{By}m_T} \quad ,$$

с дименсии [Ns/m].

### 2.3. ОСНОВНИ КОНСТАТАЦИИ

От гореполучените резултати, които поради използване на метода на най-малките квадрати на Гаус, се доближават възможно най-добре към оптималните, се вижда, че необходимите стойности на параметъра на съпротивление  $\beta$  са най-високи при хоризонталното надлъжно демпфериране и особено за буксовата ресорна степен. Тези резултати, валидни за конструктивната и изчислителна схема от фиг. 1, са коренно противоположни на резултатите от традиционната схема за демпфериране и в определена степен дори на утвърдената практика при строежа на сравнително нови конструкции пътнически вагони. Защото в буксовата им ресорна степен хоризонтално напречно и особено надлъжно демпфериране на практика въобще липсва, а в централната ресорна степен масово използваното хоризонтално напречно демпфериране с линейни демпфери не решава проблема с лъкатушешките трептения; сравнително широко използваното за тази цел надлъжно демпфериране фрикционен тип (чрез страничните плъзгалки) не е гарантирано в количествено отношение и не удовлетворява съвременните изисквания за качество, а по-свършеното линейно демпфериране чрез надлъжно разположени хидравлични демпфери между коша и талиговата рама за сега има ограничено разпространение.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Традиционните схеми за хоризонтално демпфериране на трептенията при повечето от съвременните пътнически вагони не са в състояние да обезпечат оптимално или близко до оптималното демпфериране при всички видове трептения; като най-фрапиращ недостатък се очертава слабо демпфериране

на лъкатушешките трептения на елементите на талигата – фактор, който съществено влошава плавността и безопасността на хода и обикновено лимитира максимално-допустимата скорост.

2. Основните направления и принципи, които биха допринесли в съществена степен за решаване на гореспоменатия проблем, се свеждат, очевидно, до повишаване ефективността на гасене на лъкатушешките трептения (но без то да е свързано с предемпфериране на останалите трептения), като при това се дава приоритет на първичните елементи на системата (талиговата рама и колоосите), в които се заражда този вид трептения.

3. Една от схемите за конструктивна реализация на заложените принципи се характеризира с използване на хоризонтални демпфери, разположени успоредно на вертикалната симетрична равнина или под наклон спрямо същата, с оглед формиране на надлъжни компоненти на демпферните сили и в крайна сметка, въртящи моменти от тях спрямо вертикалната ос; друга схема, конструктивно реализуема в комбинация с предната или самостоятелно, се характеризира с използване на диагонално свързани демпферни комплекти, които формират съпротивителни сили (въртящи моменти) само при хоризонтални ротационни трептения.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ахмаджова, Д. Рационални схеми на разположение на вертикални демпфери и оптимални стойности на параметрите им за пътнически вагон. XI НК с международно участие "ТЕМПТ 2001 – ТРАНСПОРТЪТ НА XXI ВЕК" на ВТУ "Т. Каблешков", С., 2001
- [2] Единые нормы расчета и проектирования механической части несамыходных вагонов колеи 1435 mm и 1520 mm. М., СЭВ, 1981
- [3] Караджов, Т., Ж. Димитров. Вагони, С. Техника, 1988
- [4] Караджов, Т. Д. Върху оптималните параметри на хидравлични гасители за товарни вагони. – Известия на ВМЕИ "В. И. Ленин", т. XXXVI, 1979
- [5] Кузьмич, Л. Д., и др. Вагоны, М., Машиностроение, 1978
- [6] Шадур, Л., И. Челноков и др. Вагоны - конструкция, теория, расчет. М., Транспорт, 1980



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НЯКОИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ХОРИЗОНТАЛНАТА ДИНАМИКА ПРИ ТЕСНОПЪТНИТЕ ТАЛИГИ НА БДЖ

Добринка Агмаджова

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се разработва математичен модел за изследване хоризонталната динамика на теснопътни вагони. Експериментално са изследвани различни конструктивни варианти на буксова ресорна степен на товарна талига ТТ76-1, и е предложен вариант с оптимално демпфериране и реализиране на възможност за радиално разположение на колоосите в криви участъци от пътя.*

**Ключови думи:** теснопътен вагон, ресорно окачване, динамика на вагони, демпфериране.

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

За обновление на теснопътния вагонен парк след 1972 г. ТИ по ЖПП и ЗРД разработи талига за товарни вагони тип ТТ76-1. Техническите данни на талигата са дадени в таблица 1, а на фиг.1 - конструкцията на буксовото ресорно окачване [8].

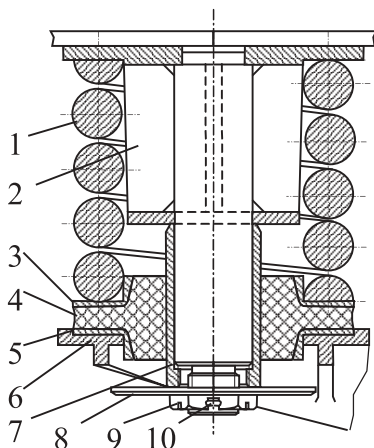
От 1990 г. по теснопътните линии на БДЖ с междурелсие 760 mm се извършва усъвършенствувание на горното строене – замяна на лекия тип релси РПШ с по-тежък тип S 49, комплектно със скрепленията, в резултат на това усъвършенствувание се увеличава значително товарносимостта на пътя, създава се възможност за повишаване скоростите на движение в подновените участъци и намаляване на времето и разходите за текущо поддържане.

Същевременно с нарастване на относителния дял на подновените участъци, се наблюдава повишена интензивност на износване на ребордите и снижаване ресурса на бандажния профил на колелата, изразено в необходимост от по-често престъргване на профила, съставляващо 9 – 11 месеца календарно време

[5] при 18 месеца междуремонтен цикъл.

Таблица 1

Междурелсие	760 mm
База на талигата	1300 mm
Височина на сферичния централен лагер от ниво глава релса	540 mm
Височина на страничните плъзгалки от ниво глава релса	460 mm
Дължина на талигата	2200 mm
Широчина на талигата	1600 mm
Диаметър на колоосите в кръга на търкаляне	550 mm
Напречно разстояние между средите на шийките на колоосите	1200 mm
Буксово ресорно окачване	пружини
Демпфериране	тампон гума
Еластичност на ресорното окачване	2,63 mm/tf
Маса на талигата	1700 kg
Допустима скорост	70 km/h
Максимално статично натоварване на колоос	7,5 t



**Фиг.1.** Буксово ресорно окачване

1- пружина; 2 – шпинтон; 3 – горен талер; 4 – гумена втулка; 5 – долен талер; 6 – буксово тяло; 7 – метална втулка; 8 – шайба; 9 – крилчата гайка; 10 – шплент.

Проблемът за интензивно износване на ребордите на колелата от вагоните и подвижния състав изобщо и навсякъде е представлявал интерес не само от икономическа гледна точка, а и от съображения надеждността и безопасността на движението.

Прави впечатление, че интензивното износване на ребордите обикновено е съпроводено с възникване на особено високи стойности на хоризонталните напречни ускорения на талиговата рама в областта на буксите и ускорено износване на елементите на шарнирните връзки от спирачната система и др. Тези фактори водят до предположението за възникване на силно изразени автоколебания в хоризонтална равнина на системите “букса – талигова рама” и “колоос – релса” и за наличие на причинна връзка между тях и интензивното износване на ребордите.

Въпросът за влиянието на съпротивлението срещу завъртане на талигите спрямо коша в хоризонтална равнина, върху процесите на износването на ребордите, е разглеждан за редица конструкции железопътни возила [2, 3], но за теснопътните возила той изисква експериментално изследване.

Изследванията в геометрично-кинематичен аспект върху характера на интензивното износване на ребордите при движение на вагоните по релации с висок относителен дял на кривите с малък радиус показват, че интензивността на износването е детерминирано с права пропорционална зависимост от ъгъла на атака между водещото колело и релсата [6, 7].

Констатираните интензивни износвания на ребордите на теснопътните талиги и релсите,

както и стремежът за подобряване плавността на хода и безопасността на движението определят необходимостта от изследване на хоризонталната им динамика.

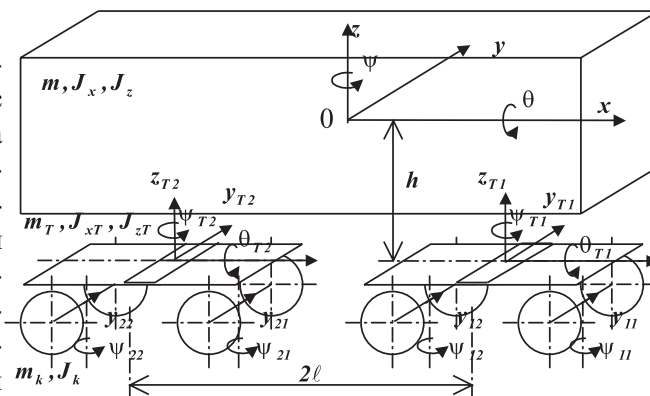
## 2. МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ХОРИЗОНТАЛНАТА ДИНАМИКА НА ТЕСНОПЪТНИ ВАГОНИ

Разработеният математичен модел е предназначен за изследване хоризонталната динамика на товарни теснопътни вагони с талига тип ТТ76-1

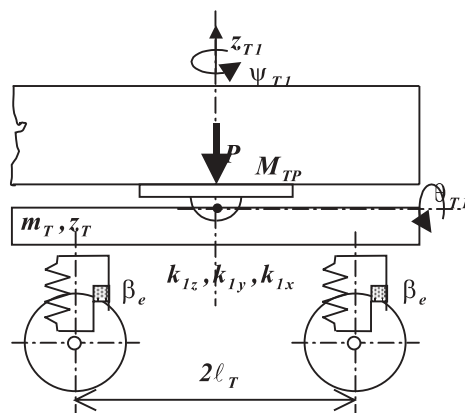
Теснопътният вагон се разглежда като система от 7 твърди тела: кош, две талиги и четири колооси - с еластични връзки между тях.

При въведената координатна система оста  $Ox$  съвпада с посоката на движение, оста  $Oy$  е напречна на пътя, а оста  $Oz$  е вертикална и е насочена нагоре.

Изчислителната схема на вагона и 1-ва талига са показани на фиг. 2 и фиг. 3.



**Фиг.2.** Схема на обобщените координати



**Фиг. 3.** Схема на първа талига.

Обобщените координати са както следва: - за коша:  $z, y, \theta$  и  $\psi$ ; - за талигите:  $z_{T_i}, y_{T_i}, \theta_{T_i}$  и



$\Psi_{T_i}$ , където  $i$  - № на съответната талига ( $i=1,2$ );  
- за колоосите:  $Y_{ij}$  и  $\Psi_{ij}$ , където  $i$  - № на съответната талига ( $i=1,2$ ), а  $j$  - № на съответната колоос в талига ( $j=1,2$ ).

За извеждане на диференциалните уравнения по на математичния модел се използва уравнението на Лагранж от втори ред [4]:

$$(1) \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = Q_i, \text{ като } Q_i = \frac{\partial A_i}{\partial q_i}$$

където  $A_i$  - възможната работа на силите при вариации на обобщените координати.

Изразите за кинетичната -  $T$ , потенциалната -  $\Pi$  енергии и функцията на разсейване -  $\Phi$  се определят по следните зависимости:

$$(2) T = \frac{1}{2} \sum m_i \dot{q}_i^2; \quad \Pi = \frac{1}{2} \sum c_i \Delta_i^2;$$

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum \beta e \dot{\Delta}_i^2$$

където:  $q_i$  - обобщените координати;  $m_i$  - инерционен параметър;  $c_i$  - еластичност на елементите от ресорното окачване;  $\Delta_i$  - относителни премествания на повърхнините между които е разположен гъвкавия елемент;  $\dot{\Delta}_i$  - относителни скорости на точките където са хванати демпферите и  $\beta e$  - коефициент на еквивалентен линеен демпфер [3].

Означения:  $y, y_{T1}, y_{T2}, y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}$  - линейни премествания при напречно отнасяне, съответно на коша, първа и втора талиги и четирите колооси;  $\psi, \psi_{T1}, \psi_{T2}, \psi_{11}, \psi_{12}, \psi_{21}, \psi_{22}$  - завъртане около ос  $Z$ , съответно на коша, първа и втора талиги и четирите колооси;  $z, z_{T1}, z_{T2}$  - линейни премествания при подскачане, съответно на коша, първа и втора талиги и  $\theta, \theta_{T1}, \theta_{T2}$  - напречно люлеене, съответно на коша, първа и втора талиги;  $m, J_x, J_z$  - маса и масови инерционни моменти на коша по съответните оси;  $m_T, J_{xT}, J_{zT}$  - маса и масови инерционни моменти на талиговата рама;  $m_k, J_k$  - маса и масов инерционен момент на колооста;  $2\ell$  - база на вагона и  $h$  - разстоянието от масовия център на коша до централния лагер;  $k_{1x}, k_{1y}, k_{1z}$  - коефициентите на еластичност на един ресорен комплект от буксовото ресорно окачване по съот-

ветните оси;  $2\ell_T$  - база на талигата;  $P$  - вертикално натоварване на талигата и  $M_{TP}$  - триещ момент.

Моментът, предаван от коша на вагона върху талигата [2] се определя в зависимост от скоростта на движението по следната зависимост:

$$(3) M_{TP} = V^2 1,234 \cdot 10^{-6} 2\ell (m_{БР} + 2m_T) / (d_k \cdot 2\ell_T)$$

където: -  $V$  скорост на движение, km/h;  $m_{БР}$  и  $m_T$  са съответно брутната маса на вагона и талигата;  $t$ ;  $-2\ell$  база на вагона,  $m$ ;  $2\ell_T$  - база на талигата,  $m$  и  $d_k$  - диаметър на колелото в кръга та търкаляне,  $m$ .

За определяне тангенциалните сили в контактните точки "колело-релса" в настоящия модел се прилага емперичната хипотезата на Kalker [10], при която апроксимираната зависимост в [1] има вида:

$$(4) |T| = f \cdot N \cdot \text{tg}(2,27 \cdot \tau),$$

$$\text{като } \tau = \sqrt{\xi^2 + \eta^2};$$

$$\xi = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot G \cdot \xi_x}{3 \cdot f \cdot N \cdot \varphi}, \quad \eta = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot G \cdot \xi_y}{3 \cdot f \cdot N \cdot \psi_1}$$

където:  $f$  - коефициент на сухо триене;  $N$  - нормалната сила в точката на контакта;  $\tau$  - комплексна величина;  $\xi_x, \xi_y$  - надлъжен и напречен крип;  $\varphi, \psi_1$  - приведени коефициенти на надлъжен и напречен крип;  $G$  - модул на ъглова деформация и  $a, b$  - полуоси на елиптичното контактното петно.

Смущението от пътя се приема с хармоничен характер, като се отчита и напречната сила в контактната точка на атакуващото колело -  $W_{ij}$  определена по следната зависимост:

$$(5) \begin{aligned} W_{ij} &= k_p (y_{ij} - \eta_{ij} - e) \text{ при } (y_{ij} - \eta_{ij}) > e \\ W_{ij} &= k_p (y_{ij} - \eta_{ij} + e) \text{ при } (y_{ij} - \eta_{ij}) < -e \\ W_{ij} &= 0 \text{ при } -e \leq (y_{ij} - \eta_{ij}) \leq e \end{aligned}$$

където:  $k_p$  - коравина на отваряне на релсовата нишка;  $2e$  - максимално изместване на колооста в междурелсието (напречно);  $Y_{ij}$  - координати на контактната точка по ос  $Y$  (на колооста);  $\eta_{ij}$  - хоризонтално смущение в  $j$ -тата колоос на  $i$ -тата талига от пътя.

Критерия за износането при взаимодействието "колело-релса" са мощността на силите на

триене в контактните точки, определена по следната зависимост:

$$(6) S_A = |R_A| \cdot \chi_A \cdot V$$

където:  $R_A$  - резултантната сила на триене;  $\chi_A$  - относителна скорост на плъзгане в контактната точка;  $V$  - скорост на движение.

Численият експеримент е проведен за изследване взаимодействието между натоварен теснопътен товарен вагон и железен път в хоризонтална равнина.

Приети са следните параметри:

- за коша на вагона: маса  $m = 2,66 \cdot 10^4 \text{ kg}$ ; масови инерционни моменти  $J_x = 5 \cdot 10^4 \text{ kg.m}^2$  и  $J_z = 3,5 \cdot 10^4 \text{ kg.m}^2$ ;

- за талигата: маса на талиговата рама  $m_T = 920 \text{ kg}$ ; масови инерционни моменти  $J_{TX} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^2$  и  $J_{TZ} = 3 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^2$ ; триещ момент (при скорост на движение 19,444 m/s)  $M_{TP} = 4,7 \text{ kNm}$  за натоварен вагон и  $M_{TP} = 3,24 \text{ kNm}$  за празен вагон;

- за колоосите: маса на една колоос  $m_K = 390 \text{ kg}$ ; масов инерционен момент спрямо вертикалната ос  $J_{Kz} = 0,77 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^2$ ;

- коравини на 1 пружинен комплект в буксовата ресорна степен  $k_{ix} = k_{iy} =$

$$= 0,300 \cdot 10^6 \div 2,5 \cdot 10^6 \text{ N/m};$$

- демпфиране в буксовата ресорна степен:

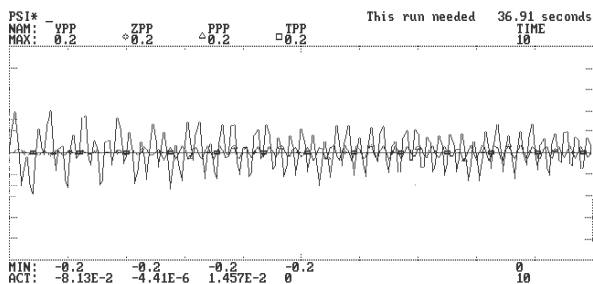
$$\beta_{ez} = 0 \div 22 \cdot 10^3 \text{ N.s/m};$$

- хоризонтално преместване на шпинтоните в буксовата ресорна степен:  $\Delta\delta = 0 \div 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ;

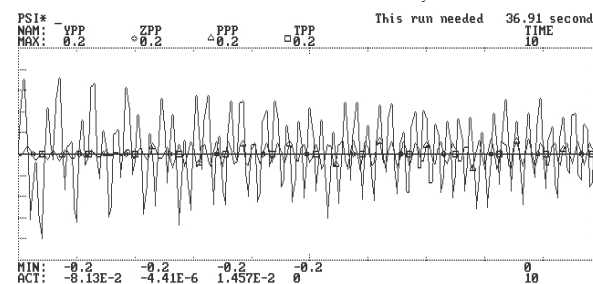
- въведени са смущения от страна на релсовия път при движение в прав участък от пътя  $\eta = \eta_0 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ , като ъгловата скорост е  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot V / \ell_{CM}$ , където  $\eta_0$  - амплитудата на хармоничното смущение е  $\eta_0 = 0,002 \text{ m}$ ,  $V$  - скоростта на движение е варирана в диапазона 10-19,444 m/s, и  $\ell_{CM}$  - дължината на вълната на смущението е варирана в диапазона 12,5 ÷ 110 m.

На фигури 4, 5, 6, 7, 8 и 9 е направена извадка от резултатите числения експеримент по математичния модел за профил на колелата по [9].

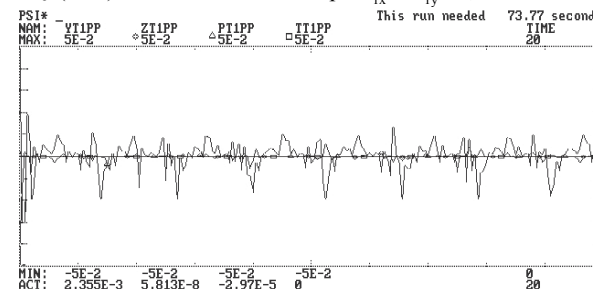
Графиките на фиг. 4, 5, 6 и 7 показват че при варианта с по-малка коравина на буксовата



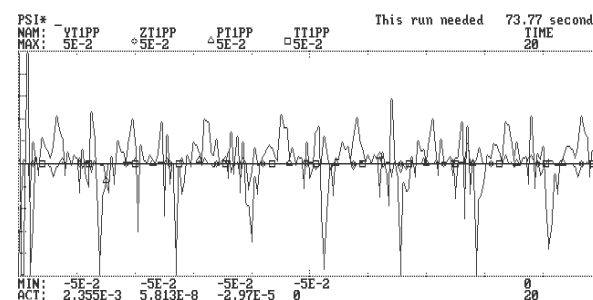
Фиг.4 Ускорения по  $y$  (YPP),  $z$ (ZPP),  $\psi$  (PPP) и  $\theta$  (TPP) на коша на вагона при  $k_{ix} = k_{iy} = 0,397 \cdot 10^6 \text{ N/m}$



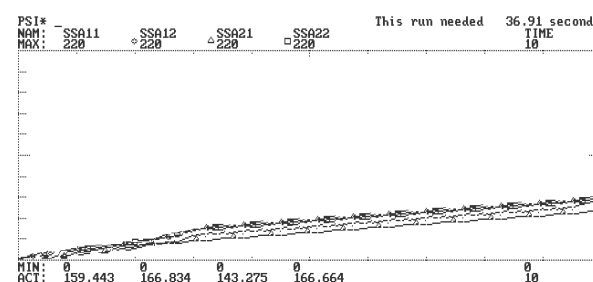
Фиг.5 Ускорения по  $y$  (YPP),  $z$ (ZPP),  $\psi$  (PPP) и  $\theta$  (TPP) на коша на вагона при  $k_{ix} = k_{iy} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N/m}$



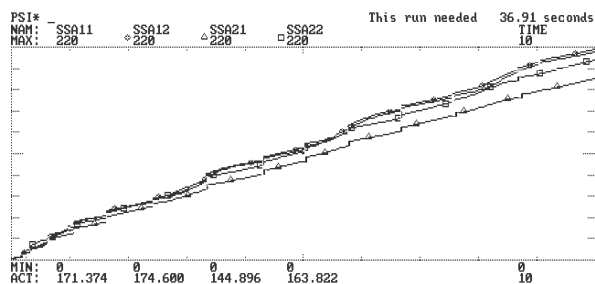
Фиг.6 Ускорения по  $y$  (Y1PP),  $z$ (Z1PP),  $\psi$  (PT1PP) и  $\theta$  (TT1PP) на първа талига при  $k_{ix} = k_{iy} = 0,397 \cdot 10^6 \text{ N/m}$



Фиг.7 Ускорения по  $y$  (Y1PP),  $z$ (Z1PP),  $\psi$  (PT1PP) и  $\theta$  (TT1PP) на първа талига при  $k_{ix} = k_{iy} = 2,38 \cdot 10^6 \text{ N/m}$



Фиг.8 Мощност на силите на триене в контактните точки "колело-релса" (SSAij) при  $k_{ix} = k_{iy} = 0,397 \cdot 10^6 \text{ N/m}$



**Фиг.9** Мощност на силите на триене в контактните точки “колело-релса” (SSAij) при  $k_{ix} = k_{iy} = 2,38 \cdot 10^6$  N/m връзка се получават около 2 пъти по-ниски стойности на хоризонталните напречни ускорения на коша и талигата и над 3 пъти по-малка мощност на силите на триене в контактните точки (фиг. 8 и 9) в сравнение с варианта с по-голяма коравина на буксовата връзка.

### 3. ИЗБОР НА ДЕМПФЕРИРАЩО УСТРОЙСТВО В БУКСОВАТА РЕСОРНА СТЕПЕН НА ТОВАРНАТА ТАЛИГА ТТ76-1

На 09.03.1999 г. са определени експериментално деформационно-силовите характеристики на четири варианта демпфериращи устройства, както следва:

**Вариант 1** – съществуващото демпфериращо устройство в буксовата ресорна степен на товарната талига ТТ76-1 (Фиг. 1), състоящо се в металогумен пакет притиснат от цилиндрична винтова пружина и триещ се в метална втулка монтирана на шпинтона. Гумата в металогуменния пакет е с твърдост 70 – 71<sup>0</sup> по Шор;

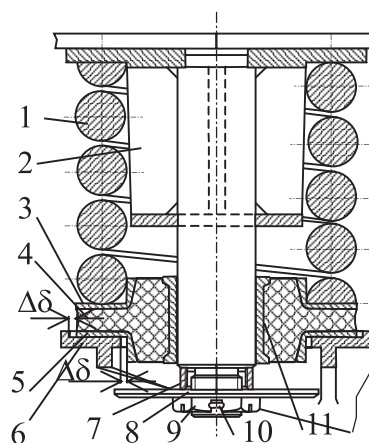
**Вариант 2** – демпфериращо устройство предложено от колектив от НИТИЖТ секция ТПС през 1997 г. [2], (взаимствано от реализираната връзка “букса – рама” на пътническата талига Т73 – АД 1991г.), състоящо се в металогумен пакет притиснат от цилиндрична винтова пружина и с радиална хлабина между гумената втулка и шпинтона равна на 6 mm. Гумата в металогуменния пакет е с твърдост 76 – 78<sup>0</sup> по Шор;

**Вариант 3** – демпфериращо устройство, състоящо се в металогумен пакет притиснат от цилиндрична винтова пружина и с радиална хлабина между гумената втулка и шпинтона равна на 6 mm. Гумата в металогуменния пакет е с твърдост 70 – 71<sup>0</sup> по Шор;

**Вариант 4** – новопредлагано демпфериращо устройство, съгласно Фиг. 8, състоящо се от металогумен пакет, притиснат от цилиндрична винтова пружина в който са вбити пластмасови

сегменти, като триещата сила между тях и шпинтона се увеличава с увеличаването на вертикалното натоварване; за обезпечаване на хоризонталните премествания и демпфериране на буксите спрямо талиговата рама има хлабина  $\Delta\delta = 6\text{mm}$  между талера-металогумен пакет и буксовото тяло. Гумата в металогуменния пакет е с твърдост 70 – 71<sup>0</sup> по Шор.

Използуваните уреди са хидравлична преса, първичен преобразувател на сила, прогибόμεри ППП W100k НВМТ № 6340, усилвател НВМ, KWZ 673.A7 5kHz TH – MESSVERSTA RKER



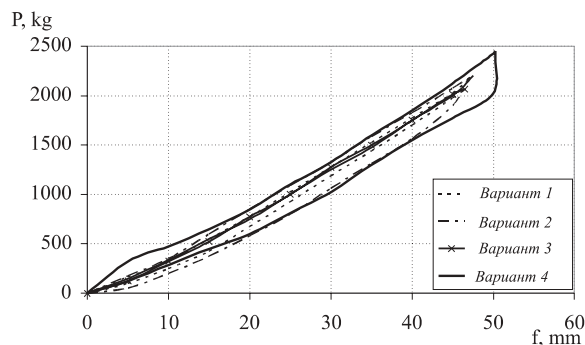
**Фиг.10.** Новопредлагано буксово ресорно окачване

1- пружина; 2 – шпинтон; 3 – горен талер; 4 – гумена втулка; 5 – долен талер; 6 – буксово тяло; 7 – метална втулка; 8 – шайба; 9 – крилчатата гайка; 10 – шплент; 11 – пластмасови сегменти.

и XY записвач – XY RECORDER 622.01 endim.

На Фиг. 11 са показани снетите деформационно - силови характеристики на четирите варианта демпфериращи устройства.

От експериментално получените деформационно-силови характеристики в таблица 2 са отразени измерените триещи сили  $F_{TP}$ , дефор-



**Фиг.11.** Деформационно-силови характеристики на варианти демпфериращи устройства

Вариант № 1	$F_{TP}$ , kN	0,465	0,613	0,7357	0,932	1,1036	1,1036	1,1036	0,981	0,7357
	$P$ , kN	0,981	2,575	4,4145	6,621	6,499	8,9516	11,404	16,309	19,129
	$f$ , mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	$k_{1z}$ , kN/m	196,2	257,5	294,3	331,08	259,96	298,38	325,8	407,7	425,08
	$\gamma$	0,475	0,238	0,166	0,14	0,1698	0,123	0,0967	0,0601	0,038
Вариант № 2	$F_{TP}$ , kN	0,1226	0,1839	0,3065	0,3678	0,429	0,3678	0,49	0,3678	0,343
	$P$ , kN	162,5	337,5	575	787,5	1037,5	1287,5	1525	1787,5	2035
	$f$ , mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	$k_{1z}$ , kN/m	318,8	331	376	386,25	407,08	421	427,4	438,25	443,5
	$\gamma$	0,0769	0,055	0,0543	0,0476	0,04216	0,029	0,03278	0,0209	0,0172
Вариант № 3	$F_{TP}$ , kN	0,1839	0,3065	0,429	0,4905	0,429	0,4995	0,429	0,3678	0,1226
	$P$ , kN	118,75	281,25	481,25	725	956,25	1225	1468,75	1737,5	1587,5
	$f$ , mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	$k_{1z}$ , kN/m	232,98	275,9	314,73	355,6	375,2	400,56	411,65	426,1	433,26
	$\gamma$	0,1578	0,111	0,09	0,0689	0,0457	0,0408	0,02978	0,0215	0,0062
Вариант № 4	$F_{TP}$ , kN	0,7357	0,858	0,981	1,1036	1,4715	1,4715	1,594	1,594	1,643
	$P$ , kN	327,5	375	525	712,5	950	1175	1437,5	1675	1937,5
	$f$ , mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	$k_{1z}$ , kN/m	465,8	367,8	343,3	349,45	372,7	384,2	402,8	410,7	422,3
	$\gamma$	0,3157	0,233	0,19	0,1578	0,1578	1,276	0,113	0,097	0,086

мацията на комплекта пружина и демпфер -  $f$  за съответното натоварване -  $p$  и изчислените стойности на коравината на комплекта -  $k_{1z}$  и коефициента на демпферите  $\gamma$ , определен от отношението:

$$(7) \quad \gamma = F_{TP}/P$$

Коефициента на демпфериране при натоварен и празен вагон, определен по изчислителен

Таблица 3

Вариант	$\gamma_{TPmin}$	$\gamma_{TPmax}$	$\gamma_{HATmin}$	$\gamma_{HATmax}$
№ 1	0,1463	0,1788	0,043	0,044
№ 2	0,0596	0,073	0,0216	0,022
№ 3	0,073	0,0894	0,022	0,0216
№ 4	0,195	0,208	0,088	0,0938

път за различните варианти е даден в таблица 3, като натоварването на комплекта "пружина – демпфер" при празен вагон е  $P_{TPmin} = 4,114kN$ ;

$P_{TPmax} = 5,0337kN$  и при натоварен вагон

$P_{HATmin} = 16,68kN$ ;  $P_{HATmax} = 16,99kN$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хоризонталната динамика на теснопътните товарни талиги на БДЖ може да бъде подобрена чрез изменение на конструкцията и характеристиките на буксовата връзка в посока на намаляване на хоризонталната ѝ коравина, увеличаване на хлабината ѝ и въвеждане на вертикално и хоризонтално демпфериране.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Ахмаджова, Д. Метод за определяне на характеристиките на буксовите връзки с рамата на талига за пътнически вагони, Дис., С., 2001

[2] Караджов, Т., Върху необходимия момент на силите на триене между коша и талиговата рама, сп. "Железопътен транспорт", бр. 11, 1988

[3] Караджов, Т., Ж. Димитров. Вагони, С. Техника, 1988

[4] Колебания и динамически качества механических систем (Сб. Научн. Трудов). Отг. Ред. В. Лазарян, К., Научная думка, 1979

[5] Отчетен доклад на тема: "Изследване причините за ускорено износване на ребордите на теснопътните 760 mm вагони и предложения за неговото намаляване" НИТИЖТ, 1997

[6] Пенчев Цв. и кол. Изследвания за намаляване износването на ребордите на новите пътнически вагони В-84 сп. "Железопътен транспорт", бр. 1 и 2, 1996

[7] Пенчев Цв. и кол. Оценка и анализ на постигнатото по намаляване износването на ребордите на новите пътнически вагони В-84 сп. "Железопътен транспорт", бр. 6-7, 1996

[8] Технически изисквания на теснопътна талига ТТ76 – 1 одобрени от Дирекция "Вагонно стопанство" при СО "БДЖ", 1972

[9] Технически условия за колооси на вагоните за междурелсие 760 mm, МТ СО "БДЖ", с., 1983

[10] Kalker, J., J.A Fast Algorithm for the Simplified Theory of Rolling Contact. – Internal Report, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 1980



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НЯКОИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ ИЗЧИСЛЯВАНЕ КОША НА ВАГОНИ ЗА ПРЕВОЗ НА НАСИПНИ ТОВАРИ

Милена Иванова, Никола Георгиев, Добринка Агмаджова

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се разглеждат конструкции на вагони за превоз на насипни товари. Особено внимание се отделя на особеностите при изчисляване на кошовете от бункерен и силосен тип. Предложени са зависимости за разпределение на натоварването и определяне на прегнатото състояние на стените изграждащи коша на вагона. Извършени са пресмятания за определяне на прегнатото състояние на стените от кош на вагон тип Fcсrps за превоз на баластра по предлаганите зависимости и чрез прилагане на програмните продукти SAP 2000 и ANSYS.*

**Ключови думи:** железопътен вагон, вагон за насипни товари, кош на вагон.

#### 1. УВОД

Вагоните за превоз на насипни товари имат различна форма на кошовете – открит или покрит тип; с пирамидални или конични бункери; с вътрешни или външни клапи или шибъри. В таблица 1 са дадени основните технически характеристики на съществуващи конструкции вагони за превоз на баластра и пясък, чиито кошовете са бункерен тип с пирамидална форма в долната част.

Известни са методики за изчисляване коша на открити и покрити товарни вагони от разпъващото действие на насипни товари [1]. Но за вагони с кош от бункерен тип няма такава методика.

#### 2. МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НАПРЕЖЕНИЯТА В СТЕНИТЕ НА КОШ НА ВАГОНИ ЗА ПРЕВОЗ НА НАСИПНИ ТОВАРИ

#### 2.1. НАТОВАРВАНЕ НА СТЕНИТЕ НА КОШ ОТ БУНКЕРЕН ТИП

Налягането на насипния товар зависи от височината на насипния товар в коша, неговите физико-механични свойства и ъгъла на наклон на разглежданата плоскост към хоризонталната равнина. Вертикалното  $q^B$  и хоризонталното  $p^x$  изчислително налягане на насипния товар се определят по следните формули:

$$(1) \quad q^B = \gamma \cdot y \quad p^x = k \cdot \gamma \cdot y$$

където:

$\gamma$  - обемна маса на насипния товар, kN/m<sup>3</sup>;

$k$  - коефициент отразяващ отношението на хоризонталното налягане на насипния товар към вертикалното налягане;

$y$  - разстоянието от повърхността на насипния товар до разглежданото сечение.

Милена Иванова Иванова, студент ВСУ „Л. Каравелов“ София, България: milflena 80@abv.bg

Никола Димитров Георгиев, ВСУ „Л. Каравелов“ София, България

Добринка Борисова Агмаджова, гл.ас. д-р инж. ВТУ „Т. Каблешков“ катедра “Транспортна техника” София, ул. “Гео Милев” №158, България, datmadj@vtu.acad.bg

Тип вагон	Фирма производител	T, t	Q, t	$k_t$	V, m <sup>3</sup>	2 $\ell$ , m	2L, m	H, m	$n_{oc}$
Fads	ВЗ Бургас	23	55	0,418	75	7,5	12,79	4	4
Fals	ВЗ Бургас	28	62	0,452	75	8	13,29	4	4
Fccpps	ВЗ Бургас	12	28	0,429	10	5,6	9,24	2,43	2
Fad	ЦНПИ-ДВЗ	23	60	0,383	90	7,15	12,19	3,685	4
Fads	ВЗ Бургас	22	58	0,379	73	9	14,04	3,3	4
Fad	ВЗ Бургас	33	80	0,413	40	5,4	9,9	3,59	4
Svywuf	ARBEL	22,7	57,3	0,396	40	9,82	14,86	3,65	4
E.D.F	ARBEL	10,5	29,5	0,356	38	5,25	7,95	3,8	2
E.D.F.	ARBEL	21,5	76	0,283	76	9	15,16	3,8	4
Miferma	ANF	28	72	0,389	70	8,26	12,86	3,5	4
Fad	cadoux	14	54	0,259	30	6	10,46	3,16	4
Fad	ARBEL	24	56	0,429	43	9,15	13,33	3,3	4
Fd	ARBEL	36	51,3	0,702	32	5,01	16,6	2,3	4
Fad	ARBEL	14	36,5	0,384	42	8,3	13,34	4,12	4
Fads	sfb	22,5	57,5	0,391	41	9,82	14,86	4,155	4

(Означения в табл. 1: T – собствена маса на вагона; Q – максимална товароносимост;  $k_t$  – таров коефициент; V – обем на коша на вагона; 2l – база на вагона; 2L – дължина на вагона; H – височина на вагона от ниво глава релса и  $n_{oc}$  – брой на осите във вагона)

Отношението  $k$  съгласно теорията на насипни товари, създадена от Кулон при натоварване без “шапка” се определя по следната зависимост:

$$(2) \quad k = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right),$$

а при натоварване с “шапка” се определя със следната зависимост:

$$(3) \quad k = \left(1 + \frac{h}{H}\right) \frac{\sin \varphi}{\cos 2\varphi} \left(\sqrt{\cot g \varphi + \operatorname{tg} 2\varphi} - \sqrt{\frac{h}{(H+h)^2} \cot g \varphi + \operatorname{tg} 2\varphi}\right)^2, \quad \text{където:}$$

h – височина на “шапката”;

H – височина на товара;

$\varphi$  – ъгъл на естествения откос на товара.

Основното нормативно налягане на насипния товар действашо перпендикулярно към наклонените повърхности  $p_\alpha^x$  и тангентно към наклонените повърхности  $p_t^x$  се определят по следните формули:

$$(4) \quad p_\alpha^x = m_0 \cdot q^B \quad p_t^x = m_0' \cdot q^B, \quad \text{където:}$$

$m_0$  и  $m_0'$  – коефициенти зависещи от ъгъла на наклона на стените  $\alpha$  и ъгъла на естествения откос на товара  $\varphi$ , определяни по следните зависимости:

$$(5) \quad m_0 = \cos^2 \alpha + k \cdot \sin^2 \alpha$$

$$m_0' = (1 - k) \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

Изчислителните натоварвания от налягането на насипния товар за кош от “бункерен” тип приемаме да бъдат равни на нормативните налягания умножени с коефициент на претоварване, равен на 1,2.

Вертикалното нормативно налягане предаващо се чрез триене на стените на бункера се определя по израза:

$$(6) \quad q_f^B = p^x \cdot f \quad p^x = k \cdot \gamma \cdot y$$

където: f – коефициента на триене между стените и товара.

## 2.2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НАПРЕЖЕ-НИЯТА В СТЕНИТЕ НА КОША

Стените на коша от бункерен тип се пресмятат като пластинки намиращи се в състояние на цилиндрично огъване над действието на равномерно разпределено натоварване от налягането на насипния товар. Натоварването се определя за средата на всеки участък и се счита за постоянен по протежението на целия участък. Изчислителните усилия пластинките обикновено се определят изхождайки от предположението за шарнирното им закрепване на неподвижни опори (ребра).

В този случай огъващия момент в средата на полето се определя по следната формула:

$$(7) \quad M = M_8 - S \cdot f$$

където:



$M_\delta$  - огъвач момент за проста греда в средата на полето;

$f$  - провисване в средата на полето;

$S$  - надлъжно разтягащо усилие, определени по следните формули:

$$(8) \quad S = \sqrt[3]{\frac{E \cdot \delta}{1 - \mu^2} \cdot \frac{(n \cdot p_\alpha^x)^2}{24}}$$

$$f = \frac{4 \cdot (n \cdot p_\alpha^x) \cdot \ell^2}{3 \cdot (S_E + S)}, \quad \text{където } S_E = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{\ell^2 \cdot (1 - \mu^2)}$$

като:

$\delta$  - дебелина на стената, m;

$\mu$  - коефициент на Поасон

$\ell$  - разстояние между ребрата, m;

$J$  - инерционен момент на пластинката, m<sup>4</sup>.

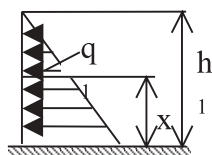
За определяне на огъващия момент  $M_\delta$  при вертикални стени се използва изчислителна схема показана на фиг.1, където вертикалната стена с височина  $h_1$  се представя като запъната греда с натоварване  $q_1$ , определяно по следната зависимост:

$$(9) \quad q_1 = n \cdot p_{\alpha 1}^x \cdot \ell$$

Огъващият момент се определя по следната зависимост:

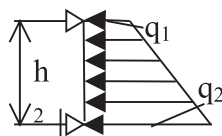
$$(10) \quad M_{\delta x} = -\frac{q_1}{6h_1} (h_1 - x)^3$$

$$\text{и при } x = h_1 / 2 \quad M_\delta = -\frac{q_1 \cdot h_1^2}{48}$$



Фиг.1.

За определяне на огъващия момент  $M_\delta$  при наклонените стени се използва изчислителна схема показана на фиг.2, където наклонената



Фиг.2.

стена с височина  $h_2$  се представя като греда на две опори с натоварване  $q_1$  и  $q_2$ , определяни по следните зависимости:

$$(11) \quad q_1 = n \cdot p_{\alpha 1}^x \cdot \ell \quad \text{и} \quad q_2 = n \cdot p_{\alpha 2}^x \cdot \ell$$

Огъващият момент се определя по следната зависимост:

$$(12) \quad M_\delta = -\frac{q_1}{8} h_2^2 - \frac{(q_2 - q_1)}{16} \cdot h_2^2$$

Максималните напрежения в стените на коша се определят по следната зависимост:

$$(13) \quad \sigma = \frac{|M|}{W_y} + \frac{S}{F} \quad \text{където:}$$

$M$  и  $S_1$  - съответно определените огъвач момент и надлъжното усилие на стените от коша на вагона;

$W_y$  и  $F$  - геометричните характеристики на напречното сечение на стените от коша на вагона.

### 3. ИЗЧИСЛЯВАНЕ КОША НА ВАГОН ТОВАРЕН 2 – ОСЕН ЗА ПРЕВОЗ И РАЗПРЪСКВАНЕ НА БАЛАСТ И ПЯСЪК ТИП FCCPPS ПРОИЗВОДСТВО НА “ТРАНСВАГОН ЕООД – БУРГАС”

Вагонът (фиг.3) е предназначен за превоз и разпръскване на баласт и пясък върху железопътни стрелки и къси отсечки от пътя [2].

Вагонът е с ресорно окачване, отговарящо на изискванията UIC фиш 517.

Кошът се състои от странични и челни стени с ъгъл на наклон в долната част 45°. В дъното на коша има четири отвора с клапи, позволяващи разтоварване между релсите и извън тях от двете страни на вагона. На фиг. 4 е показано напречното сечение на коша на вагона.

Механизмът за отваряне и затваряне на клапите се командва ръчно и позволява степенно отваряне с цел дозиране на разтоварването.

Вагонът е съоръжен с автоматична спирачка тип KE-GP и ръчна спирачка.

Технически данни

Габарит UIC 505-1

Междурелсие 1435 mm

Брой оси - 2

Максимална товароносимост 28t

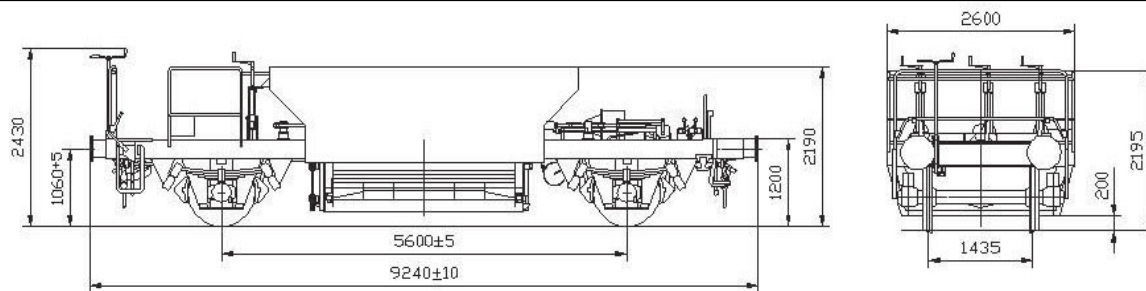
Натоварване на ос 20t

Тара 12t

Максимална скорост,

• празен 90 km/h





Фиг. 3

- натоварен 90 km/h
- База на вагона 5600mm
- Дължина на вагона с буферите 9240mm
- Полезен обем 10m<sup>3</sup>
- Коша на вагона е съставен от вертикални и наклонени стени като ъгъла на наклона на стените ( $\alpha_1$  - за вертикалните,  $\alpha_2$  - за наклонените

стени) и ъгъла на естествения откос на товара – баласт са:

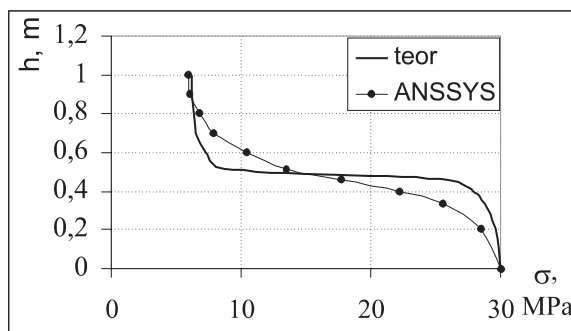
$$\alpha_1 = 90^\circ; \alpha_2 = 45^\circ \text{ и } \varphi = 40^\circ$$

В таблица 2 са дадени резултатите от определените параметри, като коефициенти, налягане, усилия, огъващи напрежения и напрежения по изложените в т.2 зависимости.

Таблица 2

Параметри		Тип стени	
		вертикални	наклонени
Коефициенти	$m_0$	0,217	0,6085
	$m'_0$	0	0,1957
Макс. натоварване от налягането на насипния товар	$q^B$	12,5	25
	$n.p_\alpha^x$	3,255	18,255
	$n.p_t^x$	0	5,8868
Макс. натоварване от налягането на насипния товар и триенето между товара и стените	$q^B$	0,815	1,63
	$n.p_\alpha^x$	0,212	1,19
	$n.p_t^x$	0	0,383
Надлъжно усилие	$S, \text{kN}$	8,634	26,96
Параметър	$S_E, \text{kN}$	23,22	23,22
Провисване в средата на полето	$f, \text{m}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Натоварване	$q, \text{kN/m}$	0,1484	0,1484 и 0,833
Огъващ момент за проста греда в средата на полето	$M_\delta, \text{N.m}$	0,773	15,3
Огъващ момент в средата на полето	$M, \text{N.m}$	4,4	55,77
Максимални нормални напрежения	$\sigma, \text{MPa}$	6,07	29

На фиг. 4 са отразени получените максимални напрежения в стените на коша на вагона по неговата височина получени но така предложените по горе зависимости и получените стойности чрез прилагане на програмните продукти SAP 2000 и ANSSYS 5.5. Оклонението между двата метода е под 10%.



Фиг. 4

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Специфичността на изграждане коша на вагоните за превоз на насипни товари изисква отчитане разпъващото действие на превозваните товари. Изведените в статията зависимости могат да бъдат прилагани когато научните работници и студенти не разполагат с програмни продукти като SAP 2000 и ANSSYS.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Референтна листа на ТРАНСВАГОН ЕООД Бургас, 2002.
- [2] Стоилов, В. Ръководство за курсово и дипломно проектиране по дисциплината вагони. С., Печатна база при ВМЕИ "В. И. Ленин", 1986



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПНЕВМАТИЧНО ИЗПЪЛНИТЕЛНО УСТРОЙСТВО С ДВУСТРАННО ДЕЙСТВИЕ

Радостин Симеонов Долчинков, Гено Христов Генов

#### АНОТАЦИЯ

*Разработено е изпълнително устройство с широк диапазон на работните размери на цилиндрите и работните усилия при запазване на предимствата на пневматичните преводи.*

**Ключови думи:** плунжерна помпа, лабиринтно уплътнение, пневмо устройство, надбутално и подбутално пространство.

Пневматичните преводи се прилагат широко в промишлеността главно поради тяхната надеждност, взриво и пожаробезопасност. В сравнение с хидравличните преводи те имат: повисоки скорости на сработване; по-прости конструкции; значително по-къси възвратни линии; по-малки изисквания по отношение на херметичността; по-малка зависимост от колебанията на температурата. Към недостатъците им могат да бъдат отнесени: по-големите им габарити, а при равни габарити – по-малките работни усилия, не всякога осигуряват необходимата плавност на хода; не могат да се използват в случаите когато има изискване за точно осигуряване на даден закон на движение.

Независимо от посочените недостатъци пневматичните преводи се прилагат успешно тогава когато те нямат съществено значение или когато те могат да бъдат частично или напълно отстранени [1].

Всеки пневматичен превод съдържа: изпълнителни, разпределителни и управляващи устройства.

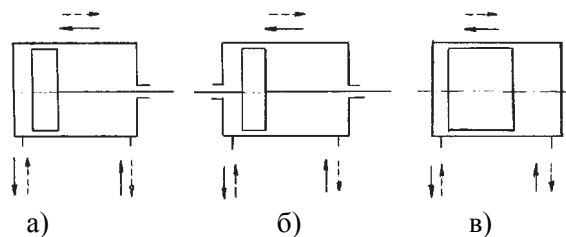
Изпълнителните устройства служат за преобразуване на енергията на сгъстения въздух в механична енергия за движения на работния орган на машината, според изпълняваната тех-

нологична операция.

Разпределителните устройства служат за насочване на потоците сгъстен въздух от магистралата в работните пространства на изпълнителните устройства и от работните пространства – в атмосферата.

Управляващите устройства служат за осигуряване определена последователност на преместване на работните органи в съответствие с необходимия закон за тяхното движение.

Особено място имат пневматичните изпълнителни устройства с двустранно действие, които осъществяват възвратно-постъпателно движение и са с цилиндрична форма на тялото (фиг. 1). [1, 2, 3, 4]



**Фиг.1. Типове пневматични изпълнителни устройства с двустранно действие**

а) – с един силов прът; б) – с два силови пръта; в) – без силов прът (свободно бутало)

Тогава когато изпълнителното устройство може да съчетае в себе си разпределителни и управляващи функции, конструкцията на пневматичния превод значително се опростява. Това е най-лесно осъществимо в преводи, които са симетрични, правят и обратният ход и се предполагат различни режими на работа, които се осъществяват само чрез регулиране на работното налягане на въздуха. Такива са случаите на преводи на плунжерни помпи, мултипликатори за налягания, вибратори, пневматични ударни и други бутални устройства [5, 6, 7, 8].

Последните [5, 6, 7, 8] имат приложение при малки ходове и диаметри на работния цилиндър за сравнително неголеми усилия (вибратори, пневмопистолети и др.).

При [9, 10] се използват устройства с широк диапазон на размерите на цилиндрите и създаваните усилия, но със сложни разпределителни и управляващи устройства.

Целта на настоящото изследване е да се разработи изпълнително устройство според фиг. 1 за широк диапазон на работните размери на цилиндрите и работните усилия при запазване на предимствата на пневматичните преводи.

Поставиха се за решаване задачите:

- да се създаде опростена схема на изпълнително устройство, при което изпълнителната част да съчетае в себе си разпределителни и управляващи функции;

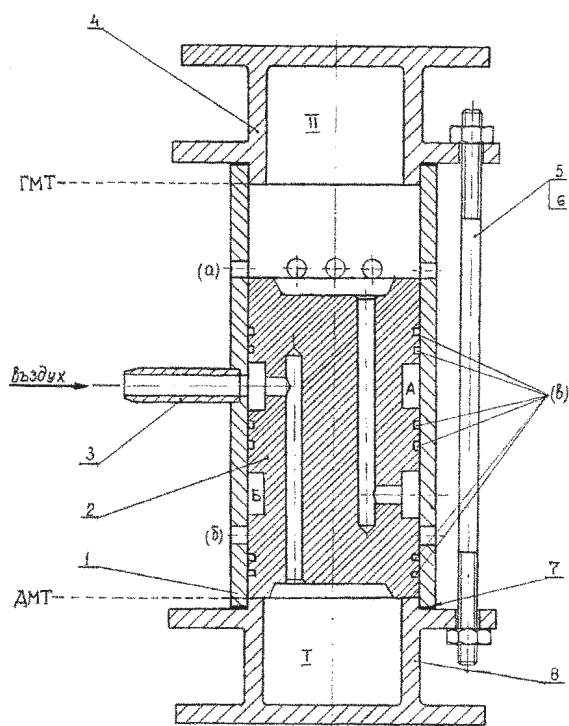
- да се разработи конструктивен вариант и направи действащ модел;

- да се разработят варианти на схеми за задвижвания в различни случаи.

За разработване беше избрана схема на изпълнителното устройство без силов прът (свободно бутален вариант) според фиг. 1в.

Разработената конструкция във вертикален вариант е показана на фиг. 2.

Устройство: Цилиндърът 1 се затваря отгоре и отдолу с капачите 4 и 8, които образуват с буталото 2 надбутално и подбутално пространства включващи буферните обеми I и II. Към цилиндъра 1 на еднакво разстояние от крайно горно положение (горна мъртва точка – ГМТ) и крайно долно положение (долна мъртва точка – ДМТ) е свързан щуцерът 3. На точно определено разстояние над щуцера 3 и под него са разположени радиални отвори (а) и (б). Те свързват, при определени положения, надбуталното и подбуталното пространство с атмосферата. Буталото 2 се разполага в цилиндъра 1 и може да се движи свободно в него от ДМТ до ГМТ и обратно. Необходимата плътност между тях се



**Фиг. 2 Пневматично изпълнително устройство с двустранно действие**

1 - цилиндър работен; 2 - бутало; 3- щуцер; 4 - капак горен; 5 - шпилка; 6 - гайка; 7 - гарнитура; 8- капак долен

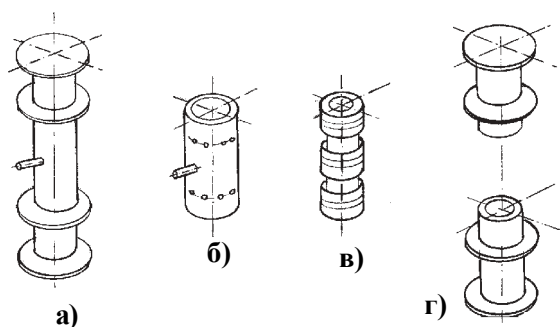
постига чрез точната обработка на допирните повърхнини с подвижна сглобка и за сметка на лабиринтното уплътнение – околоръстни канали (в) с достатъчен брой и подходящи размери за всеки пояс на буталото 2. Освен уплътнителните околоръстни канали (в) върху външната повърхнина на буталото 2 са изработени околоръстни канали А и Б с точно определени разположение, широчина и дълбочина. Околоръстният канал А, чрез радиален отвор, се свързва с вертикален отвор в буталото 2, водещ до подбуталното пространство и буферния обем I. Околоръстният канал Б, чрез радиален отвор, се свързва с вертикален отвор в буталото 2, водещ до надбуталното пространство и буферния обем II. Цилиндърът 1 и капачите 4 и 8 се свързват с шпилките 5 и гайките 6. Уплътняването между цилиндъра 1 и капачите 4 и 8 се осъществява чрез плоски пръстеновидни гарнитури 7. Крайните положения на буталото 2 се определят от конструкцията на капачите 4 и 8. Сметчането на ударите или пълното тяхно избягване се постига чрез подходящо подбиране на буферните пространства I и II.

Действие: При крайно долно положение (ДМТ), показано на фиг. 2 над буталото 2 остават радиалните отвори (а), които свързват надбуталното пространство и буферното простран-

ство II с атмосферата. Въздухът под налягане постъпва по щуцера 3 в околоръстния канал А, разположен в момента на нивото на щуцера и по радиалния и вертикалния отвор се насочва към подбуталното пространство и буферното пространство I. Когато налягането в пространството под буталото 2 стане достатъчно, то започва да се движи нагоре – затваря отворите (а) над себе си и се премества до крайно горно положение (ГМТ). Малко преди ГМТ се откриват отворите (б) в цилиндъра 1 и пространството под буталото 2 се свързва с атмосферата. В същото време околоръстният канал Б на буталото 2 се изравнява с нивото на щуцера 3 и по него постъпва въздух по радиалния и вертикалния канал и се насочва към надбуталното пространство и буферното пространство II, създава налягане, достатъчно за преместване на буталото 2 от ГМТ в ДМТ. След достигане на ДМТ – цикълът се повтаря.

Разработената конструкция е с много просто устройство: Има само един подвижен детайл – буталото 2; Тя съчетава в себе си изпълнителните и заедно с цилиндъра 1 – разпределителни и управляващи функции; Към изпълнителното устройство въздухът под налягане постъпва само в един пункт – щуцера 3; Връзката на подбуталното и надбуталното пространство с атмосферата е директна и хидравличните загуби са минимални.

За проверка на правилността на конкретното решение и неговата работоспособност беше изработен и изпитан действащ модел, чийто общ вид и елементи са показани на фиг.3.



**Фиг.3** Елементи на разработената конструкция на пневматично изпълнително устройство.

а) – общ (външен) вид; б) цилиндър; в) бутало; г) капаци

Основните размери на реализираната конструкция са:

- работен диаметър на цилиндъра (бутало-

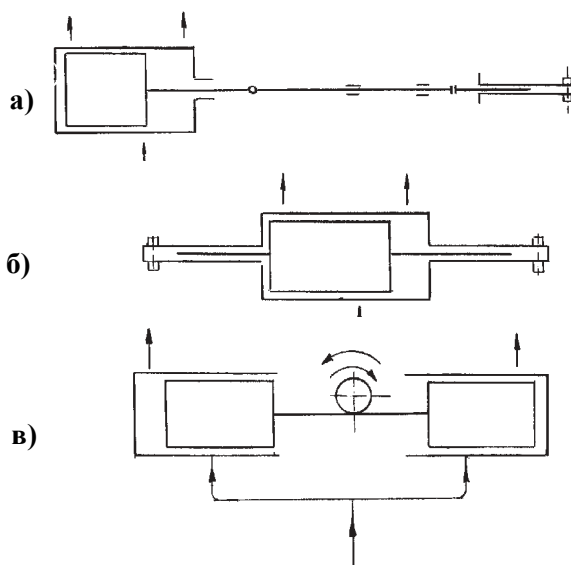
то)  $D = 40 \text{ mm}$ ;

- ход на буталото  $H = 30 \text{ mm}$ .

Изпитанията бяха направени при следните условия:

- работно налягане  $p = 0,5 \text{ MPa}$ ;
- продължителност на изпитание  $t = \text{min}$ ;
- брой цикли при установен режим  $n = \text{бр/ min}$ ;
- средна скорост на движение на буталото  $V = \text{m/s}$ .

Изпитанията показаха, че конструкцията: е реализуема и работоспособна; позволява широки диапазони за работния диаметър и хода на подвижния елемент; може да работи при сравнително ниски работни налягания.



**Фиг.4.** Схеми на възможни приложения

а) за мултипликатор; б) за плунжерна помпа; в) за получаване на въртливо движение

Разработваният модел според фиг.1 в може да се използва като възбудител на трептения (вибратор) в различни случаи: свързани с процесите на обработка на насипни товари; при уплътняване и хомогенизиране на различни смеси и състави; при пръскащи транспортъри и др.

За схемите според фиг.1 а, б са възможни приложения за трансформатори на налягане: мултипликатори (фиг.4а); плунжерни помпи (фиг.4б) и двигатели (фиг.4в).

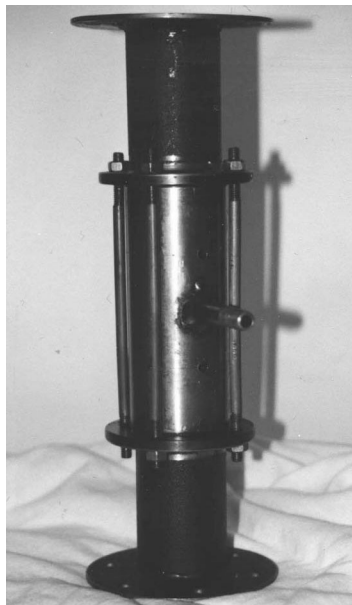
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Действащият модел е изработен фиг.5, оставената цел е постигната и са решени задачите за етапа на изследването.

Очакваните резултати са получени и това дава основание за продължаване на разработ-

ването в най-общ план по следните направления, според [1]:

- съпоставка на схемата на разработваната конструкция с изчислителната схема на типовото устройство с двустранно действие;
- изясняване на приложимостта на системата разчетни уравнения за разработената конструкция;
- изчисляване на подготвителния и заключителния период в работата на двустранното устройство;
- изчисляване на периода на движение на буталото;
- анализ на циклограмата на привода;
- изследване на динамиката на пневмо устройството в различните условия на неговата работа;
- влияние на параметрите на пневматичното устройство с двустранно действие на неговата динамика;
- експериментално изследване на пневматичното устройство с двустранно действие;
- определяне на параметрите на устройството на разработената конструкция с двустранно действие.



фиг.5. Действащ модел на пневматично изпълнително устройство

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Герц Е. В.- Пневматические приводы, Теория и расчет, Издательство “Машиностроение”, Москва, 1969.
- [2] Москаленко В. А. Механизмы, Машгиз, Москва, 1963
- [3] Столбов Л. С., А. Д. Перова, О. В. Ложкин. Основы гидравлики и гидропривод станков, “Машиностроение”, Москва, 1988
- [4] Пневматична машина с ударно действие, Авт. св. СССР, №41347, МПК 4(51), B25 D 17|00.
- [5] Артоболевский И. И. Механизм пневматического молотка с клапанным воздуходелением, Механизмы, т.VII. Гидравлические и пневматические механизмы, “Наука”, Москва, 1981, 3883|395.
- [6] Артоболевский И. И. Механизм пневматического молотка с золотниковым воздуходелением, Механизмы, т.VII. Гидравлические и пневматические механизмы, :Наука”, Москва, 1981, 3884|395.
- [7] Артоболевский И. И. Механизм пневматического молотка с саморегулирующим поршнем, Механизмы, т.VII. Гидравлические и пневматические механизмы, “Наука”, Москва, 1981, 3885|396.
- [8] Севрюгин В. М., И. Л. Черкасова, В. В. Социлов. Справочное пособие по строительным машинам, Ручные машины, “Стройиздат”, Москва, 1982.
- [9] Посолин М. Ф., М. Л. Плотников, А. П. Куршин. Малогабаритный лабораторный гидрорпнево компрессор на давления до 2-3 к бар, Приборы и техника эксперимента, 1975, №1р 206-208.
- [10] Авторски свидетелства СССР, № 584104р 626254р 666307р 1291732 и 1364778.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПОЛУЧАВАНЕ И ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОНУСОВИДНИ ЦИКЛОИДИ В ПРОСТРАНСТВЕНИ ЗЪБНИ ПРЕДАВКИ

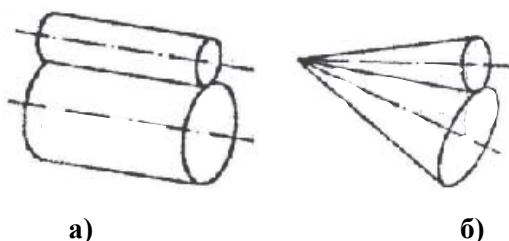
Радостин Долчинков

#### АНОТАЦИЯ

От практиката се знае използването на равнинните циклоиди, като зъбни форми и приложението им в ротори и помпи, хидромотори и планетни механизми с голямо предавателно число. предмет на настоящия доклад е получаването и мястото на приложение на пространствените конусовидни циклоиди.

**Ключови думи:** циклоиди, епициклоида, хипоциклоида, перициклоида, ортоциклоида, еволвента, пространствена конусовидна циклоида, конусовидна еволвента.

Някой равнинни циклоиди намират приложение в предавки с цилиндрични зъбни колела с прави зъби. Ако се представят основните и началните окръжности, като напречни разрези от цилиндри с паралелни оси, се постига прехода към конусовидните циклоиди, където цилиндрите се превръщат в конуси, чийто оси се пресичат в една сборна точка, съответно /т.е./ конусите са представени като неподвижни основни конуси и подвижни начални конуси.



Фиг.1 Начин на представяне на равнинни и конусовидни циклоиди

Съществуват различни видове циклоиди, в зависимост от това по какъв начин конусите влизат в допир:

**Конусовидна епициклоида:** началният ко-

нус се отъркалва върху друг конус. /фиг.2/

**Конусовидна хипоциклоида:** началния конус се отъркалва в друг конус. / фиг.3 /

**Конусовидна перициклоида:** началния конус се отъркалва около друг конус. / фиг.4/

**Конусовидна ортоциклоида:** възниква като особен случай на конусовидната епициклоида, където основният конус се доближава непълно към равнината (конус с ъгъл при върха на основното сечение  $90^0$ ), а началния конус се отъркалва върху тази равнина./фиг.5/

**Конусовидна еволвента:** възниква като следващ особен случай на конусовидната епициклоида, където началния конус се доближава непълно към равнината, която равнина се отъркалва върху основния конус. /фиг.6/

Както при равнинните циклоиди и тук съществува следното разделение:

Ако образуващата точка лежи върху кривата на околната повърхнина на конуса /на пресечната окръжност между конуса и сферата/, възниква заострена конусовидна циклоида.

Ако образуващата точка лежи върху лъч, който излиза от върха на началния конус и лежи вътре в него, то точката на пропускане на този



лъч описва през повърхността на сферата една скосена конусовидна циклоида.

Ако образуващата точка лежи върху лъч, който излиза от върха на началния конус и лежи извън него, то точката на пропускане на този лъч описва през повърхнината на сферата една удължена конусовидна циклоида.

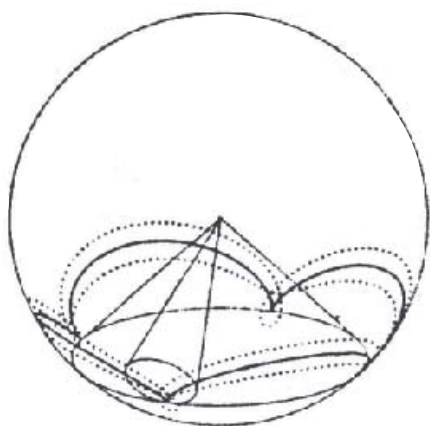
От фиг.2 до фиг.6 са представени съществуващите конусовидни циклоиди в аксонометрична проекция.

Заострените циклоиди са показани с непрекъснатата линия, а скъсените и удължените циклоиди с пунктирани криви.

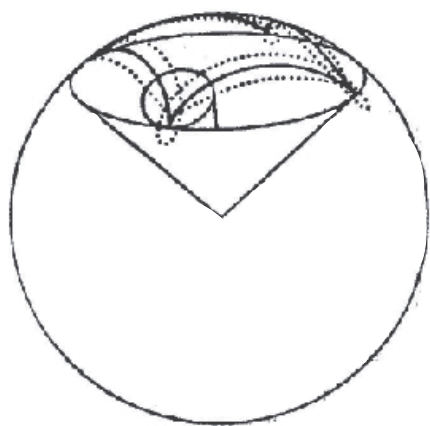
При конусовидните еволвенти разделените между скъсени и удължени криви има смисъл само тогава, когато се определи положението на основния конус, като съответно върхът на конуса трябва да бъде насочен нагоре.

“Скъсени” криви се получават, когато образуващата точка гледана от основния конус навън, лежи отгоре на равнината.

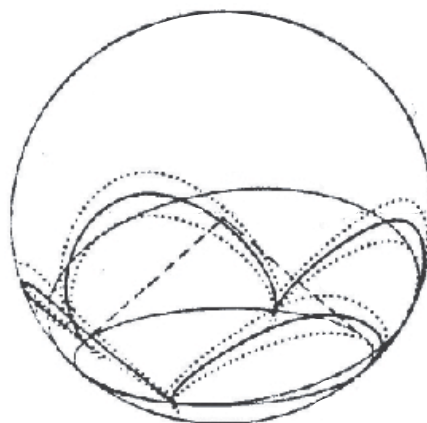
“Удължени” криви се получават, когато образуващата точка лежи под равнината.



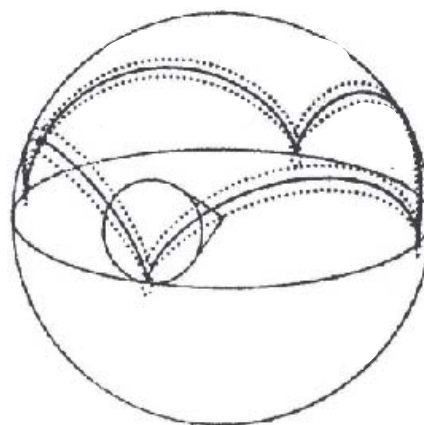
**Фиг.2 Конусовидни епициклоиди / заострени, скъсени, удължени/**



**Фиг.3 Конусовидни хипоциклоиди / заострени, скъсени, удължени/**



**Фиг.4 Конусовидни перициклоиди / заострени, скъсени, удължени/**



**Фиг.5 Конусовидни ортоциклоиди / заострени, скъсени, удължени/**

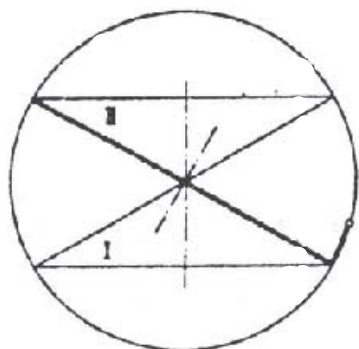


**Фиг.6 Конусовидни еволвенти /заострени, скъсени, удължени/**

Това точно описание е необходимо, защото отъркалването на равнина върху основен конус I е идентично с отъркалването на същата



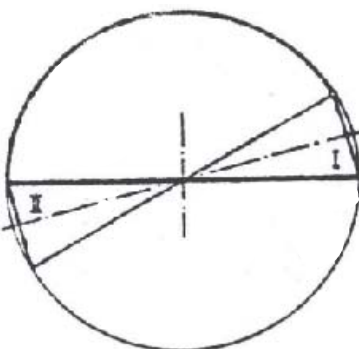
равнина върху основен конус II, който се получава с удължението на правите на околната повърхност на конуса I навън през средата на сферата. /фиг.7/



**Фиг.7 Конус I и II като основен конус при получаване на конусовидна еволвента.**

Точка С, която лежи скъсена по отношение на конус I, се схваща като удължена по отношение на конус II. Това означава, че скъсената конусовидна еволвента по отношение на конус I е идентична с удължената конусовидна еволвента по отношение на конус II. Всъщност удължените и скъсените еволвенти се различават само по различното положение на сферата. /фиг.7/

Съответно също и при конусовидните ортоциклоиди съществува втори конус, който по същия начин описва движението на образувачата точка С върху сферата.



**Фиг.8 Получаване на конусовидна ортоциклоида чрез отгъркалване на конус I и II.**

Този втори конус II също се намира с удължението на правите на околната повърхнина на конус I навън през средата на конуса. Например: заострената конусовидна ортоциклоида, която се описва през т.С на обиколката на конус I, също така може да се схване като удължена ортоциклоида, когато разглеждаме т.С като принадлежаша на конус II. /фиг.8/

Математическото описание на движението на началния конус по основния конус е възможно да се реализира с помощта на матрици. Движението на отгъркалване може да се представи чрез трансформация на координати, като за целта подвижният конус се свързва с координати на система в която е представено положението на образувачата точка.

Математическото извеждане на уравненията на конусовидната циклоида е доста труден и дълъг процес, и не е предмет на настоящия доклад.

От практиката се знае използването на равнинните циклоиди, като зъбни форми и приложението им в ротори и помпи, хидромотори и планетни механизми с голямо предавателно отношение. Приложението на равнинните циклоиди в зъбните предавки намират смисъла в използването на техните еквидалианти.

Същото важи и за пространствените конусовидни циклоиди. Но тук вместо “разширяване на цилиндричните краища” до цилиндър на образувачата точка, се осъществява “разширяване на конуса” при което лъчът се уголемява през образувачата точка до конус с ъгъл при върха на основното сечение.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Охендушко К., Зъбни колела, том I, София, 1974г.
- [2] Крейнес М., М. Розовский, Зубчатые механизмы, Москва, 1972г.
- [3] Андожский В., А. Белянин и др., Зубчатые и червячные передачи, Москва, 1959г.

Неразделна част от учебно-възпитателния процес е научноизследователската дейност, протичаща с активното участие на преподаватели и студенти. Чрез нея бъдещите специалисти обогатяват познанията си, възприемат методологията на научното търсене, придобиват афинитет към новаторство и експерименталност, разширяват професионалната си мотивация.

Научноизследователската работа във ВТУ обхваща разработването на проекти с вътрешно и международно финансиране, участие на академичния състав в научни форуми, издаване на учебници и учебни пособия, разработване на докторски дисертации, монографии, изобретения, патенти, публикации. Научни екипи от ВТУ са разработили и внедрили стендове в поделения на БДЖ-ЕАД. Издава се електронно списание “Механика Транспорт Комуникации” с адрес: <http://mtc-aj.com/>.

Проекти с основно външно финансиране са: “Регионална програма за обучение и преквалификация на транспортни специалисти”, “Компютърна лаборатория в професионалното обучение” (по програма “Леонардо”). Колектив изпълнява работна програма по договор между фондация “Отворено общество” и ВТУ.

Традиционни наши партньори в разработването на съвместни научноизследователски проекти са: ТУ-София, УАСГ, УНСС, ВСУ “Л.Каравелов”. Дългогодишно е сътрудничеството ни с Московския държавен университет по транспорт и комуникации (МИИТ), Петербургския държавен университет (ЛИИЖТ), Жилинския университет.

Направени са и първи стъпки към научно сътрудничество с Белградския технически университет, Техническият университет - Дрезден, Техническият университет - Прага, Техническият факултет на Университета в Битоля - Македония. Техни представители взеха участие в XI Научна конференция с международно участие “ТЕМРТ 2001 - Транспортът на XXI век”, на която над 280 специалисти изнесоха 136 доклада.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

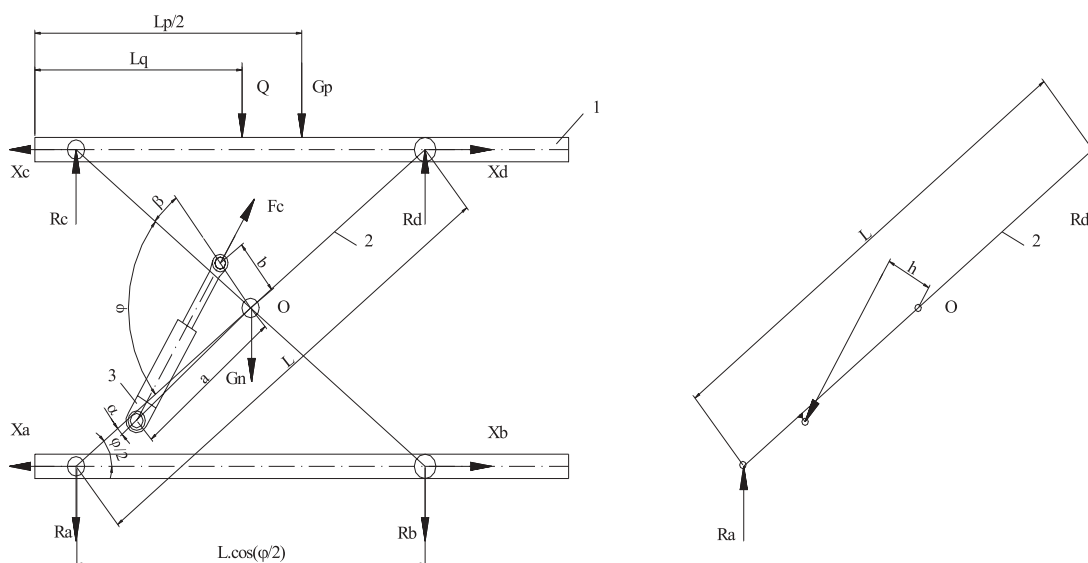
### ЕНЕРГИЙНА ОПТИМИЗАЦИЯ НА НОЖИЧЕН ПОДЕМЕН МЕХАНИЗЪМ

А. Джевелиев, Г. Илиев, С. Минков, Б. Григоров

#### АНОТАЦИЯ

Създаден е математичен модел на ножичен подемен механизъм, чрез който е извършено теоретично изследване и оптимизиране с цел минимизиране на изразходваната енергия, посредством програмния продукт MATLAB. В лабораторията на кат. "ИЛПТСТ" са извършени експериментални измервания върху ножичен механизъм с цел проверка на получените теоретични резултати.

**Ключови думи:** екодизайн, оптимизация, ножичен подемен механизъм, експериментално измерване.



Фиг.1

Ножичният механизъм се използва като подемно устройство в редица подемно-транспортни машини: нивоизравнителни рампи, товаро-

подемни платформи, работни площадки и др.

Товароподемните платформи служат за механизирани на товаро-разтоварните работи на

А. Джевелиев, инж., ТУ-София, кат. "Инженерна логистика и подемно-транспортна и строителна техника"

Г. Илиев, доц. д-р инж., ТУ-София, кат. "Инженерна логистика и подемно-транспортна и строителна техника"

С. Минков, доц. д-р инж., ТУ-София, кат. "Инженерна логистика и подемно-транспортна и строителна техника"

Б. Григоров, доц. д-р инж., ТУ-София, кат. "Инженерна логистика и подемно-транспортна и строителна техника"

Ст.град 1176, България, giliew@tu-sofia.acad.bg

автомобили, вагони и др. Те се използват като изравнителни съоръжения между транспортното средство и рампата или между транспортното средство и терена при безрампово разтоварване[1].

Една от задачите на екодизайна в съвременното машиностроене е минимизиране на производствените и експлоатационните разходи. Това се постига като при конструиране на машините се извършва оптимизация на различни техни параметри с оглед намаляване на: материалоемкост; енергоемкост; цена; намаляване на изразходваната енергия при експлоатация и др.

Целта на настоящата разработка е:

1. Теоретично изследване на ножичен подемен механизъм и оптимизирането му с оглед намаляване на изразходваната енергия.

2. Експериментално изследване на ножичния механизъм и сравняване на измерените данни с теоретично изчислените.

Като опитен образец се използва товароподемна платформа с ножичен подемен механизъм, която се намира в лабораторията на катедра “ИЛПТСТ” на ТУ-София.

## МАТЕМАТИЧНО ОПИСАНИЕ

Схемата на товароподемната платформа е показана на фиг.1, където

1. Платформа;
2. Ножичен механизъм;
3. Хидравлични цилиндри;

На схемата са възприети следните означения:

Q – товароподемност на платформата;

Gp – тегло на платформата;

Gn – тегло на ножицата;

Fc – сила в хидравличния цилиндър;

Ra, Rb, Rc, Rd – опорни реакции;

Xa, Xb, Xc, Xd – съпротивления в ролките – пренебрегваме ги защото се много малки;

φ – ъгъл между раменете на ножицата;

h – рамо на силата Fc.

Приемаме че, силата от теглото на полезния товар Q действа в средата на платформата т.е.

$$Lq = \frac{Lp}{2}$$

при което силата Fc се разпределя еднакво върху двата хидравлични цилиндъра т.е.

$$Fc_1 = Fc_2 = \frac{Fc}{2}$$

От равновесието на платформата 1 определяме опорните реакции:

$$Rd = \frac{Lp(Q + Gp)}{2.L.\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \quad (1)$$

$$Rc = Q + Gp - \frac{Lp(Q + Gp)}{2.L.\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \quad (2)$$

$$Ra = Rc + \frac{Gn}{2} \quad (3)$$

$$Rb = Rd + \frac{Gn}{2} \quad (4)$$

От геометричните зависимости в ножичния механизъм прилагайки косинусова и синусова теорема определяме:

$$h = \frac{a.b.\sin(\alpha + \beta + \varphi)}{\sqrt{a^2 + b^2 - 2.a.b.\cos(\alpha + \beta + \varphi)}} \quad (5)$$

От равновесието на ножичния лост фиг.1 определяме силата в хидравличния цилиндър:

$$Fc = \frac{(Ra + Rd).L.\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)}{2.h} \quad (6)$$

заместваме (1), (3) и (5) в (6) и получаваме

$$Fc = \frac{(2.Q + 2.Gp + Gn).L.\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right).\sqrt{a^2 + b^2 - 2.a.b.\cos(\alpha + \beta + \varphi)}}{4.a.b.\sin(\alpha + \beta + \varphi)} \quad (7)$$

От формула (7) се вижда, че силата в цилиндъра при постоянно налягане зависи от ъгъла φ т.е. при издигане на платформата от h<sub>min</sub> до h<sub>max</sub> силата се променя по закон зависещ от φ.

Разстоянията a, b и ъглите α и β определят точките на окачване на хидравличния цилиндър към ножицата. От формула (7) се вижда също, че за дадено положение на ножицата (φ = const)

като се променят  $a$ ,  $b$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  т.е. точките на окачване на хидравличния цилиндър се изменя и силата  $F_c$ . Следователно оптимизационната задача се формулира по следният начин: Да се намери такова окачване на хидравличните цилиндри ( $a$ ,  $b$ ,  $\alpha$  и  $\beta$ ), че максималната сила  $F_{cmax}$ , която се достига при развъртане на ножичния механизъм от  $\varphi_{min}$  до  $\varphi_{max}$  да стане минимална т.е. решава се задача от тип  $minimax$  [2].

### ОПТИМИЗАЦИОННА ЗАДАЧА

За решаване на тази задача се въвеждат следните променливи [3]:

$$x_1 = a, \quad x_2 = b, \quad x_3 = \alpha, \quad x_4 = \beta$$

Въвежда се допълнителна променлива  $x_5$  с която се означава максималната сила в цилиндъра при различни положения на ножицата от  $\varphi_{min}$  до  $\varphi_{max}$ ;

$$x_5 = F_{c \max}$$

Целевата функция има вида:

$$\min f = x_5$$

Въвеждат се следните ограничения:

1. От условието

$$\sin(x_3 + x_4 + \varphi) > 0$$

се получават следните ограничения:

$$x_3 + x_4 + \varphi_{min} > 0 \quad (8)$$

$$x_3 + x_4 + \varphi_{max} < \pi \quad (9)$$

2. В най-долно положение при  $\varphi = \varphi_{min}$  и в най-горно положение при  $\varphi = \varphi_{max}$  минималната съответно максималната дължини на цилиндъра са:

$$S_{min} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 - 2 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \cos(x_3 + x_4 + \varphi_{min})} \quad (10)$$

$$S_{max} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 - 2 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \cos(x_3 + x_4 + \varphi_{max})} \quad (11)$$

Допълнителните ограничения са:

$$F_c = (x_1, x_2, x_3, x_4, \varphi = \varphi_{min} + i \cdot d\varphi - d\varphi) < x_5 \quad (12)$$

където  $i = 1, 101$  – брой на допълнителните ограничения;

$$d\varphi = \frac{\varphi_{max} - \varphi_{min}}{101} \text{ - стъпка на изменение на}$$

ъгъл  $\varphi$ .

Използвайки горните зависимости е съставен алгоритъм за оптимизация, който е решен посредством програмния продукт MATLAB[4].

Изчислените опитни стойности за параметрите ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ), както и съответстващите им стойности ( $a, b, \alpha$  и  $\beta$ ) на съществуващата платформа са показани в табл.1.

Таблица 1

$x_1$ (m)	$x_2$ (m)	$x_3$ (deg)	$x_4$ (deg)
0.914	0.293	7.59°	21.6°
$a$ (m)	$b$ (m)	$\alpha$ (deg)	$\beta$ (deg)
0.9605	0.2816	1.78°	16.5°

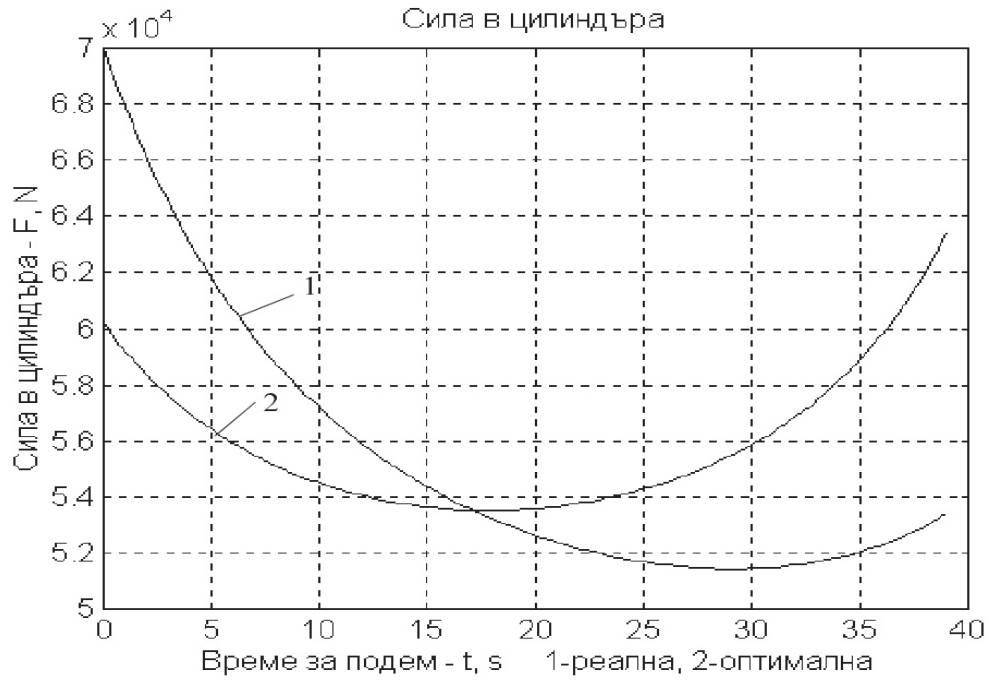
На фиг.2. е показана графика на изменение на силата в един хидравличен цилиндър при издигане на платформата в зависимост от времето за подеи при максимален полезен товар  $Q=20$  kN. Тя е построена като е определена зависимостта на ъгъл  $\varphi$  от времето  $t$ ,  $\varphi = \varphi(t)$  и е заместена във формула (7).

Графика 1 показва изменението на реалната сила в хидравличния цилиндър т.е. преди оптимизиране, а графика 2 оптималната. Вижда се максимума на силата преди оптимизиране се получава при долно положение на платформата  $\varphi = \varphi_{min}$ , а след оптимизиране при  $\varphi = \varphi_{max}$  но като цяло оптималната максимална сила е по-малка от реалната. Със тази оптимална сила е изчислен диаметър на хидравличния цилиндър  $d=71$  mm който е значително по-малък от реалния диаметър 90 mm.

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗМЕРВАНИЯ

В лабораторията на катедра “Инженерна логистика и подеи-транспортна и строителна техника” са проведени експериментални измервания върху ножичен подеи механизъм и са измерени следните величини:

- Честота на въртене на електродвигателя на помпата;
- Налягането в хидравличните цилиндри;
- Ъгъл на завъртане на ножицата  $\varphi$ ;
- Напрежение в металната конструкция на



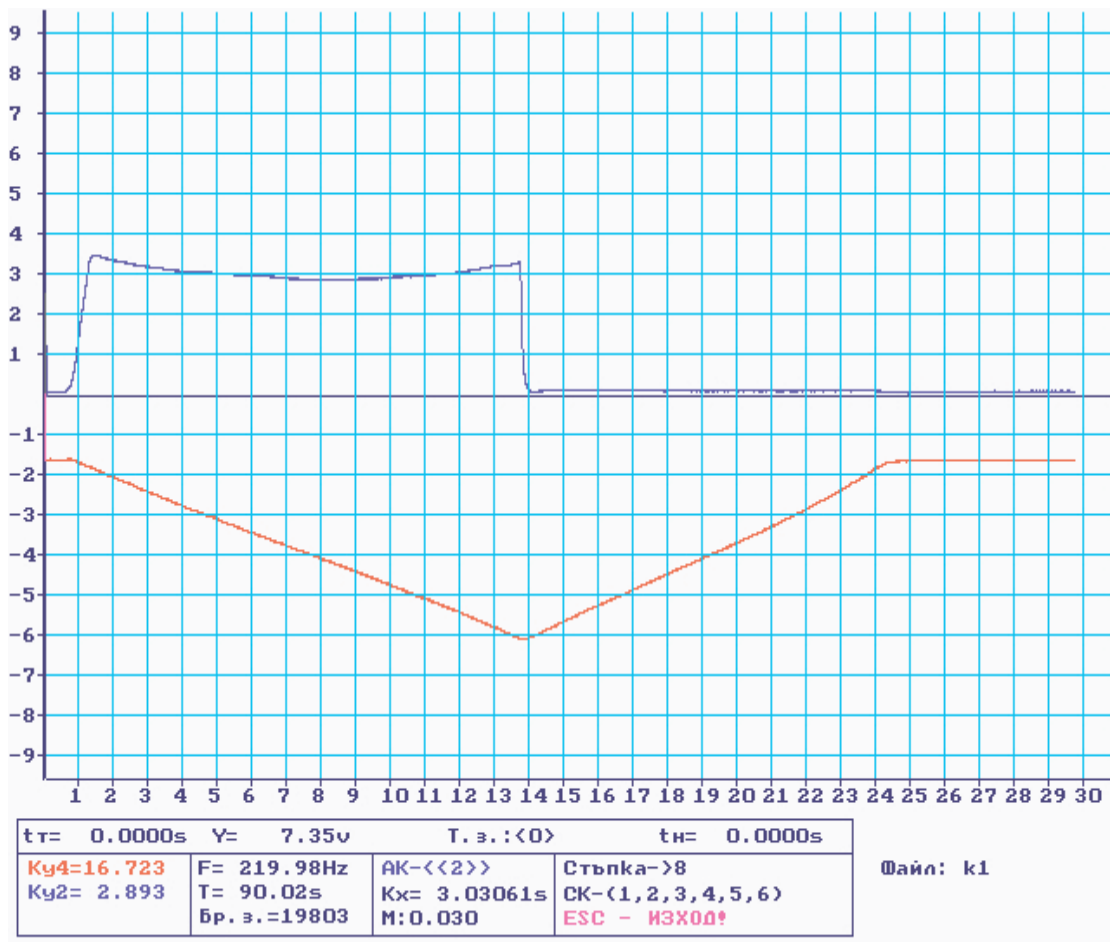
Фиг.2

ножичния подемен механизъм;

- Ускорение на подемната платформа;

Измерванията са извършени чрез компютър-

на система за регистриране на експериментални данни на базата на аналогово-цифров преобразувател и специален софтуер за запис, об-



Фиг.3

работка и графичен анализ.

На фиг.3 се вижда изменението на налягането в хидравличния цилиндър в зависимост от времето за един цикъл на ножичния механизъм; издигане и спускане, а на долната изменението на ъгъл  $\varphi$ . Експерименталните данни са въведени и обработени с помоща на MATLAB, като са построени графиките на  $F_c$  и ъгъл  $\varphi$  за фазата на издигане на платформата.

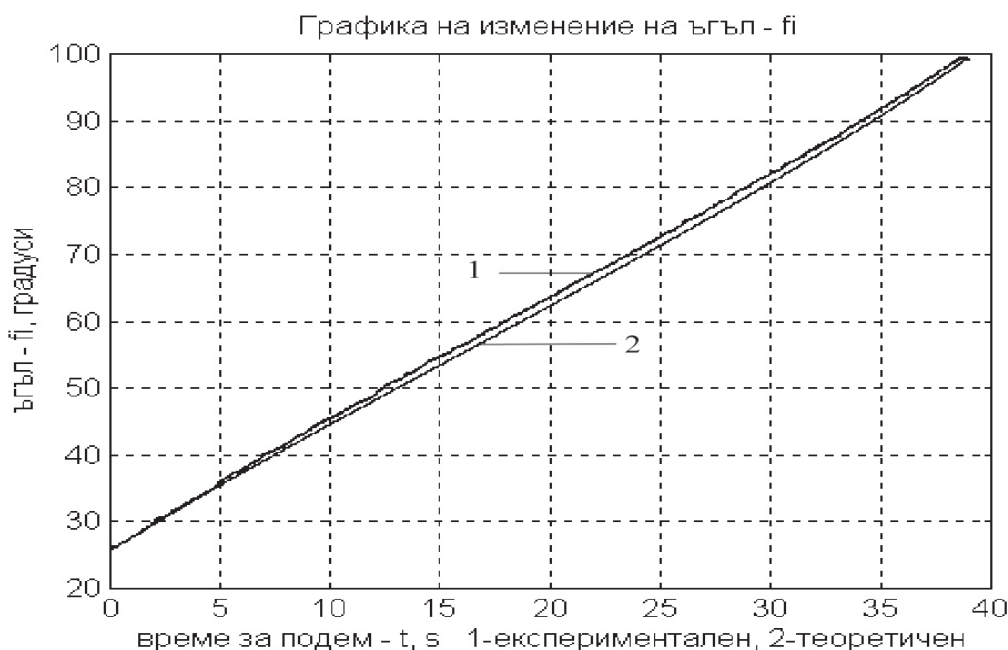
На фиг.4 е показана графиката на изменение на ъгъл  $\varphi$  във времето  $\varphi = \varphi(t)$ . Крива 1 пред-

ставява експерименталната графика при издигане на ножичния механизъм, а крива 2 теоретично изчислената. Вижда се, че характера на изменениена двете графики е почти еднакъв.

На фиг.5 е показана експериментална графика на изменение на налягането в хидравличния цилиндър в зависимост от времето при издигане на платформата.

$$p = \frac{F_c}{A} = \frac{4.F_c}{\pi.d^2} \text{ и } \frac{4}{\pi.d^2} = const ,$$

където  $d$ -диаметър на хидравличния цилиндър



Фиг.4



Фиг.5



следва, че графиките на изменение на силата  $F_c$  и налягането  $p$  ще имат един и същи характер.

Действително като се сравнят експерименталната графика на налягането в хидравличния цилиндър (фиг.5) и теоретичната графика на силата в цилиндъра (фиг.2) се вижда, че те имат еднакъв характер на изменение. А това показва, че създадения теоретичен модел описва достатъчно точно ножичния механизъм.

## ИЗВОДИ:

1. Създаден е математичен модел на ножичен подемен механизъм чрез който е извършена оптимизация на някои негови параметри. Вижда се, че могат да се използват хидравлични цилиндри с по-малък диаметър при максимално натоварване и това води до поевтиняване и олекотяване на конструкцията. Ако се използват старите хидравлични цилиндри се постига намаляване на налягането в хидравличната система а оттам намаляване на размерите на хидравличната помпа, намаляване на консумираната мощност. И в двата случая се постига икономически и екологичен ефект, което представлява и основна задача на екодизайна.

2. Проведени са експериментални измервания върху съществуваща конструкция на ножичен подемен механизъм. Сравняването на резул-

татите от експеримента с теоретично изчислените показва, че създадения модел достатъчно точно описва съществуващия меха-

низъм и може да се използва за оптимизиране на подобни конструкции.

3. Създадения математичен модел ще бъде използван при създаване на методика за екодизайна. Чрез нея посредством MATLAB при зададени  $Q$ , минимална –  $H_{min}$  и максимална –  $H_{max}$  височини на вдигане ще се извършва проектиране на основните конструктивни размери на подобни ножични механизми, оптимизиране на техните основни параметри, избор на хидравлично задвижване с оглед да се постигне минимизиране на разходите за материали, енергия и др.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Дивизиев В., Коларов И., Проданов М., Караиванов П. Подемно-транспортни машини и процеси. С. Техника. 1993.

[2] Стоянов С. Оптимизация на технологични процеси. С. Техника. 1993.

[3] Илиев Г., Панов В. Компютърно моделиране и подемно-транспортна и строителна техника. С. ТУ-София. 1995.

[4] Бранански К., Младенов В., Вълчев Д. Решаване на задачи по електротехника с MATLAB. С. ТУ-София. 2000.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МЕТОД НА ПОСЛЕДОВАТЕЛНОТО МОДЕЛИРАНЕ ЗА МЕХАНИЧНИ СИСТЕМИ С ПЕРИОДИЧНА СТРУКТУРА

Петър Колев, Валентин Недев

#### АНОТАЦИЯ

Предложен е метод за съставяне уравненията на движение на механична система с периодична структура. Системата се разглежда като редица от парциални системи, включващи ограничен брой базови модели за които последователно се записват уравненията на движение. Уравненията на движение на системата се получават като обединение на тези за базовите модели. Методът е ефективен при динамичния анализ на континуално – дискретни системи поради факта на разлагане на основния сложен динамичен модел на по-прости модели с известно динамично поведение.

**Ключови думи:** моделиране, динамика, континуални системи, дискретни системи.

#### УВОД

Динамичните модели на множество технически обекти се свеждат до поредица от последователно еластично или кораво свързани маси. В случаите когато системите могат да се разделят на еднотипни последователно свързани парциални системи казваме, че системата е верижна с периодична структура. Някои математически затруднения при моделирането и анализа на континуално – дискретни системи от горния тип могат да бъдат преодолені, ако същите се разчленят на по – прости парциални системи. За всяка двумасова парциална система се съставят два базови модела:

Първият базов модел (**BM1**) моделира движението на втората маса в релативното пространство на първата. Математическият модел в този случай е неавтономна система, а за едномерни системи – неавтономно уравнение.

Вторият базов модел (**BM2**) моделира движението на парциалната система в абсолютно пространство.

Горната идея стои в основата на предлагания метод, който за по голяма яснота ще илюс-

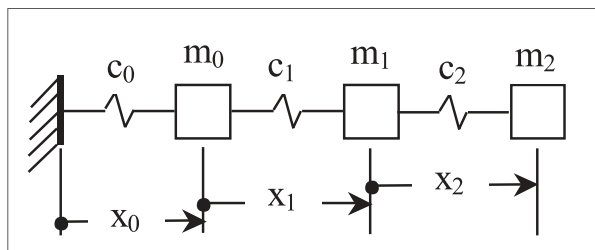
трираме върху дискретна верижна система с периодична структура.

Разгледани са случаите на: свободни трептения на система без и с нулев корен на характеристичното уравнение; наличие на корава връзка в системата, както и на смущения приложени върху елементи от системата.

#### ПОСЛЕДОВАТЕЛНО МОДЕЛИРАНЕ НА МЕХАНИЧНИ СИСТЕМИ С ПЕРИОДИЧНА СТРУКТУРА.

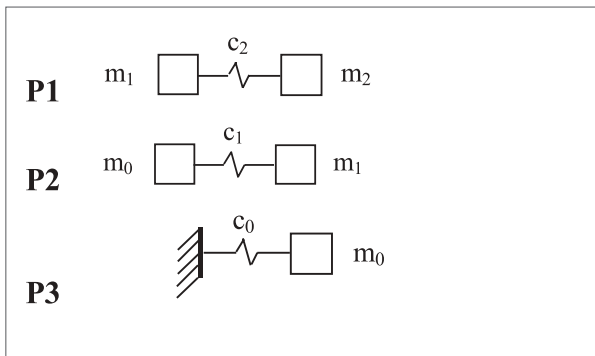
##### *А) Свободни трептения на вибросистема.*

Верижната механична система с периодична структура (фиг.1) се състои от парциалните



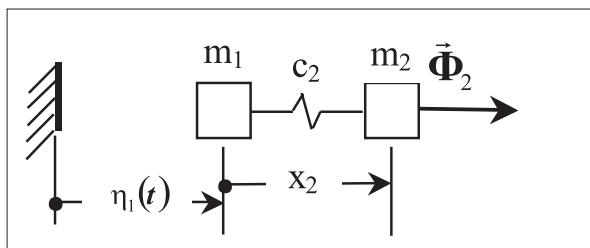
Фиг. 1.

системи **P1**, **P2** и **P3** (фиг.2) където  $m_i, c_i, l_i$  и  $x_i$  ( $i=0,1,2$ ) са съответно маси, еластични констан-



Фиг. 2.

ти, дължини в ненапрегнато състояние на еластичните връзки и обобщени координати на телата от веригата.



Фиг. 3.

За всяка от парциалните системи се съставят уравненията на движение за съответните базови модели (**BM1**, **BM2**).

**Парциална система P1:**

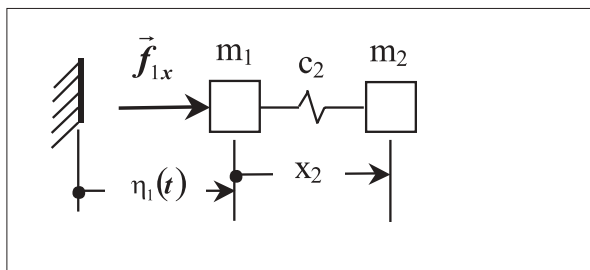
Базов модел **BM1** (фиг.3). Уравнението на движение е:

$$m_2 \ddot{x}_2 = -c_2(x_2 - l_2) + \Phi_2 \quad (1)$$

където:  $\eta_1(t) = x_0 + x_1$  е зададена функция,

а  $\Phi_2 = -m_2 \ddot{\eta}_1$ .

Базов модел **BM2** (фиг.4). Кинетичната и потенциална енергия са съответно:



Фиг. 4.

$$T = \frac{1}{2} [m_1 \dot{\eta}_1^2 + m_2 (\dot{\eta}_1 + \dot{x}_2)^2] \quad (2)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} c_2 (x_2 - l_2)^2 \quad (3)$$

Като използваме уравненията на Лагранж от втори род [1,2] без затруднения получаваме уравненията на движение:

$$m_1 \ddot{\eta}_1 + m_2 (\ddot{\eta}_1 + \ddot{x}_2) = f_{1x} \quad (4)$$

$$m_2 (\ddot{\eta}_1 + \ddot{x}_2) = -c_2 (x_2 - l_2) \quad (5)$$

където:  $f_{1x}$  е неизвестна външна сила за тази парциална система и вътрешна сила за следващата такава. Тя поражда зададеното движение

$\eta_1(t)$  в базовия модел **BM1**. Уравненията (1) и (5) са идентични. Функцията  $\eta_1(t)$  удовлетворява уравнението за динамична еквивалентност

$$m_{1,red} \ddot{\eta}_1 = f_{1,red} \quad (6)$$

където:  $m_{1,red} = m_1 + \tilde{m}_1$  и  $f_{1,red} = f_{1x} + \tilde{f}_{1x}$ .

Допълнителните маса  $\tilde{m}_1$  и силово въздействие  $\tilde{f}_{1x}$  се определят след заместване на равенството (5) в равенството (4) и след сравняване с (6) се стига до равенствата:

$$\tilde{m}_1 = 0, \quad \tilde{f}_{1x} = c_2 (x_2 - l_2) \quad (7)$$

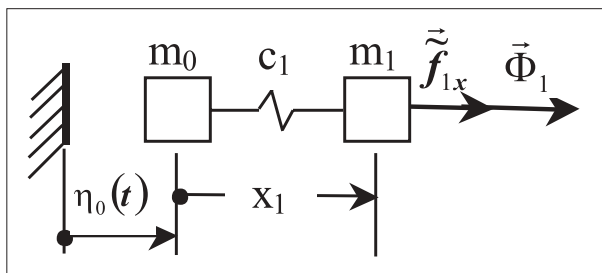
**Парциална система P2:**

Базов модел **BM1** (фиг.5). Уравнението на движение е:

$$m_1 \ddot{x}_1 = -c_1 (x_1 - l_1) + \tilde{f}_{1x} + \Phi_1 \quad (8)$$

където  $\eta_0(t) = x_0$  е зададена функция, а

$$\Phi_1 = -m_1 \ddot{\eta}_0$$



Фиг. 5.

Базов модел **BM2** (фиг.6). Кинетичната и потенциална енергия са съответно:

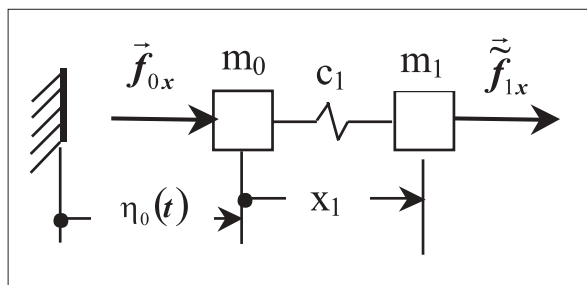
$$T = \frac{1}{2} [m_1 \dot{\eta}_0^2 + m_2 (\dot{\eta}_0 + \dot{x}_1)^2] \quad (9)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} c_1 (x_1 - \ell_1)^2 \quad (10)$$

Уравнения на движение:

$$m_0 \ddot{\eta}_0 + m_1 (\ddot{\eta}_0 + \ddot{x}_1) = f_{0x} + \tilde{f}_{1x} \quad (11)$$

$$m_1 (\ddot{\eta}_0 + \ddot{x}_1) = -c_1 (x_1 - \ell_1) + \tilde{f}_{1x} \quad (12)$$



Фиг. 6.

Уравненията (8) и (12) са идентични, а функцията  $\eta_0(t)$  удовлетворява уравнението за динамична еквивалентност:

$$(m_0 + \tilde{m}_0) \ddot{\eta}_0 = f_{0x} + \tilde{f}_{0x} \quad (13)$$

от където следват равенствата:

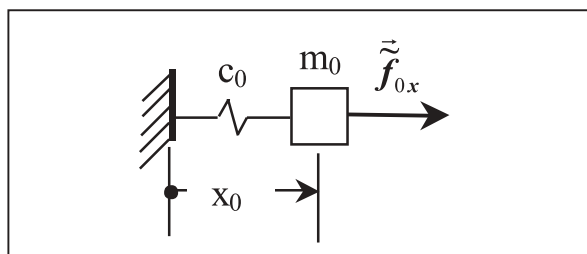
$$\tilde{m}_0 = 0 \quad (14)$$

$$\tilde{f}_{0x} = c_1 (x_1 - \ell_1) \quad (15)$$

### Парциална система P3:

Базов модел ВМ1(фиг.7). Уравнението на движение е:

$$m_0 \ddot{x}_0 = -c_0 (x_0 - \ell_0) + \tilde{f}_{0x} \quad (16)$$



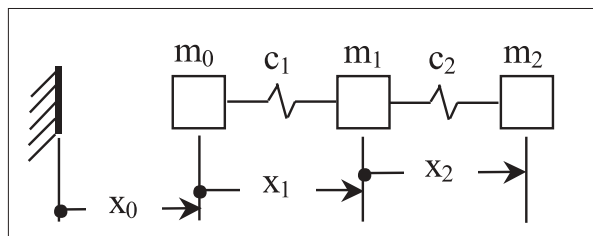
Фиг. 7.

Окончателно като се имат предвид (1), (8) и (16) уравненията на движение на разглежданата система се записват във вида:

$$\begin{aligned} m_0 \ddot{x}_0 &= -c_0 (x_0 - \ell_0) + c_1 (x_1 - \ell_1) \\ m_1 \ddot{x}_1 &= -c_1 (x_1 - \ell_1) + c_2 (x_2 - \ell_2) - m_1 \ddot{x}_0 \\ m_2 \ddot{x}_2 &= -c_2 (x_2 - \ell_2) - m_2 (\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1) \end{aligned} \quad (17)$$

### Б) Свободни трептения на механична система с нулев корен на характеристичното уравнение.

Многомасовата система (фиг. 8) с периодична структура и с нулев корен на характеристичното уравнение се състои от две парциални сис-



Фиг. 8.

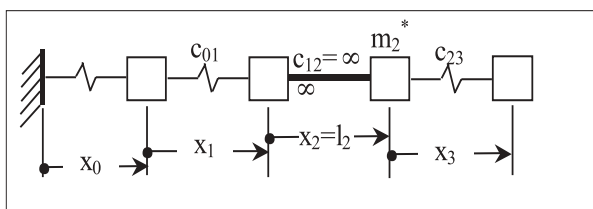
теми P1 и P2 (фиг.2). Анализът е идентичен с изложения по – горе, като отсъствието на парциалната система P3 рефлектира в равенството

$f_{0x} = 0$ . Тук математическият модел се получава от уравненията (1), (8) и (16) и приема вида:

$$\begin{aligned} m_0 \ddot{x}_0 &= c_1 (x_1 - \ell_1) \\ m_1 \ddot{x}_1 &= -c_1 (x_1 - \ell_1) + c_2 (x_2 - \ell_2) - m_1 \ddot{x}_0 \\ m_2 \ddot{x}_2 &= -c_2 (x_2 - \ell_2) - m_2 (\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1) \end{aligned} \quad (18)$$

### В) Моделиране на система с “корава връзка” в структурата.

Моделирането на такава система може да се извърши по два начина.



Фиг. 9.

1. Да се сведе към разгледания по - горе случай (фиг.9) чрез субституциите:

$$\begin{aligned} c_{12} = \infty &\Rightarrow x_2 = \ell_2 = \text{const.} \\ m_0 &= m_0^*, \quad m_1 = m_1^* + m_2^*, \quad m_2 = m_3^* \\ c_1 &= c_{01}, \quad c_3 = c_{23} \end{aligned} \quad (19)$$

като в резултат уравненията на движение приемат вида:

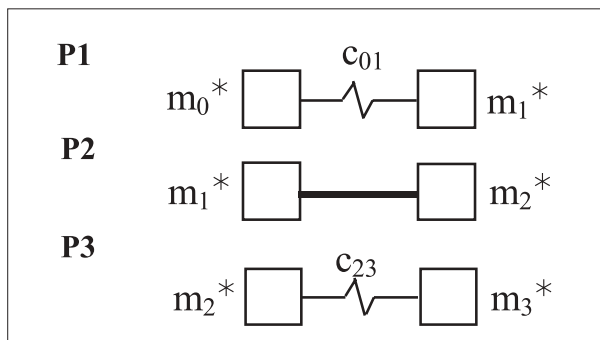
а) уравнения (18) при  $c_0 = 0$ .

б) уравнения (17) при  $c_0 \neq 0$ .

По този бърз начин се моделират системи с корави, но неподвижни връзки. Когато връзка-

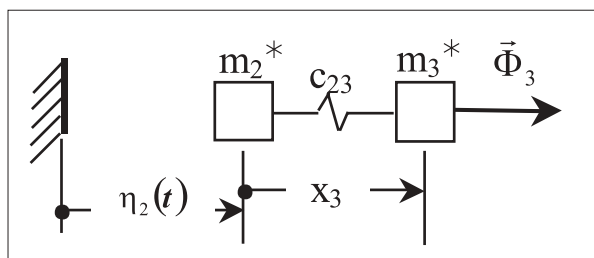
та между две маси от системата е нееластична, но подвижна се прилага следния начин:

2. За случая  $c_0 = 0$  прилагането на изложениия по - горе подход води до разглеждането на базови модели за парциалните системи от фиг.10.



Фиг. 10.

Тук базовият модел **BM1** за първата парциална система **P1** е изобразен на фиг.11.



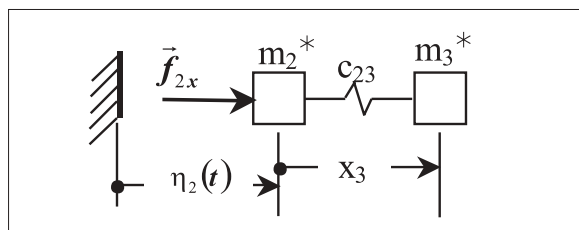
Фиг. 11.

Уравнението за движение има вида:

$$m_3^* \ddot{x}_3 = -c_{23}(x_3 - l_3) + \Phi_3 \quad (20)$$

където  $\Phi_3 = -m_3^* \ddot{\eta}_2$ .

Базовият модел **BM2** за същата парциална система е представен на фиг. 12.



Фиг. 12.

Уравненията на движение са:

$$m_2^* \ddot{\eta}_2 + m_3^* (\ddot{\eta}_2 + \ddot{x}_3) = f_{2,x} \quad (21)$$

$$m_3^* (\ddot{\eta}_2 + \ddot{x}_3) = -c_{23}(x_3 - l_3) \quad (22)$$

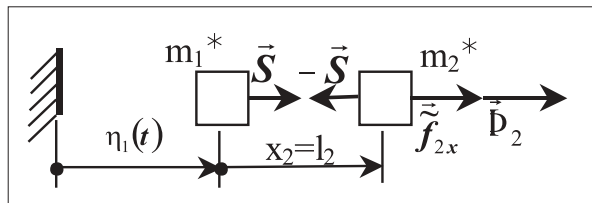
където:  $\eta_2 = x_0 + x_1 + l_2$ .

От условието за динамична еквивалентност

следва:

$$\tilde{m}_2 = 0 \quad \text{и} \quad \tilde{f}_{2,x} = c_{23}(x_3 - l_3) \quad (23)$$

За втората парциална система **P2** базовият модел **BM1** (фиг.13) води до уравнението на



Фиг. 13.

движение

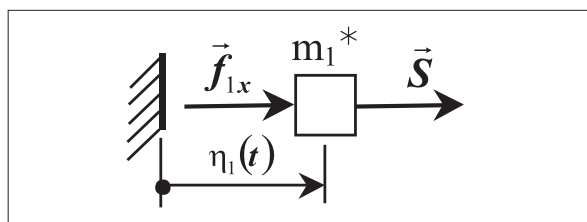
$$m_2^* \ddot{x}_2 = -S + \tilde{f}_{2,x} + \Phi_2 = 0 \quad (24)$$

от където следва равенството

$$S = \tilde{f}_{2,x} + \Phi_2 \quad (25)$$

а  $\Phi_2 = -m_2^* \ddot{\eta}_1$ .

Базовият модел **BM2** за тази парциална система е представен на фиг. 14, а уравненията на



Фиг. 14.

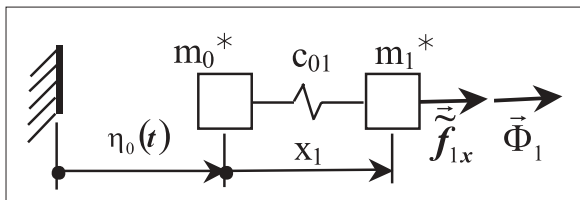
движение са:

$$m_1^* \ddot{\eta}_1 = f_{1,x} + \tilde{f}_{2,x} + \Phi_2 \quad (26)$$

където:

$$\eta_1 = x_0 + x_1 \quad \text{и} \quad \tilde{f}_{1,x} = \tilde{f}_{2,x} - m_2^* (\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1)$$

За третата парциална система **P3** базовият модел **BM1** (фиг.15) води до уравнението на



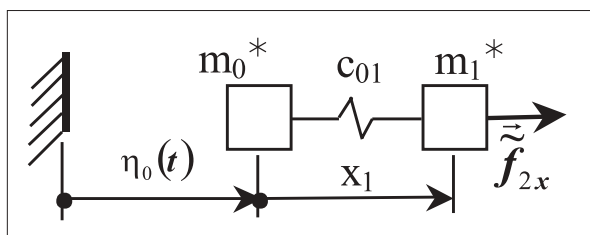
Фиг. 15.

движение

$$m_1^* \ddot{x}_1 = -c_{01}(x_1 + l_1) + \tilde{f}_{1,x} + \Phi_1 \quad (27)$$

където  $\Phi_1 = -m_1^* \ddot{\eta}_0$ .

Базовият модел **BM2** е представен на фиг. 16, а уравненията на движение са:



Фиг. 16.

$$m_0^* \ddot{\eta}_0 + m_1^* (\ddot{\eta}_0 + \ddot{x}_1) = \tilde{f}_{2,x} \quad (28)$$

$$m_1^* (\ddot{\eta}_0 + \ddot{x}_1) = -c_{01} (x_1 - \ell_1) + \tilde{f}_{2,x} \quad (29)$$

От условието за динамична еквивалентност следва:

$$m_0^* \ddot{x}_0 = c_{01} (x_1 - \ell_1) \quad (30)$$

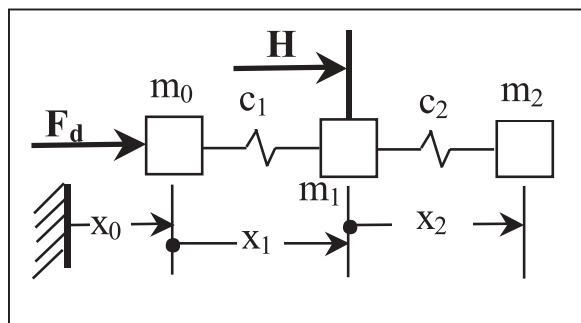
Окончателно математическият модел включва равенствата (20), (27), (30) и може да се запише във вида:

$$\begin{aligned} m_0^* \ddot{x}_0 &= c_{01} (x_1 - \ell_1) \\ (m_0^* + m_1^*) (\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1) &= -c_{01} (x_1 - \ell_1) + c_{23} (x_3 - \ell_3) \\ m_3^* (\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1 + \ddot{x}_3) &= -c_{23} (x_3 - \ell_3) \end{aligned} \quad (31)$$

Като се имат предвид субституциите (19), еквивалентността на (31) и (18) е очевидна.

### Г) Смутено движение на система с периодична структура

Ще илюстрираме предложения подход и при съставяне на уравненията на движение на системата (фиг.17) в случая когато върху някоя от масите са приложени външни смущаващи сили.



Фиг. 17.

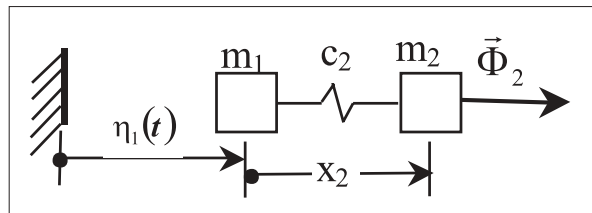
Нека върху масата  $m_0$  е приложена двигателната сила  $F_d$ , а върху масата  $m_1$  - хармонична смущаваща сила

$$H = A \sin(pt) \quad (32)$$

Тук базовите модели на парциалните системи приемат следния вид:

### Парциална система P1:

Базов модел **BM1** (фиг.18). Уравнение на движение (1)



Фиг. 18.

$$m_2 \ddot{x}_2 = -c_2 (x_2 - \ell_2) + \Phi_2 \quad (33)$$

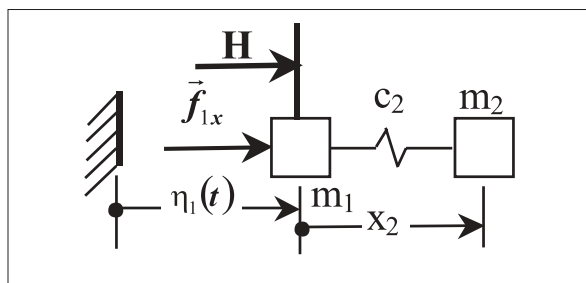
Където  $\eta_1(t) = x_0 + x_1$  е зададена функция, а  $\Phi_2 = -m_2 \ddot{\eta}_1$ .

Базов модел **BM2** (фиг.19). Уравнения на движение:

$$m_1 \ddot{\eta}_1 + m_2 (\ddot{\eta}_1 + \ddot{x}_2) = f_{1,x} + H \quad (34)$$

$$m_2 (\ddot{\eta}_1 + \ddot{x}_2) = -c_2 (x_2 - \ell_2) \quad (35)$$

където  $\eta_1(t)$  удовлетворява уравнението за



Фиг. 19.

динамична еквивалентност:

$$m_{1,red} \ddot{\eta}_1 = f_{1,x} + \tilde{f}_{1,x} + H \quad (36)$$

Следователно:  $\tilde{m}_1 = 0$  и  $\tilde{f}_{1,x} = c_2 (x_2 - \ell_2)$ .

### Парциална система P2:

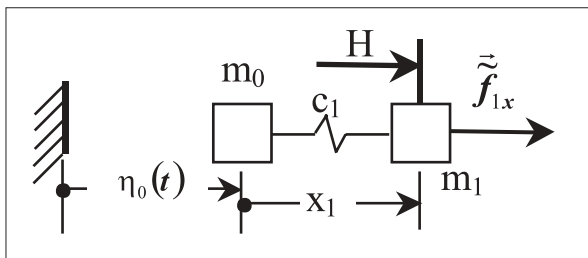
Базов модел **BM1** (фиг.20). Уравнението на движение е:

$$m_1 \ddot{x}_1 = -c_1 (x_1 - \ell_1) + \tilde{f}_{1,x} + \Phi_1 + H \quad (37)$$

където  $\eta_0(t) = x_0$  е зададена функция, а

$$\Phi_1 = -m_1 \ddot{\eta}_0$$

Базов модел **BM2** (фиг.21). Уравнения на



Фиг. 20.

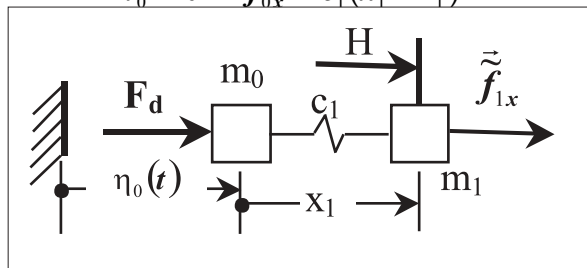
движение:

$$m_0 \ddot{\eta}_0 + m_1 (\ddot{\eta}_0 + \ddot{x}_1) = F_d + \tilde{f}_{1x} + H \quad (38)$$

$$m_1 (\ddot{\eta}_0 + \ddot{x}_1) = -c_1 (x_1 - \ell_1) + \tilde{f}_{1x} + H \quad (39)$$

От условието за динамична еквивалентност

следва:  $\tilde{m}_0 = 0$  и  $\tilde{f}_{0x} = c_1 (x_1 - \ell_1)$ .



Фиг. 21.

Следователно:

$$m_1 \ddot{\eta}_0 = F_d + c_1 (x_1 - \ell_1) \quad (40)$$

Окончателно като се имат предвид (33), (37) и (40) уравненията на движение на разглежда-

ната система се записват във вида:

$$\begin{aligned} m_0 \ddot{x}_0 &= c_1 (x_1 - \ell_1) + F_d \\ m_1 \ddot{x}_1 &= -c_1 (x_1 - \ell_1) + c_2 (x_2 - \ell_2) - m_1 \ddot{x}_0 + H \\ m_2 \ddot{x}_2 &= -c_2 (x_2 - \ell_2) - m_2 (\ddot{x}_0 + \ddot{x}_1) \end{aligned} \quad (41)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение ще отбележим, че изложеният подход за съставяне на уравненията на движение е приложен при изледването, както на линейни премествания, така и на ъглови премествания (завъртания), като се отчитат съответните инерционни и кинематични характеристики на системите. Приложението му е най-ефективно при сложни многоелементни системи с последователна периодична структура, поради възможността да се работи с краен набор от базови елементи, чиято динамика и предварително изучена. Тази страна на метода е благоприятна при изграждането на алгоритми за автоматизирано съставяне на уравненията на движение за разглежданите конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Долапчиев Бл., Аналитична механика, Наука и изкуство, София, 1966.
- [2] Писарев А., Ц. Парасков, С. Бъчваров, Курс по теоретична механика II част, Техника, София, 1988.





„ТРАНСПОРТ 2002“

**A MATHEMATICAL TEMPERATURE MODEL FOR CONTACT ZONE OF A CYLINDRICAL KINEMATIC COUPLE IN CASE OF DRY FRICTION**

**Alexander Dimitrov**

**Resume**

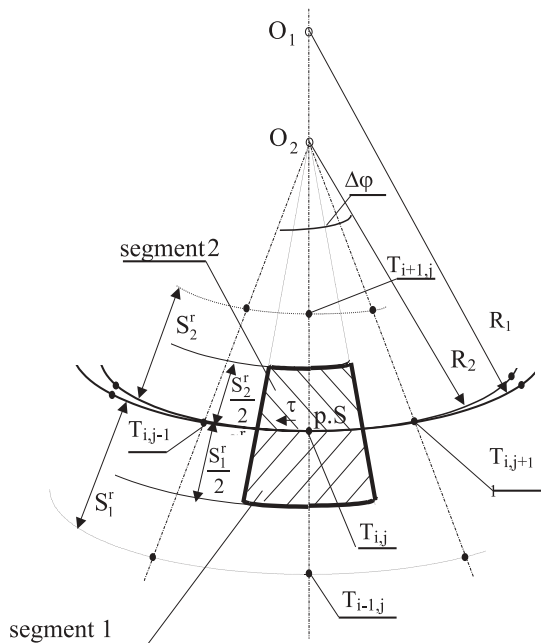
*The treat of this article is the heat transfer in the contact zone between the elements of the kinematics couple in conditions of dry friction. A temperature model of the kinematics couple is shown. This model is used for the reading of the value of the tangential stress on the wall surface of the couple's elements.*

**Key words:** Heat transfer, Temperature distribution, Contact zone of a cylindrical kinematics couple, Dry friction.

A numerical analogue of Furrier's differential equation for the heat transfer of the "internal" points of the area examined and including the components of a cylindrical kinematics couple, working in case of dry friction was obtained in the first part of the present paper[1]. However, the points of the contact zone where heat energy is generated are undoubtedly more interesting to explain the process of heat exchange.

The heat state of a couple of segments belonging to the shaft (**Segment1**) and to the bush (**Segment2**) respectively, which are situated in a full contact position has been examined (**Fig.1**).

As the heat-carrying process is with an obviously expressed non-stationary character, especially in the starting period when the angular speed of the shaft  $\omega_{sh}$  receives a number of increasing values within the interval  $0 \leq \omega_{sh} \leq \omega_{stat}$  it is assumed that the initial temperatures of all points of the contact zone have one and the same value equal to the environmental temperature (i.e.  $T_{i,jj} = T_c = 293K$ ).



**Fig.1**

The shaft motion is accompanied with friction of the segments in the contact zone .Moreover, the heat emitted will be equal to the friction force work.

The specific heat flow of the friction segments  $q_T$  distributed among them is equal to

$$q_T = q_T^{sh} + q_T^{bush} = \tau_{w_j} \cdot R_2 \cdot \omega_{sh} \quad (1)$$

Where: -  $\tau_{w_j}$  - is the value of the tangential stress on the wall surface of the  $j$  -th segment along the shaft periphery [ $N/m^2$ ];

$\omega_{sh} = 2\pi \cdot n_{sh} / 3600$  [ $s^{-1}$ ] - the shaft angular speed;

$n_{sh}$  - the number of the shaft revolutions [ $tr/s$ ];

$R_2$  - the shaft radius [ $m$ ]

The geometry of the two segments is defined by the geometry of the area discrimination performed according to a polar scheme [1] and is characterised by the condition of the equality of

the contact surfaces and the geometrical coincidence of the bush and shaft discrete points.

The mathematical model of the temperature changes at the discrete point  $S$  is obtained by using the method of balancing the heat flows on both the bush and shaft contact segments. The resulting equation is obtained:

$$\frac{dU}{dt} = \sum_{i=1}^6 q_i + q_T \quad (2)$$

It gives the connection between the change of

the internal heat energy of segments ( $\frac{dU}{dt}$ ) and the

heat flows  $q_i$  through the walls of the controlled volume with the neighbouring areas (the parameters of the controlled volume are given by the polar central angle  $\Delta\phi$  and the radial steps  $S_1^r$  and  $S_2^r$  in Fig.1).

Having substituted the relevant components into (2) it is obtained

$$\begin{aligned} (\rho_1 \cdot c_1 \cdot \Delta V_{S1} + \rho_2 \cdot c_2 \cdot \Delta V_{S2}) \frac{T_S^{k+1} - T_S^k}{\Delta t} = \tau_{w_j} \cdot R_2 \frac{\omega_{sh}' + \omega_{sh}''}{2} + \chi \left[ (R_2 - 0,5 \cdot S_2^r) \Delta\phi \lambda_{i+1,j}^{k+1} \frac{T_{i,j}^{k+1} - T_{i+1,j}^{k+1}}{S_2^r} + \right. \\ \left. + 0,5 \cdot S_2^r \lambda_{i+1,j-1}^{k+1} \frac{T_{i,j}^{k+1} - T_{i,j-1}^{k+1}}{R_2 \cdot \Delta\phi} + 0,5 \cdot S_2^r \lambda_{i+1,j+1}^{k+1} \frac{T_{i,j}^{k+1} - T_{i,j+1}^{k+1}}{R_2 \cdot \Delta\phi} + (R_1 + 0,5 \cdot S_1^r) \Delta\phi \lambda_{i-2,j}^{k+1} \frac{T_{i,j}^{k+1} - T_{i-2,j}^{k+1}}{S_1^r} + \right. \\ \left. + 0,5 \cdot S_1^r \lambda_{i-1,j-1}^{k+1} \frac{T_{i,j}^{k+1} - T_{i,j-1}^{k+1}}{R_1 \cdot \Delta\phi} + 0,5 \cdot S_1^r \lambda_{i-1,j+1}^{k+1} \frac{T_{i,j}^{k+1} - T_{i,j+1}^{k+1}}{S_1^r} \right] + (1 - \chi) \left[ (R_2 - 0,5 \cdot S_2^r) \Delta\phi \lambda_{i+1,j}^k \frac{T_{i,j}^k - T_{i+1,j}^k}{S_2^r} + \right. \\ \left. + 0,5 \cdot S_2^r \lambda_{i+1,j-1}^k \frac{T_{i,j}^k - T_{i,j-1}^k}{R_2 \cdot \Delta\phi} + 0,5 \cdot S_2^r \lambda_{i+1,j+1}^k \frac{T_{i,j}^k - T_{i,j+1}^k}{R_2 \cdot \Delta\phi} + (R_1 + 0,5 \cdot S_1^r) \Delta\phi \lambda_{i-2,j}^k \frac{T_{i,j}^k - T_{i-2,j}^k}{S_1^r} + \right. \\ \left. + 0,5 \cdot S_1^r \lambda_{i-1,j-1}^k \frac{T_{i,j}^k - T_{i,j-1}^k}{R_1 \cdot \Delta\phi} + 0,5 \cdot S_1^r \lambda_{i-1,j+1}^k \frac{T_{i,j}^k - T_{i,j+1}^k}{R_1 \cdot \Delta\phi} \right] \end{aligned}$$

Where:  $\rho_{1,2}; c_{1,2}$  - the bush and shaft density [ $kg/m^3$ ], and specific thermal capacity [ $kJ/kg.K$ ];

-  $\Delta V_{S1}; \Delta V_{S2}$  - the controlled volumes of segments 1 and 2;

-  $T_s^k = T_{i,j}^k = T_{i+1,j}^{k+1}$  -the temperature at point  $S$ , respectively  $S'$  at the contact zone (for layer  $j = m$  and  $j=m+1$ ) at the moment  $t=t_k$  or  $t_{u+1} = t_k + \Delta t$ ;

-  $T_{i,j-1}; T_{i,j+1}; T_{i+1,j}; T_{i-2,j}^{k(k+1)}$  -the temperatures at the points neighboring to point  $S$  (fig.1);

-  $\lambda_{i+1,j} \cdot \lambda_{i-1,j+1}^{k(k+1)}$  - coefficients of heat

conductivity on the walls of the controlled surface at moments  $t=t_k$  or  $t_{u+1} = t_k + \Delta t$ ;

-  $\omega_2 = \frac{\omega_{sh}' + \omega_{sh}''}{2}$  - average angular speed of the

shaft in interval  $\Delta t$ .

With modelling a heat exchanger process which transition period is short it is more convenient to work with the so called explicit form of discrete equation (2) (with  $\chi = 0$ ).

If it is assumed that Furrie's number  $Fo$  is representative factor of the process that is taking place, equation (2) obtains the following kind:

$$T_S^{k+1} = T_{iqj}^{k+1} = Ha + T_{i,j}^k \left[ 1 + Fo \left( \frac{1 + f_2^2}{f_2^2 \cdot G2} + \bar{L} \cdot \frac{1 + f_1^2}{f_1^2 \cdot G1} \right) \right] - Fo \cdot \left[ \frac{2T_{i+1,j}^k + (T_{i,j-1}^k + T_{i,j+1}^k) f_2^2}{2f_2^2 \cdot G2} \right] + Fo \cdot \bar{L} \cdot \left[ \frac{2T_{i-2,j}^k + (T_{i,j-1}^k + T_{i,j+1}^k) f_1^2}{2f_1^2 \cdot G1} \right] \quad (3)$$

where -  $Ha = \frac{\tau_{w_j} \cdot \omega_2 \cdot R_2 \cdot \Delta t}{\rho_2 \cdot c_2 \cdot \Delta V_{S2} (1 + \bar{c})}$  - temperature number of friction;

-  $\bar{c} = \frac{\rho_1 \cdot c_1 \cdot \Delta V_{S1}}{\rho_2 \cdot c_2 \cdot \Delta V_{S2}}$  - dimensionless thermal capacity relation;

-  $\tau_{w_j}$  [Pa] - tangential stress on the shaft wall;

-  $\bar{L} = \frac{\lambda_1^k}{\lambda_2^k}$  - relation of the shaft and bush thermal conductivity;

-  $G1 = \frac{\Delta V_{S2} \cdot (1 + \bar{c})}{f1}$ ;  $G2 = \frac{\Delta V_{S2} \cdot (1 + \bar{c})}{f2}$  - parameters accounting for the geometry of the area discretisation in the contact zone;

-  $f1 = S_1^r / S_1^o$ ;  $f2 = S_2^r / S_2^o$  - relation of the radial and polar steps (for  $i = m$ );

-  $\Delta \bar{V}_{S2} = \Delta V_{S2} / 3,1415 \cdot R_2^2$

From the facts presented above it is seen that expression (3) is similar to expression (4) [1] considering their structures. As it is relevant only to the points in the contact zone, a new component called “temperature number **Ha**” appears in the expression. Number **Ha** can be physically interpreted as a temperature obtained in the process of friction in the contact zone of the both elements.

According to the definition made above number **Ha** depends on the following factors: peripheral speed, magnitude of the tangential stress, the thermal capacity and geometrical sizes of the couple elements. It is suggested that number **Ha** will appear to be a dominating factor with the temperature distribution.

The other two components in expression (3) take into account the accumulated heat in segments and its exchange with the neighbouring areas. These components depend on the area discretisation geometry. This influence has to be determined in its power after specific numerical simulations.

From the facts presented above it can be concluded that the clear physical interpretation of

(3) appears to be its suitable property.

An essential advantage of expression (3) appears to be the circumstance that it can easily be used for computations in practice because it gives a linear connection between the unknown quantity

$T_S^{k+1}$  and the known values of temperature  $T_{i,j}^k$ .

Unfortunately, equation (3) does not have universal application. However, it is looked for a more rapid operation of the computation procedure in some problems. That can be achieved by a bigger step in time.

In this respect, the completely inexplicit form of equation (2) where it is assumed that  $\chi = 1$  is quite suitable. With that assumption, after remodelling the expression, the unknown temperature  $T_S^{k+1} = T_{i=m,j}^{k+1} = T_{i=m+1,j}^{k+1}$  is determined by the expression:

$$L1 = \frac{\lambda_{i+1,j}^{k+1}}{\lambda_{2p}^{k+1}}; L2 = \frac{\lambda_{i+1,j-1}^{k+1}}{\lambda_{2p}^{k+1}}$$

$$L3 = \frac{\lambda_{i+1,j+1}^{k+1}}{\lambda_{2p}^{k+1}}; L4 = \frac{\lambda_{i-2,j}^{k+1}}{\lambda_{2p}^{k+1}}$$

$$L5 = \frac{\lambda_{i-1,j-1}^{k+1}}{\lambda_{2p}^{k+1}}; L6 = \frac{\lambda_{i-1,j+1}^{k+1}}{\lambda_{2p}^{k+1}}$$

- dimensionless coefficients of thermal conductivity on the boundary of the controlled surface at moment

$$t = t_{k+1} \quad (\lambda_{2p}^{k+1} = \lambda_{i,j}^{k+1} \text{ for the shaft});$$

$$Fo = \frac{1}{3,14 \cdot R_2^2} \cdot \frac{\lambda_{2p}^{k+1}}{\rho_2^{k+1} \cdot c_2^{k+1}} \cdot \Delta t \quad - \text{ Furrie's}$$

number

$$G1 = \frac{\Delta \bar{V}_{S2} (1 + \bar{c})}{f_1}; \quad G2 = \frac{\Delta \bar{V}_{S1} (1 + \bar{c})}{f_2} \quad -$$

dimensionless geometrical characteristics of the controlled volume and the scheme of discretisation ( $f_1 = S_1^r / S_1^o$ ;  $f_2 = S_2^r / S_2^o$  for  $i = m + 1$  and).

Expression (4) appears to be inexplicit equation

$$T_S^{k+1} = \frac{1}{\psi} \left[ Ha + T_{i,j}^k - Fo \left( \frac{2m-1}{f_2^2 \cdot G2} L1 \cdot T_{i+1,j}^{k+1} + \frac{L2}{2 \cdot G2} T_{i,j-1}^{k+1} + \frac{L3}{2 \cdot G2} T_{i,j+1}^{k+1} + \frac{2k+1}{f_1^2 \cdot G1} L4 \cdot T_{i-2,j}^{k+1} + \frac{L5}{2 \cdot G1} T_{i,j-1}^{k+1} + \frac{L6}{2 \cdot G1} T_{i,j+1}^{k+1} \right) \right]$$

Where:

$$\psi = 1 - Fo \left( \frac{2m-1}{f_2^2 \cdot G2} L1 + \frac{L2}{2 \cdot G2} + \frac{L3}{2 \cdot G2} + \frac{2k+1}{f_1^2 \cdot G1} L4 + \frac{L5}{2 \cdot G1} + \frac{L6}{2 \cdot G1} \right)$$

with five unknown quantities : temperature  $T_{i,j}^{k+1}$  which is looked for and the temperatures at its neighbouring points  $T_{i,j-1}^{k+1}$  ;  $T_{i,j+1}^{k+1}$  ;  $T_{i+1,j}^{k+1}$  ;  $T_{i-2,j}^{k+1}$  .Its non-linearity comes from the dependency between the coefficients of thermal conductivity  $\lambda$  and the temperature value.

It can be expected that the power of this influence will be reduced using dimensionless quantities  $L1, L2, \dots, L6$  and the nonlinearity will be softened but these assumptions can be confirmed by numerical simulations with equation(4).

The points of the peripheral surfaces out of the

contact zone exchange heat according to another mechanism which will be examined in our further studies.

## REFERENCES

Dimitrov A.V., H.V.Iankov, Temperature mathematical model of a cylindrical kinematics couple in the case of dry friction., Dynamics of Machines 98, National Colloquium with International Participation, Feb.3-5, 1998, Prague, Czech Republic, Institute of Thermomechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic and Czech Committee of the Euromech Society



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПОЛУЧАВАНЕ НА ЗАВАРЕНИ СЪЕДИНЕНИЯ МЕТАЛ – АЛУМИНООКИСНА КЕРАМИКА ПО МЕТОДА ДИФУЗИОННО ЗАВАРЯВАНЕ ВЪВ ВАКУУМ

Пламен Ташев, Елисавета Ташева, Марина Манилова

#### АНОТАЦИЯ

*Проведени са експерименти за получаване на заварени съединения от алуминоокисна керамика и неръждаваща стомана в условията на дифузионно заваряване във вакуум. Описани са основните характеристики на използваната керамика, неръждаващите стомани и използваните междинни слоеве. Разработени са приспособления за центриране и притискане на пробните тела в процеса на заваряване и система за автоматично управление на нагряване на образците. На заварените образци са направени механични изпитвания на срязване и металографски изследвания.*

#### ИЗПОЛЗВАНИ МАТЕРИАЛИ

За провеждане на експериментите бяха избрани алуминоокисна керамика и аустенитна неръждаваща стомана X18H9T. Съображенията за този избор бяха, че има определен интерес към реализиране на заварени съединения между двата материала при създаване на специфични възли необходими за електрохимичните източници на ток, енергетиката, двигателостроенето и т.н. Освен това процесите на свързване между алуминоокисната керамика и аустенитната стомана представляват определен научен интерес.

#### Алуминоокисна керамика

Алуминоокисната керамика е обширна група от материали, имащи сходен химикоминералогичен състав със съдържание на  $Al_2O_3$  обикновено над 80%.

Кристалната фаза на тези материали в пове-

чето случаи се формира напълно от кристали на  $Al_2O_3$ . Структурата им представлява непрекъснат скелет, пропит от стъклофаза (с възможна частична кристализация на стъклото). Независимо от относително малкото по обем количество на стъклото, то съществено влияе върху редица свойства на керамиката (механични, диелектрични, вакуумни и др.), а така също и върху механичните свойства на заварените съединения. Фазовият състав на някои алуминоокисни материали е даден в табл. 1.

Таблица 1

Материал	Кристална фаза, %	Стъкловидна фаза, %	Пори, %
102	72	25	5
22X	85	10	5
M-7	81-87	13-19	4
M-995	96	0	4

Керамиката се отнася към крехките матери-

Пламен Ташев - н.с. I ст., Институт по металознание, гр. София, бул. "Шипченски проход" 67, България;  
 Елисавета Ташева - главен асистент във ВТУ "Тодор Каблешков", гр. София, ул. "Гео Милев" 158;  
 Марина Манилова - н.с. III ст., инж. Институт по металознание, гр. София, бул. "Шипченски проход" 67, България.

али, поради което реалната ѝ якост е примерно три пъти по-малка от теоретичната, изчислена по якостта на междуатомните връзки [1].

Якостта на керамичните материали се определя от техния състав и микроструктура (количество на кристалната фаза, размери на зърната, пористост) [2, 3].

В работа [4] е установено, че статична умора се наблюдава в случаи когато в околната среда има влага, ацетон или спирт.

Във връзка с това, че при експлоатацията заварените съединения от метал и керамика (ЗСМК) са подложени на механични и топлинни натоварвания е необходимо да се знае влиянието на температурата на нагряване върху якостта на заваряваните материали.

Керамичните материали имат висока якост на натиск, което трябва да се отчита при реализирането на ЗСМК.

Високата надеждност на изделията от керамика се определя главно от температурния коефициент на линейно разширение (ТКЛР), топлопроводимостта и специфичния топлинен капацитет.

ТКЛР е важна характеристика при съединяване на керамика с метал. От него главно зависи полето на временните и остатъчните термични напрежения. При повечето алуминоокисни керамики до около 900°C зависимостта между ТКЛР и температурата има линеен характер.

Топлопроводимостта на керамичните материали е с 1-2 порядъка по-малка от тази при металите. При алуминоокисните материали тя нараства с увеличаване на съдържанието на  $Al_2O_3$  [2]. С увеличаване на температурата топлопроводимостта на керамичните материали намалява [2, 5]. Топлинният капацитет нараства с увеличаване на съдържанието на  $Al_2O_3$  и с повишаване на температурата.

В проведените експерименти за получаване на дифузионно заварени съединения са използвани пръстени от алуминоокисна керамика, съдържаща 92% а-  $Al_2O_3$  и добавки, влизащи в състава ѝ, позволяващи образуването на стъклофаза (табл.2) в [%].

Таблица 2.

SiO <sub>2</sub>	MgO	алкали	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub>
4,5	2,3	1,0	0,2

Заваряваната керамика има следните по-важни характеристики:

- привидна плътност 3,55 – 3,60g/cm<sup>3</sup>;
- якост на натиск 1500 – 1700 N/mm<sup>2</sup>.

### Междинни слоеве

Възможни са три начина за получаване на междинни слоеве в заваряваните съединения:

1. чрез напластяване във вакуум (получават се слоеве с дебелина 0,03–0,05 mm);

2. чрез триене на челната повърхност на керамиката (дебелина на слоя около 0,1mm);

3. посредством шайби от използвания метал.

От направеното проучване стана ясно, че образец от керамика с нанесени междинни слоеве по методи 1 и 2, независимо от използваните режими, се получават некачествени заварени съединения. Положителни резултати се получиха при използването на фолио от подходящо избран метал като прослойки (междинен слой).

В експериментите са използвани два вида междинни слоеве:

- междинен слой от алуминиево фолио с чистота 99,9;

- междинен слой от сплав на алуминий с мишметал.

Сплавта е получена в защитна атмосфера от аргон след вакуумиране при температура от 720-750°C. Химическият състав на мишметала (в тегл. %) е: Се – 50%; La – 27%; Nd – 16%; Pr – 5%. Сплавта със състав (в тегл. %) е: Al+12,7% (Се+La) с примеси на Nd и Pr. Лентите са получени чрез студено валцуване до дебелина 0,5mm. Целта е да се реализира съединяване на базата на обменни коси-редукционни реакции между  $Al_2O_3$  и силно активните към кислорода редкоземни елементи (лантаноиди) от мишметала - Се+La.

### Неръждяваща стомана

В състава на някои от пробните тела са използвани детайли от аустенитна неръждяваща стомана X18H9T. Преди изготвяне на необходимите за заваряването детайли химичния състав на стоманата е проверен чрез спектрален анализ (табл. 3).

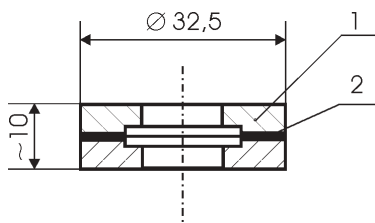
Таблица 3.

C	Cr	Ni	Mn	Si	Ti	Mo	Cu
0,082	17,29	10,0	1,45	0,59	0,36	0,30	0,22

### ФОРМА И РАЗМЕРИ НА ПРОБНИТЕ ТЕЛА

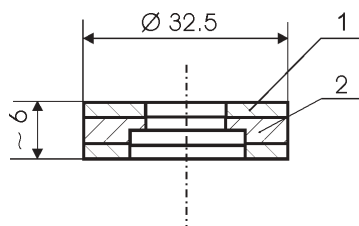
За провеждане на експериментите за заваряване на алуминоокисна керамика към метал са използвани два вида пробни тела:

Пробно тяло тип А – алуминоокисна керамика (поз.1) – метал (поз.2) – алуминоокисна керамика (фиг.1). Предназначено е за механични изпитвания, металографски изследвания, микро-рентгеноспектрален анализ и изпитване на херметичност.



Фиг. 1.

Пробно тяло тип Б представлява “сандвич” от стомана Х18Н9Т (поз. 1), междинен слой, пръстен от алуминоокисна керамика (поз. 2), междинен слой, стомана Х18Н9Т (фиг. 2).



Фиг. 2.

Подходящо е за О-же анализ, термоелектрични измервания, а също така за металографско и микро-рентгеноспектрално изследване както и за изпитване на херметичност.

## ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ВАКУУМНО-ДИФУЗИОННО ЗАВАРЯВАНЕ

Експериментите за заваряване на металокерамични съединения от алуминоокисна керамика и неръждающа стомана Х18Н9Т с междинен слой са провеждани на преустроена за целта инсталация за вакуумнодифузионно заваряване (ВДЗ).

Лабораторната инсталация има следните важни параметри:

- работен вакуум –  $2 \cdot 10^{-5}$  [Тorr];
- усилие за притискане от 2 – 60 [kN];
- температура на нагряване – до 1200°C.

Инсталацията се състои от следните по-важни системи и възли: вакуумна камера, хидравлична система за притискане, система за загряване с ТВЧ и блок за управление.

Заваряването на пробните тела се извършва

в конструирано и разработено за целта приспособление, гарантиращо центричен натиск в процеса на съединяване на пробните тела. Приспособлението включва и система за индиректно (радиационно) нагряване на образците.

Създадената компютърна система за управление дава нови възможности, както за автоматизация на експерименталната работа, така и за по-добра повтораемост при отделните опити.

Контролера регулира основните параметри на заваръчния процес: време на заваряване, скорост на загряване (охлаждане), прилагане (премахване) на усилие на притискане, време на задържане, температурата на заваряване по зададена от експериментатора програма.

Системата дава възможност за запис на температурата и мощността от оператора по време на изпълнение на заваръчния цикъл, което облекчава работата по архивиране на данните от експериментите и дава възможност за проверка на отклоненията на реалния заваръчен термичен цикъл от зададения.

По време на заваряване на дисплея на компютъра се изписва реалната крива на заваръчния термичен цикъл паралелно на зададената.

Данните от всеки експеримент могат да се записват на магнитен носител, което дава възможност освен за архивиране на резултатите и за съхраняване на параметрите на режими на заваряване и повтаряне при необходимост на заваръчен цикъл със или без обратна връзка по температура.

## ПОДГОТОВКА НА ПРОБНИТЕ ТЕЛА ПРЕДИ ЗАВАРЯВАНЕ

### Механична обработка

Повърхнините на пробните тела от неръждаема стомана Х18Н9Т, които подлежат на заваряване се обработват механично чрез шлифоване с критерий на грапавост  $Ra=1,25\text{mm}$ .

Телата на керамичните пръстени се подлагат също на шлифоване, до постигане на паралелност на повърхнините и за премахване на огневата повърхност на керамиката. За целта се използва машина ШПХ с диамантен диск.

Шлифованата повърхност има клас на грапавост  $Ra=0,4 \mu\text{m}$ , което е средна стойност от измерване в четири точки.

### Почистване и обезмасляване

Керамичните пръстени се почистват със спирт в ултразвукова вана, след което се подсу-



шават.

Пробните тела от неръждаеща стомана се почистват също в ултразвукова вана последователно с ацетон и спирт.

Алуминия за междинния слой след ултразвуково обезмасляване с ацетон или спирт се разяжда в продължение на 1 минута в реактив със следния състав:

- 1l вода;
- 50 g техническа натриева основа;
- 45 g технически натриев флуорид.

След разяждането и промиването на течаща вода, алуминиевите детайли престояват 2 минути в 35% разтвор на азотна киселина. Промиват се последователно с вода и спирт и се сушат при температура 80 - 90°C.

При използването на мишметал за междинен слой, същия се почиства в ултразвукова вана последователно в ацетон и спирт, след което се подсушава.

### УСЛОВИЯ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТИТЕ

#### Усилие на притискане

Необходимото усилие на притискане се определя по формулата (1):

$$F = p \cdot s \cdot 10^6, \quad (1)$$

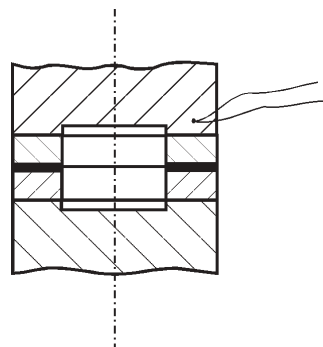
където  $F$  – усилие на притискане, N;  $p$  – необходимо налягане, МРа;  $s$  – площ на притискане (контакт)  $m^2$ .

Задаването на изчислената стойност на усилието на притискане се извършва посредством промяна на налягането на хидравличната станция. В приспособлението за заваряване на мястото на заваряваното пробно тяло се поставя датчик с тензометрична измервателна система. Самото измерване се извършва с усилвател тип Hottinger в цифров вид. Усилието на притискане се измерва с точност от 10N спрямо зададеното по съответния режим на заваряване. Усилието на притискане се проверява преди всеки термомодеформационен цикъл.

#### Измерване на температурата

Системата за управление на заваръчния цикъл позволява използването на два вида термодвойки – NiCr-Ni и PtRh – Pt. При провеждане на експериментите бе използвана термодвойка тип NiCr-Ni.

При тела тип А и Б същата е поставена в притискача откъм горната страна на алуминоокисната керамика (респективно неръждаещата стомана, пробно тяло тип Б), фиг. 3.

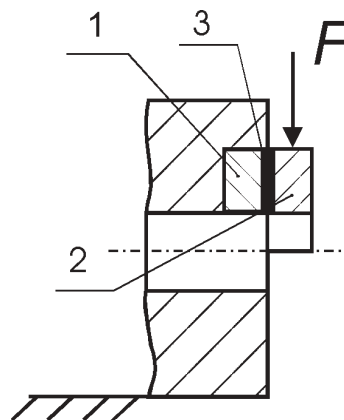


Фиг. 3

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАВАРЕНИТЕ СЪЕДИНЕНИЯ И ОЦЕНЯВАНЕ НА КАЧЕСТВАТА ИМ

#### Механични изпитвания

На механични изпитвания са подложени пробни тела Тип А. Преди изпитването заварените образци се разрязват на две равни части (по диаметъра) с диамантен диск. Заварените съединения се изпитват на срязване. Така получените образци за срязване се закрепват неподвижно в специално разработено за целта приспособление (фиг. 4).



Фиг. 4

Едната част от алуминоокисната керамика (поз.1) се захваща неподвижно в приспособлението, а другата част (поз. 2) се притиска с профилен поансон за осъществяване на равномерно усилие по цялата повърхност. С поз. 3 е означен междинния слой.

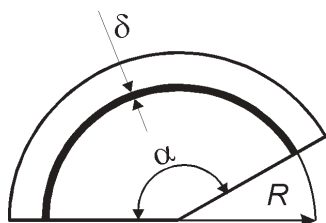
Изпитванията са проведени на изпитвателна машина “TIRATEST 2150” произведена в Германия с обхват 5000N. Грешката на обхвата е < 1%. Скоростта на изпитване е 1mm/min и е постоянна. Процесът на изпитване се управля-

ва от микропроцесор и по време на изпитването не могат да се извършват други манипулации върху пробното тяло или машината. Изпитвателната машина има сертификат за точност проверена от органите по метрология.

След разрушаване на пробните тела, площта по която е протекло разрушаването се изчислява като част от сектор по следната формула (2):

$$S = \alpha \frac{2R\delta - \delta^2}{360}, \quad (2)$$

където:  $S$  – площ на разрушаване,  $\text{mm}^2$ ;  $\alpha$  – ъгъл, определящ големината на сектора (фиг. 5);  $R$  – радиус на външната част на междинния слой,  $\text{mm}$ ;  $\delta$  – широчина на междинния слой,  $\text{mm}$ .



Фиг.5

За описване на мястото на разрушаване (повърхностите, по които протича) се извършва визуално наблюдение на изпитаните образци. Резултатите от изпитването на срязване и описание на мястото на разрушаване на образците заварени при различни режими са показани в таблица 4.

Таблица 4

Образец №	Разр. сила, N	Танг. напрех., МПа	Място на разрушаване
03	1350	54	Разр. през межд. слой, двете страни са метализирани петна
04	854	42	Разр. през межд. слой, двете страни са метализирани петна
05	544	44	Разр. през межд. слой, двете страни са метализирани петна
06	738	45	Разр. през межд. слой, остатъци от него се наблюдават и по двете страни
07	1042	64	Разр. е наполов. през межд. слой, наполовина през керамиката
08	673	22	Разр. е изцяло през межд. слой, остатъци от него се наблюдават по двете страни

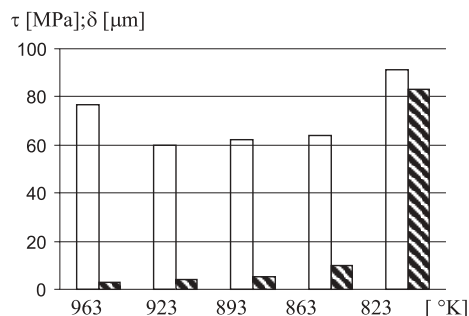
### Влияние на параметрите на времемпературния режим върху якостта на заварените съединения

Известно е, че свойствата на съединенията метал-керамика, получени в условията на дифузионно заваряване във вакуум, се влияят от стойностите на параметрите на термодифузионния цикъл. Както бе подчертано, бяха уточнени стойностите на параметрите — налягане, скорост на нагряване/охлаждане и време на задържане, при които се получават съединения с необходима якост.

Установено бе, че увеличаването на времето на изотермично задържане над 20 min не влияе съществено върху механичните показатели на заварените съединения (ЗС). Особено внимание бе обърнато на влиянието на температурата на изотермично задържане върху механичните свойства на ЗС. Тези изпитвания до голяма степен дават информация за евентуалната работоспособност на реални съединения метал – керамика.

В режимите на дифузионно заваряване във вакуум бяха варирани пет стойности на температурата при оптимално усилие на натиск 20MPa: -от температура 963°K гарантираща стопяване на междинния метален слой до температура 823°K, под която механичните показатели рязко се снижават.

Максимална якост на срязване  $\tau$ , МПа [□] показват пробните тела, заварени при температури 963°K и 823°K, докато останалите три вида режими (при 923, 893 и 863°K) имат сходни показатели (фиг.6). С намаляване на температурата на заваряване се наблюдава нарастване на остатъчния междинен слой  $d$ , mm [▨].



Фиг. 6

Относително високата якост на съединенията, получени при 963°K, се дължи на доброто омекване на прилежащите към металния слой

керамични части и евентуално облекчено проникване на течния метал в повърхностните микропори на керамиката. Разрушаването на ЗС в този случай протича през междинния слой, като върху керамичната повърхност се наблюдават ”метализирани” петна. При съединенията, получени без стопяване на междинния метален слой, якостта на срязване нараства с понижаване на температурата до 823°К. Настъпва промяна и в мястото на разрушаване съгл. табл. 4). От направените изследвания се вижда, че с нарастване на температурата на заваряване намалява дебелината на междинния слой, което е за сметка на пластичната му деформация, а при по-високи температури и поради “изплискване” на метала от зоната на заваряване.

На практика всички ЗС (фиг. 6) съгласно якостта на срязване удовлетворяват изискванията за механична якост и по-нататъшния избор на работоспособно заварено съединение зависи от данните за херметичност със и без термично

натоварване.

От заварените при различни режими и различни междинни слоеве пробни тела са изработени образци за микроскопски изследвания, резултатите от които са обект на следващи публикации.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Кингери У. Д., Введение в керамику. Перевод от англ. под редакции П. П. Будников, М., Стройиздат, 1984, 272 стр.
2. Батыгин В. Н., Метелкин И. И., Вакуумная керамика и её спаи с металлом, М., Энергия, 1973, 410 стр.
3. Springs R. M., Mitchel J. B., Vasilov T. – J., Amer. Ceram. Soc., 1984, V. 47, № 7, p. 323-327.
4. Бравинский В. Г., Иванов В. П., Сер. 1, 1961, выпуск 12, с. 78-82.
5. Ерошев В. К., Металокерамические вакуумноплотные конструкции, М., Энергия, 1979г. с. 160.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### MODELING OF DEGRADATION PROCESSES OF COMBUSTION ENGINES

Jiri Stodola

#### ABSTRACT

*This paper outlines possibilities of combustion engine wear – process evaluation. The possibilities include the categorization of wear products (adhesive, abrasive, spherical, laminar, fatigue, corrosive, non-ferrous, and other particles) as well as possibilities of trend wear-process evaluation resulting from the deterministic-type balance equations dealing with processes of creation and decrease of wear products in combustion engine lubrication systems. The practical application of the approach to engine–lubricant system wear evaluation has been verified by quantification of a statistically significant collection of engines that utilize possibilities of friction coefficient decrease; selected preparations have been verified. The combustion engine actual technical condition has been evaluated by application of multidimensional statistical evaluation. The model enables description of the quality variable by means of number quantity variables (tribological, ecological, or economical parameters of the engine-lubricant system)*

#### 1. INTRODUCTION – EVALUATION OF MACHINE SETS WEAR MODE

Generally, wear depends not only on the friction character (rolling or sliding) but also on a complex physical-chemical process occurring on the sliding surfaces of a tribological unit. An external undesirable product of the friction system action is a very wide range of wear particles. From the diagnostic point of view, it is important that these particles carry nearly comprehensive information about the mutual connection among individual elements of such a system, that is, what are the conditions for production of the particles in individual friction couples. A combustion engine is characterized by simultaneous contacts of many friction couples and, thus, also by simultaneous production of wear particles at all of these points. The problem is, on the basis of number, shape, size, or coloration of the particles, to determine what tribological processes are in progress in the engine. Wearing dynamics can be evaluated according to:

- surface scratching, tribological mode changes, and rapid wearing of the friction surfaces. The

intensity of particles production,

- material composition of particles,
- distribution of particles size groups,
- morphology and shape of particles surface features, etc.

Generally, the wear products can be categorized as follows:

**Adhesive particles** (rubbing wear particles)

*These are “unidimensional” particles whose length and width are approximately equal, at 5-15 mm, but are only 0,25 – 0,75 μm thick. These particles are characteristic for wear of steel components therefore they have very good magnetic characteristics. During the ferromagnetic analysis, these characteristics can be practically always recorded. Their genetic origin is in the Beilby layer, from which they gradually spall and are washed off by the lubricant. Their number and especially their size characterize the adhesive wear intensity.*

**Abrasive particles** (cutting wear particles)

They always characterize an improper mode of engine operation. From the tribo-technical point of view there can be indicated two origins of abrasive

particles may be indicated:

a) – Action of a heterogeneous particle between friction surfaces results in strong abrasive wearing has its origin in, *for example*, siliceous powdery particles that leak into the engine through *insufficiently tight* of air filters.

b) – Penetration of a harder material of the friction couple into a softer one. The probability of forming particles in this way increases when friction couples with a considerable difference in their surface hardness are contacting.

In any case, abrasive particles are of a characteristic of a “micro-cut” or of a coiled “thin wire” shape. The shape considerably differs for those abrasive particles that infiltrate into the engine after a partial or complete disassembly, that is, during running-in mode (cutting wear). They are shaped into crescents or swords with sharp protrusions on their ends. Generally, the size of abrasive particles ranges in the interval of 50-300  $\mu\text{m}$  with a very short thickness of 0.25  $\mu\text{m}$ .

#### **Spherical particles** (spherical debris)

They belong to the main types of particles originating in fatigue wear of a rolling kind. Generally, they originate in consequence of Beilby layer fatigue on internal or external surfaces of bearings. The spheroids dimensions are relatively short  $\varnothing 2 - 5 \mu\text{m}$ . In the ferroscope lens, they appear like little black points; with better magnification, a polished surface with light reflection in the center is evident. The presence of these particles on a ferrogram signals an ongoing failure of anti-friction bearings. It has been verified by experiments that one rolling element is able to produce 6 – 7 million of spheroids before a failure occurs.

#### **Laminar particles**

Most often they originate as a consequence of redistribution processes in lubricating systems. Repeated flow of oil and, *therefore*, also of particles through the system results in particles plastic deformation (*for instance*, between a rolling element and a ring path). Rolling out the spheroids and other tri-dimensional particles results in thin flat laminas of *minute* thickness. Their length ranges from interval 40 to 250  $\mu\text{m}$  and *their* width from 10 to 50  $\mu\text{m}$ . Particles are characterized by a plain surface and irregular edges.

As a rule, the presence of these particles is attended by the presence of spheroids; in these cases, the process of a gradual failure of the anti-friction bearing has begun.

#### **Fatigue particles**

They characterize the most common failure of tooth wheels. These are tri-dimensional particles with a comparable length, width, and thickness. The particles surface is irregular, scratched with irregular sectioned edges. Dimensions of these particles fluctuate from 10 to 150  $\mu\text{m}$ . Fatigue particles can be further divided into two groups:

a) - The “chunky” (micro-prism) type have an *irregularly* rugged surface and a size of 10-80  $\mu\text{m}$ ; on the surface, they usually have secondary originated inclusions.

b) - The “scuffing” (high-temperature abrasion) type comes up on the teeth sides of tooth wheels during high pressure and temperature. The particles material is usually thermally affected, which is indicated by particles coloration of distemper tints.

#### **Abnormal particles** (severe wear particles)

The extreme and breakdown wear particles that originate with seizing or a strong abrasion. They arise from mechanical deterioration of the Beilby layer under the action of an excessive load. In the touch-point of friction surfaces, this layer does not have the necessary loading capacity and is scratched off. The abrasion rate is so high that the Beilby layer’s restoration is impossible. During the diagnostic analysis, it is then impossible to register any adhesive abrasion particles that are replaced by tri-dimensional particles, always with a characteristic sharp edge and dimensions of 30-70  $\mu\text{m}$ .

#### **Non-ferrous particles**

Their appearance may be similar to abnormal particles (severe wear particles), especially because of their shape and size. They always differ in their coloration and magnetic features. They originate as a result of contacting steel and nonferrous metals alloys during the adhesive mode of abrasion.

Iron oxides – magnetite  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  originates under high temperatures and pressures, mainly owing to insufficient lubrication of the friction surfaces. The surface of these particles is black, plain, and of a shingle character; the size of these particles fluctuates around 5  $\mu\text{m}$ . The high-temperature oxides presence relates to abrasion of the materials made of a high-strength steel or a bearing steel.

- Alpha-hematite  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  signals corrosion of the machine function surfaces by action of water. Pink or red hematite particles can be recorded by analyses of samples taken during the running-in mode of engine operation.

#### **Corrosive and other particles**

During tribodiagnostic analyses, the presence of secondary originated non-metallic particles can be also recorded, except for metallic abrasion.

Dust particles – small spheric or prismatic particles – silicates with a size of up to 30 mm. They are translucent and clear.

Tribopolymers – are shaped into spherical particles or tiny cylinders in the amorphous form. The tribopolymers core is always composed of submicronic steel particles. The organic substance of the particle can be dissolved with an appropriate solvent or by heating it at more than 300°C.

Fibers mainly originate from filtration materials. Cotton fibers are ribbon-like in shape; synthetic fibers are straight, with conspicuous luminous refraction on their edges.

Stated characteristics of the most important categories of particles signal the fact that there are two origins for particles indicated:

1 – Primary particles – generated directly by the friction couples. They characterize directly the abrasion mode according to generally known findings.

2 – Secondary particles – originate from a transformation of primary particles after repeated passage through the system. The relative rate of presence of primary and secondary particles depends on several factors, for instance on the lubricating medium's volume, number and efficiency of oil filters in the system, efficiency of other processes of particles separation from the system, real thermal and mechanical load of the engine, number of tribological units, the type of lubricating oil used, etc.

The difference in effect of factors mentioned during evaluation of individual engines requires separate monitoring of each type and design type of the combustion engine.

For evaluation of the wear mode of machine groups (engines, gearboxes, etc.), in practice two basic strategic approaches are used:

1 – trend evaluation of the wear mode using time series.

2 – multidimensional statistic monitoring and its evaluation.

Both of these approaches are characterized by specific features, and it is impossible to *consider one as absolute and exclude the other one*.

## 2. TREND EVALUATION OF THE WEAR MODE

During normal engine operation, a balanced concentration of the wear products develops in the lubricating medium. This means that the concentration speed of various origin wear products equalizes with the speed of mechanisms removing the wear products from the lubricating medium.

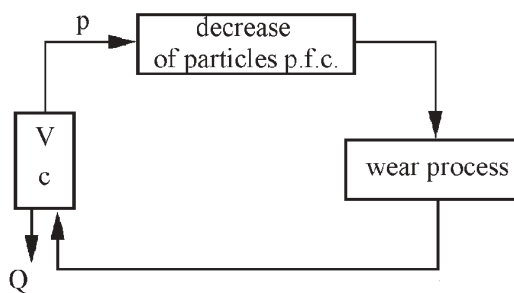
Removal of these wear products is carried out mainly by filtration and sedimentation, followed by loss of oil from the system and chemical reactions.

Owing to the complexity of the problems related to reactive kinematics of organic ingredients contained in the lubricant and generated here as a consequence of chemical reactions for the duration of lubricant exploitation, it is impossible to obtain the data needed for reactive kinematics calculation.

The balance equation expressing the substances balance between inflow of wear products from the friction points of the system into the lubricant and their decrease owing to the action of individual decreasing mechanisms can be derived from a deterministic model (Figure 1). The basic differential equation expressing the dynamic balance in the model under consideration is:

$$V \cdot c + m \cdot dt - c \cdot f \cdot p \cdot dt - c \cdot Q \cdot dt = (c + dc)(V - Q \cdot dt) \quad (1)$$

- V...oil volume in the lubricating system (dm<sup>3</sup>)
- c... concentration of wear products in lubricant medium at the time t (mg/dm<sup>3</sup>)
- f... total coefficient of wear products decrease (-)
- p... oil quantity delivered to the engine friction



points (dm<sup>3</sup>/s)

Q... oil loss volume (dm<sup>3</sup>/s)

Figure 1: Diagram showing the process of production and decrease of wear products in the lubricating system of a combustion engine

The instantaneous volume of lubricant V varies during the time as a result of loss of lubricant in the system (caused by leakage, burning, etc.) according to the relationship

$$V = V_0 - Q \cdot t \quad (2)$$

whereas V<sub>0</sub> is the initial lubricant volume at the beginning of the given time period.

The loss coefficient f represents generally all the loss mechanisms acting inside of the considered system (that is, filtration, sedimentation, chemical

reactions, etc.).

Wear products generation speed  $m$  represents dynamics of the wear process (degradation), which varies in time. The general expression for this change is usually stated in linear dependence on the time  $t$ :

$$m = m_0 - a.t \quad (3)$$

where  $m_0$  is the initial speed at the beginning of the time period, and  $a$  is acceleration.

To enable the solution of the equation and to determine the resulting relationship for calculation of the speed of wear products generation, the following simplifications are recommended:

- in the given time period between two sequential sampling values, the  $m$  and  $Q$  are considered to be constant,

- the value of the coefficient  $f$  is estimated on the basis of oil filters previous action and the speed of wear products sedimentation.

In the case of products of oil degradation reactions, the loss coefficient is not considered because *tas K* matter is to determine the concentration of relevant substances dissolved in the lubricant.

After substitution for  $V$  according to the relationship (2), modification and dereliction of the expression of the second order (i.e.  $Q \cdot dc \cdot dt^*$ ), the equation transforms to the form:

$$(m - c.f.p)dt = (V_0 - Q.t).dc \quad (4)$$

which can be further modified as

$$\frac{dt}{V_0 - Q.t} = \frac{dc}{m - c.f.p} \quad (5)$$

After integration in the limits  $c_1$  to  $c_2$  for  $c$ ,  $t_1$  to  $t_2$  for  $t$  and after the final modification, we will get the final relationship for the mean speed of wear products generation:

$$m = \frac{(c_2 - c_1.e^A)}{1 - e^A} . f . p \quad (6)$$

$$A = \frac{f.p}{Q} . \ln \left( \frac{V_0 - Q.t_2}{V_0 - Q.t_1} \right) \quad (7)$$

However during operation of real combustion engine vehicles, the lubricating medium is continuously refilled, and thus the calculation of  $m$  is correspondingly more complicated. After each oil refilling by the volume  $V'$  to the original volume  $V_0$ , the original concentration of wear products  $c$  changes to  $c'$ :

$$c' = \frac{c.V}{V + V'} \quad (8)$$

During the number of  $n$  constant time cycles and the number of  $a$  refillings with a constant volume of oil to the  $V_0$  and on all of the premises mentioned above, the main speed of wear products generation can be calculated according to the relationship

$$m = \frac{(c_n - c_1 . B^{2n-1} . e^A)^n . (1 - B . e^A) . f . p}{(1 - e^A)(1 - B^2 . e^A)} \quad (9)$$

where

$$B = \frac{V_0 - V'}{V_0} = \frac{V_0 - Q.t}{V_0} \quad (10)$$

However, the stated theoretic calculations must be applied to conditions of factual operation of vehicles with combustion engines.

To deduce appropriate conclusions and to describe long-term trends of monitored indices developments, it is necessary to determine their trend, that is, to replace the progression of empirical values with a progression of values without a random fluctuation and, thus, to equalize interval time series using a suitable method. For equalizing time series, an analytic equalizing is frequently used in technical routines. This equalizing consists of describing the course of given time series by a simple theoretic and analytic function of the type  $y = f(t,b)$  where  $t$  is a time variable and  $b$  represents a vector of unknown parameters. In principle, this is a simple regression where the time series index features a dependent variable and time (time variable) an independent variable.

To determine the “best” values of parameters, the minimum of sum of deviations (residua) squares of the measured and calculated magnitudes of a dependent variable is used as a regress criterion in technical routines most often.

$$U = \sum (y_i - Y_i)^2 = \min \quad (11)$$

where the function  $U$  is called the objective function which is minimized during the calculation of parameters.

As the whole progression of nonlinear dependences can be transformed using an appropriate transformation to a linear dependence, the linear regression method is used most often

$$y = (b_1 \pm s_{b1}) + (b_2 \pm s_{b2}).t \quad (12)$$



Coefficients of the regression linear equation will be determined providing that partial derivations of the objective function U must be zero; then, by solving them, the estimations will be obtained

$$b_1 = \frac{(\sum y_i - b_2 \cdot \sum t_i)}{n} \quad (13)$$

$$b_2 = \frac{\sum t_i \cdot \sum y_i - n \cdot \sum t_i \cdot y_i}{(\sum t_i)^2 - n \cdot \sum t_i^2} \quad (14)$$

The trend value, as a criterion for serviceable condition of the engine and its lubricant medium, respectively the upper or lower limit of the interval of gradient of regression line reliability can be then considered.

$$L = b_2 \pm s_{b_2} \cdot t_{\alpha} \quad (15)$$

and parameters of the line

$$S_{b_2} = \frac{S_{y,t} \cdot n}{\sum t_i^2 - (\sum t_i)^2} \quad (16)$$

$$S_{y,t} = \sqrt{\frac{U}{n-2}} \quad (17)$$

where  $s_{b_2}$  is the standard deviation of the coefficient  $b_2$ ,  $t_{\alpha}$  is the critical value of the “Student division” for selected level of importance and  $s_{y,t}$  is the standard deviation characterizing scattering of outcomes along the given regression line.

### 3. MULTIDIMENSIONAL STATISTICAL EVALUATION

Modelling of stochastic magnitudes characterizing a real condition of equipment is an important element in tribotechnical diagnostics application. Besides the trend approach, the probability model can also be used. Such a model enables us to define one qualitative variable **u** by means of several quantifiable parameters X1, X2, Xi...Xp. The primary set, as well as the informative selection which represent the primary set, are subsequently resolved into several groups (generally “k”). Individual groups have to correspond to variants of the variable “u”. A priori probability of belonging to groups is

$$\pi_h \approx P(A_h), h = 1, 2, \dots, k \quad (18)$$

where  $p_{\pi}$  .....probability of belonging to the group of number h

$P(A_h)$ ...probability of the event  $A_h$  and it can be estimated according to the

informative selection structure.

$$\pi_h = \frac{n_h}{n} \quad (19)$$

$n_h$ ...the number of elements in the group h  
 $n$ ... the number of selection elements

After carrying out multidimensional observations “x” a-posteriori probability can be determined using the Bayes formula

$$P(A_h / x) = \frac{\pi_h \cdot f_h(x)}{\sum_{h=1}^k \pi_h \cdot f_h(x)} \quad (20)$$

$P(A_h/x)$ ..... conditioned probability of the event  $A_h/x$

$f_h(x)$ .....conditioned density of probability of the complex of “p“ considered variables for  $h = 1, 2, \dots, h$ .

To categorize unknown elements, it is necessary to provide for a decision-making rule for their classification within individual groups. The selection area is divided into “k” not-overlapping classification areas. Each element is categorized into such a group where the a-posteriori probability will be maximal, and, simultaneously, the incorrect classification probability will be minimized. The total probability of incorrect classification can be described by the equation

$$\omega = \sum_{h=1}^k \pi_h \sum_{h' \neq h}^k P\left(\frac{x \in \varphi_{h'}}{A_h}\right) = \sum_{h=1}^k \pi_h \sum_{h' \neq h_{\varphi}}^k \int f_{h'}(x) dx \quad (21)$$

$\varphi$  ...total probability of incorrect classification  
 $\varphi_h$ ...area into which the object is incorrectly classified

For objects classification, it is sufficient to search for the group where the numerator in the Bayes formula (20) is maximal, because the denominator is common for all groups.

$$\psi_h = \pi_h \cdot h_h(x) \quad (22)$$

By expressing the probability of multidimensional normal classification by logarithmic calculation and omission of the addends which are common for all of the groups, we obtain a quadratic discriminative score

$$\psi_h^{(Q)} = x \cdot \varphi_h \cdot x + v_h \cdot x + \rho_h \quad (23)$$

with a matrix of quadratic form

$$\varphi_h = \frac{1}{2} \cdot \sum_h^{-1} \quad (24)$$

a vector of linear coefficients

$$v_h = \mu_h \cdot \sum_h \quad (25)$$

and a constant

$$\rho_h = 1n\pi_h - \frac{1}{2} 1n \left| \sum_h \right| - \frac{1}{2} \mu_h \cdot \sum_h^{-1} \cdot \mu_h \quad (26)$$

where

$\Psi_h^{(Q)}$ .....quadratic discriminative score,

$x'$ .....line vector of values,

$x$ .....column vector of values,

$\varphi_h$ ..... quadratic form matrix in group h,

$\sum_h^{-1}$  .....inverse matrix to covariant matrix in group h,

$v_h$ .....vector of linear coefficients in group h,

$\mu_h$ .....vector of mean values in group h,

$\rho_h$ .....quadratic discriminative constant of the group h,

$\pi_h$ .....a posteriori probability of belonging to the group h,

$|\sum_h|$  ...determinant of covariant matrix of the group h.

If another condition of covariant matrices correspondence is observed, discrimination can be performed by means of a linear discriminative score.

$$\psi_h^{(L)} = \alpha_h \cdot x + k_h \quad (27)$$

with a vector of coefficients

$$\alpha_h = \mu_h \cdot \sum_h^{-1} \quad (28)$$

and a constant

$$K_h = 1n\pi_h - \frac{1}{2} \cdot \alpha_h \cdot \mu_h \quad (29)$$

where

$\Psi_h^{(L)}$  .....linear discriminative score

$\alpha_h$ .....vector of coefficients in group h

$K_h$ .....linear discriminative constant

The discrimination efficiency can be verified by means of re-substitution, that is application of discriminative classification on a selective set and percentual expression of incorrectly classified objects.

#### 4. CONCLUSION

The considerably simplified model presented here enables applications of multidimensional classification on particular ferrographic (or other)

oil analyses and shows the utilization possibilities of this method for interpretation of tribodiagnostic check-up results. However, the practical exploitation depends on particular tasks to be solved. The trend evaluation performs a methodical function during evaluation of tribodiagnostic measuring results. But interpretation of results still depends on the qualifications of the expert who can judge individual changes, their size, and deviations from normal state. These facts somewhat complicate putting tribodiagnostics into practice, because reliable results depend on the qualifications and experience of the expert.

#### REFERENCES

- [1] ANDERSON, P.D., LUCAS, M.: Machine and Lubricant condition Monitoring for Extended Equipment Lifetimes and Predictive Maintenance. Specter Incorporated, Littleton, Massachusetts, USA, 1997
- [2] Analysis of Engine oil by Means of FT-IR Spectrometry. Nicolet Instrument, Prague, 1998.
- [3] PEJLOV, F. – STODOLA, J.: Degradation of Material Properties on Vehicle Friction Bearings. Conference “Materials and Technology in Production of Specialised Machinery”. Brno, 1999, pp. 54 – 60.
- [4] SIKORA, A.: Fundamentals of Technical Diagnostics, Lecture Notes S-632. MA Brno, 1995.
- [5] STODOLA, J.: Possibilities of Identification of Technical Conditions of Machinery Groups by Methods of Tribotechnical Diagnostics. ACADEMY o.p.s. Brno, 1999.
- [6] STODOLA, J.: Modelling of Degradation Processes in Combustion engines. MOTORSYMPO 99, Brno, 1999.
- [7] STODOLA, J.: Results of Tribodiagnostic Tests Oil of Vehicle Combustion 39<sup>th</sup> International Petroleum Conference, Bratislava, 1999.
- [8] STODOLA, J.: Ferrography Tests and their Evaluation. 12<sup>th</sup> International Colloquium Tribology 2000-Plus. Technische Akademie Esslingen. Volume III, pp. 2,163-2,167, 2000.
- [9] STODOLA, J.: Tribotechnical Diagnostics of Mechanical Systems. International Conference TD 2000 – DIAGON 2000. Zlín, Academia centrum, 2000 pp. 275-279
- [10] STODOLA, J.: Results of Multidimensional Tribodiagnostics Measurement. SAE Fall Fuels&Lubricants Technical Conference. Baltimore, Maryland, 2000.
- [11] Atlas of Abrasive Particles for Ferrography. REO TRADE s.r.o. Ostrava, 1999.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СРАВНИТЕЛНИ ИЗПИТВАНИЯ НА ТРОЛЕЙБУСНИ ВЪГЛЕНОГРАФИТНИ ТОКОСНЕМАЩИ ВСТАВКИ

Здравко Бакалов

#### АНОТАЦИЯ

*Проведени са сравнителни изпитвания на метализирани коксови пресовани, коксово-графитни пресовани и коксови пресовани вставки с различна продължителност на термообработката. Въз основа на подробен анализ на получените експериментални резултати се препоръчва използването на метализирани коксови вставки пресовани с максимална продължителност на термообработката. Дадени са препоръки за условията, при които могат да се използват някои от останалите типове токоснемащи вставки*

**Ключови думи:** Тролейбусни въгленографитни вложки, метализирани коксови вставки.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

С цел удължаване на срока на службата на контактния проводник в тролейбусния транспорт се използват преимуществено въгленографитни токоснемащи вставки. Основни компоненти на тези вставки са аморфен въглен или кокс и графит, имащ кристална структура. За повишаване на проводимостта и износоустойчивостта на вставките в сместа, от която се произвеждат, могат да се добавят и метални компоненти. В последния случай най-често вставките се наричат въгленографитни метализирани. Липсата или малкият дял на графит в състава води до получаване на вставки с по-високо специфично съпротивление и по-голяма твърдост. Увеличаването на съдържанието на графит позволява да се намали специфичното съпротивление и твърдостта на токоснемащия материал. Значителното увеличаване на съдържанието на графит обаче е нежелателно, тъй като се отразява отрицателно на износоустойчивостта на вставките.

Получаването на изделията може да бъде или пряко, при което се формира напълно готова

вставка, или косвено. В последния случай на първия етап се произвеждат профили или блокове (заготовки) от токоснемащ материал, от който чрез последваща механична обработка се получават токоснемащи вставки с желаната геометрична форма и размери.

Обикновено най-широко разпространените технологии за производство на готови изделия, респ. заготовки за изработването им, включват следните основни технологични операции:

- получаване на сместа;
- формоване на вставката, респ. заготовката;
- термообработка на вставката, респ. заготовката.

При първата операция се дозират съставките (кокс, графит и свързваща смола). При производство на метализирани вставки се добавя и метален прах (най-често мед). Температурата, при която се получава сместа, зависи преди всичко от типа на използваната свързваща смола. Най-главните изисквания към разглежданата операция е точното дозиране на съставките, доброто хомогенизиране на сместа и недопускането на попадане в нея на примеси и особено на вода.

При втората операция се формова вставката (заготовката) чрез екструдирание на сместа през формоваша дюза. Получената по този начин вставка, респ. заготовка, все още не притежава необходимата якост и проводимост, тъй като отделните частици кокс и графит, а евентуално и метал, са взаимно изолирани в значителна степен от свързващата смола. За да се избегне това, е необходимо провеждането на термообработка, която представлява третата технологична операция.

При термообработката вставките, респ. заготовките, се изпичат при температура 1100 - 1350°C [1]. Тази операция се извършва в електропещ в продължение на 15 - 25 денонощия. Преходните режими (първоначалното загряване и охлаждането в края на процеса) трябва да се провеждат много плавно, за да се избегне появата на пукнатини в материала. Разглежданата операция е твърде енергоемка, поради което производителите се стремят да я съкратят до възможния минимум. Трябва да се има предвид обаче, че при термообработката свързващата смола се преобразува в кокс, в резултат на което се повишава проводимостта на токоснемачия материал. Ето защо намаляването на продължителността на термообработка, макар че води до намаляване на енергийните разходи, се отразява отрицателно на качеството на крайния продукт.

Както вече бе казано, за повишаване на износоустойчивостта и проводимостта на вставките в сместа може да бъде добавен метален прах. Това обаче води до увеличаване на себестойността, а следователно и на цената им.

От качествата на тролейбусните токоснемачи вставки зависи не само износоустойчивостта им, но и интензивността на износване на взаимодействащия с тях контактен проводник. Изборът на оптимален вариант при всяко положение се базира на технико - икономически анализ. Този въпрос е много съществен, но комплексното му разглеждане не е предмет на настоящата работа. Тук трактовката на въпроса е ограничена в чисто технически аспект и има за цел да бъде установено по експериментален път износването на вставките и взаимодействащия с тях контактен проводник в зависимост от типа на материала на вставките и продължителността на прилаганата при производството им термообработка. Обърнато е внимание и на влиянието на посоката на пресоване на заготовките, предназначени за изработване на тролейбусни токоснемачи вставки чрез механич-

на обработка.

Изследванията са проведени със следните видове вставки:

- метализирани коксови пресовани с максимална продължителност на термообработката (МКПМТ);

- коксово - графитни пресовани с максимална продължителност на термообработката (КГПМТ);

- коксово - графитни пресовани с максимална продължителност на термообработката изрязани по посока на пресоването (КГИМТ);

- коксови пресовани със средна продължителност на термообработката (КПСТ);

- коксови пресовани с недостатъчна продължителност на термообработката (КПНТ).

## РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗПИТВАНИЯТА

Изпитванията на вставките и взаимодействията с тях контактен проводник са проведени на специален стенд на фирма "Елтра ПМЗ" ЕООД, а измерванията на абсолютните стойности на износванията е проведено в НИТИЖТ - ЕООД.

Стендът отговаря на препоръки на Национално дружество на електроинженерите в транспорта на Република България НДЕТ - ГТ - 01 "Препоръки за технически изисквания към тролейбусни токоснемачи вставки" (удостоверение за регистрация № 3/07.10.1997 г. на НДЕТ) [2].

Стеновите изпитания са проведени при следните режими:

1. Сух контакт без токово натоварване ( $I=0$ ).
2. Влажен контакт без токово натоварване ( $I=0$ ).
3. Сух контакт при токово натоварване 50 А.
4. Влажен контакт при токово натоварване 50 А.
5. Сух контакт при токово натоварване 100 А.
6. Влажен контакт при токово натоварване 100 А.

Резултатите от изпитванията са дадени в таблица 1. Нормите в таблицата (колона 4) се отнасят за токоснемачи вставки с плътност 1,65 g/cm<sup>3</sup>. При други стойности на плътността нормите се привеждат чрез формула (1):

$$(1) \quad \Delta_{\text{мд}} = \frac{m_n \cdot \Delta m_{\text{д}}}{1,65},$$

където:

$\Delta_{\text{мд}}$  - приведено максимално износване,

СРАВНИТЕЛНА ТАБЛИЦА НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ИЗНОСВАНЕ НА ТРОЛЕЙБУСНИ ТОКОСНЕМАЩИ ВСТАВКИ С УСЛОВНИ ОЗНАЧЕНИЯ МКПМТ, КГПМТ, КГИМТ, КИМТ, КИСТ и КИПТ

Таблица 1

№ по ред	Режим, при който е реализирано износването	Единица на величината	Норма	Измерено МКПМТ	Съответствие	Измерено КГПМТ	Съответствие	Измерено КИМТ	Съответствие	Измерено КИСТ	Съответствие	Измерено КИПТ	Съответствие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	I = 0												
1.1	сух контакт												
	$\Delta m$	g/100 km	0,8 <sup>1)</sup>	0,065	да	0,066	да	0,068	да	0,071	да	0,070	да
1.2.	влажен контакт												
	$\Delta m$	g/100 km	2,5 <sup>2)</sup>	0,066	да	0,067	да	0,069	да	0,072	да	0,071	да
2.	I = 50 A												
2.1.	сух контакт												
	$\Delta m$	g/100 km	3,5 <sup>3)</sup>	0,071	да	0,098	да	0,111	да	0,129	да	> > 3,5	не
2.2.	влажен контакт												
	$\Delta m$	g/100 km	5,0 <sup>4)</sup>	0,083	да	1,217	да	1,816	да	2,112	да	> > 5,0	не
3.	I = 100 A												
3.1.	сух контакт												
	$\Delta m$	g/100 km	5,0 <sup>5)</sup>	0,085	да	0,143	да	0,163	да	0,190	да	> > 5,0	не
3.2.	влажен контакт												
	$\Delta m$	g/100 km	8,0 <sup>6)</sup>	0,099	да	2,276	да	2,675	да	3,111	да	> > 8,0	не
4.	Средно износване $\Delta S$ на контакта на проводника след изпитванията по т.т. 1.1; 1.2; 2.1; 2.2; 3.1 и 3.2	mm <sup>2</sup> /10000 вст. преминавания	0,11	0,010	да	0,039	да	0,046	да	0,0535	да	0,020	да

Стойности на приведено максимално износване  $\Delta m_{\text{мд}}$

а) за токоснемащи вставки МКПМТ:

1)  $\Delta m_{\text{мд}} = 1,16$ ; 2)  $\Delta m_{\text{мд}} = 3,64$ ; 3)  $\Delta m_{\text{мд}} = 5,09$ ; 4)  $\Delta m_{\text{мд}} = 7,27$ ; 5)  $\Delta m_{\text{мд}} = 7,27$ ; 6)  $\Delta m_{\text{мд}} = 11,64$

б) за токоснемащи вставки КИСТ:

1)  $\Delta m_{\text{мд}} = 0,83$ ; 2)  $\Delta m_{\text{мд}} = 2,61$ ; 3)  $\Delta m_{\text{мд}} = 3,65$ ; 4)  $\Delta m_{\text{мд}} = 5,21$ ; 5)  $\Delta m_{\text{мд}} = 5,21$ ; 6)  $\Delta m_{\text{мд}} = 8,34$

g/100 km;

$m_n$  - плътност на изпитваната вставка, g/cm<sup>3</sup>;

$Dm_d$  - максимално допустимо износване за вставка с плътност 1,65 g/cm<sup>3</sup>, g/cm<sup>3</sup>.

## АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Главна цел на анализа е установяване на ефекта от метализиране на вставките и термообработката им. Анализът е проведен в следните направления:

- класиране на вставките по отношение на износоустойчивост и минимално износване на контактния проводник;

- анализ на резултатите от изпитванията с оглед установяване влиянието на продължителността на термообработка на вставките;

- анализ на резултатите от изпитванията с оглед установяване влиянието на посоката на пресоване върху износоустойчивостта на вставките и износването на контактния проводник.

Класирането на изпитваните вставки по отношение на износоустойчивостта и минимално износване на контактния проводник е дадено в таблица 2.

Анализът на резултатите от таблица 1 и таблица 2 показва, че най-добра износоустойчивост на вставките и минимално износване на контактния проводник се получава при метализирани коксови пресовани с максимална продължителност на термообработката вставки (МКПМТ).

Таблица 2

Класиране , № по ред	Условно означение на вставката
1	МКПМТ
2	КГПМТ
3	КГИМТ
4	КПСТ
5	КПНТ

Особено важен е правилният избор на режим за термообработка. В потвърждение на това твърдение са резултатите от допълнителните експерименти с вставки тип КПНТ. При токово натоварване 50 А и сух контакт се забелязва силно загряване на вставките, при което те започват да пушат. В таблица 1 износването е отразено условно като “>> 3,5”. Изчислителната

стойност на износването достига 45,7761 g/100 km, но за практически цели по съображения, посочени по-долу, тази стойност не следва да се прилага буквално. Колкото и да е парадоксално, но при 50 А и влажен контакт експерименталната разчетна стойност на износването намалява на 6,8526 g/100 km, което обаче е повече от нормалната максимално допустима стойност 5 g/100 km. Обяснението за намаляването на износването при влажен контакт противно на очакванията може да се обясни с охлаждащия ефект на подаваната в контакта вода. При токово натоварване 100 А и сух контакт се наблюдава едно направо недопустимо от практическа гледна точка явление - запалване на материала на изследваните вставки с отделяне на обилно количество дим с остър задушлив мирис на изгоряла свързваща смола. Последното дава основание да се предполагат отклонения в режима на термообработка на вставките от производителя, или избор на неподходяща технология. С цел установяване на основателността на едно такова предположение бяха извършени циклични изпитвания на вставките при ток 100 А и сух контакт.

При всеки един цикъл началната температура на вставките е  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Цикълът се прекратява при запалване на вставките. Вставките се загасят, оставят се да изстинат до началната температура, след което се провежда нов цикъл и т.н. до тогава, докато се прекратят samozапалванията. За по-голяма прегледност хронологията на провеждане на експеримента е дадена в табличен вид в таблица 3.

Силното зачервяване и интензивното димене при първите цикли, удължаването на циклите и постепенното намаляване интензивността на димене биха могли да се обяснят с постепенното изгаряне на свързващото вещество. Формална разчетна стойност на износването при този режим е 583,9139 g/100 km, което би влязло в противоречие с някои практически резултати, ако не се вземат под внимание съображенията, изказани по-долу. И в този случай формалният запис в табл.1 е “>> 5,0”. Изказаното по-горе съображение за положителен охлаждащ ефект на подаваната в контакта вода е валиден и за случая. Изчислената въз основа на експериментални данни стойност на износването при влажен контакт и ток 100 А е 83,3528 g/100 km, което е отразено в табл.1 с формалния запис “>> 8,0”. Получените експериментални данни при изпитването на токоснемащи вставки на стенд като че ли на пръв поглед привидно вли-

№ на цикъла	Продължителност, s	Пояснения
I	19,9	Силно загряване и запалване
II	30,1	Силно загряване и запалване
III	50,3	Силно загряване, пушене на вставката и слабо запалване
IV	62,5	Силно загряване, обилно пушене на вставката и частични запалвания
V	99,8	Силно загряване, интензивно отделяне на пушек, но без запалвания
VI	110,2	Силно загряване, леко димене

зат в противоречие с експерименталните данни, получени в експлоатационни условия. До такъв неправилен извод може да се стигне само при формален анализ на получените резултати. На първо място следва да се има предвид, че навсякъде при резултатите от лабораторните изследвания, където се говори за токово натоварване, следва да се имат предвид геометричните размери на епруветките (пробни тела) съгласно НДЕТ-ГТ-01, а не реалните геометрични размери на тролейбусните вставки в експлоатация. От друга страна при стендовите изпитвания се реализират трайни токови натоварвания при константен ток, докато в реални експлоатационни условия снеманият ток е силно променяща се величина във времето. При потегляне и ускоряване се получават големи пускови токове, но продължителността им е относително малка. След излизане на автоматична характеристика токът намалява, а част от пътя се изминава по инерция с изключен тягов двигател, след което следва спиране. Ето защо е трудно да се намери точна еднозначна корелационна зависимост между лабораторните и експлоатационните резултати. И все пак лабораторните резултати позволяват да се даде сравнително бързо една обективна оценка на изпитваните токоснемащи вставки тип КПНТ. В реални експлоатационни условия процесът на изгаряне на свързващото вещество може и да не се развие точно по хронологията от табл.3, но така или иначе такъв процес ще настъпи. Този процес води до прегряване на вставките и деструкция, предизвикваща напукването и дори счупването им, или в най-добрия случай до незадоволителен пробег. Казаното се потвърждава от поведението на изследваните тролейбусни токоснемащи вставки в реални експлоатационни условия. Към всич-

ко до тук следва да се отбележи още един факт. Изпитванията при всички режими на изследвания са проведени с един и същ чифт токоснемащи вставки. Изгарянето на свързващото вещество е станало при леките режими, поради което измереното износване при по-големи токове ( $I = 100$  А и сух респ. влажен контакт) е по-малко от износването, което би било регистрирано, ако всеки един режим на изпитвания бе провеждан с нови неупотребявани до момента вставки.

Следва да се има предвид и още едно съображение при обосноваване на негативната оценка на вставките тип КПНТ. Предизвиквайки силно износване на контактната повърхност на проводника, те биха влошили работата и на евентуално използвани едновременно с тях по един и същ участък други токоснемащи вставки.

Негативното им влияние в тези случаи може да влоши и експлоатационните показатели дори и на най-добрите вставки тип МКПМТ. За установяване поведението на тролейбусни токоснемащи вставки при експлоатация с други токоснемащи вставки бяха проведени стендови изпитания, при което на единия вставкодържател на стенда е монтирана вставка тип КПНТ, а другия - МКПМТ.

Резултатите от проведените изпитвания показват, че при смесена работа на вставките МКПМТ с вставки КПНТ износването на вставките МКПМТ се увеличава в сравнение със случая, при който те работят самостоятелно. В колона 7 на табл.4 е дадено нарастването на износването и на вставката МКПМТ при съвместна работа с вставка КПНТ в сравнение с износването при самостоятелна работа. Следва да се поясни, че сравнението е проведено с най-добрия тип от изследваните вставки, защото



именно в този случай може да се стигне до едно по-мотивирано заключение.

Резултатите от тези изпитвания са дадени в таблица 4. В таблицата е дадено износването  $D_m$  в  $g/100 km$  за вставки МКПМТ при самостоятелна работа и при съвместна работа с КПНТ.

ненти в сместа води до получаване на вставки с по-ниски експлоатационни качества бе потвърдено с някои допълнителни изпитвания извън регламентираната област на изпитвателните параметри.

Както вече бе посочено основните изпитвания при влажен контакт и токови натоварвания

Таблица 4

№ по ред	Режим на изпитване	Самостоятелно изпитване на МКПМТ		МКПМТ при съвместна работа с КПНТ		
		норма	измерено	норма	измерено	n
1.	I = 50А, сух контакт	5,09	0,071	5,09	1,516	21,35
2.	I = 50А, влажен контакт	7,27	0,083	7,27	1,955	23,55
3.	I = 100А, сух контакт	7,27	0,085	7,27	7,036	82,78
4.	I = 100А, влажен контакт	11,64	0,099	11,64	8,922	90,12

В таблица 4 е дадено и увеличаването на износването n на вставките МКПНТ при едновременното им изпитване с вставки КПНТ на стенда.

От таблица 4 се вижда, че при съвместна работа на вставки МКПМТ с вставки КПНТ износването на вставките МКПМТ се увеличава десетки пъти в сравнение с износването на тези вставки, когато работят самостоятелно. Но дори и в този случай износването на вставките МКПМТ остава в допустимите граници, което още веднъж потвърждава високата им износоустойчивост.

Сравнението на резултатите от колони 7 и 9 на таблица 1 показва, че износването на коксово-графитните вставки изрязани от заготовки (профили, блокове) по посока на пресоването им (КГИМТ), е по-голямо, отколкото при вставки (КГПМТ), които са изработени от същия материал и са подложени на същата термообработка. Последното показва, че е за предпочитане при пресоване и обработка на материала да се взема под внимание посоката на натискоската сила, която се прилага върху вставката при експлоатацията. Освен това изцяло отпресованите вставки имат по-добри показатели по отношение износването в сравнение с изрязаните от заготовки.

Изказаното становище, че недостатъчната термообработка и липсата на метални компо-

50 А и 100 А (регламентирани в НДЕТ-ГТ-01) са проведени при съответните изпитвателни режими. Проведени са и допълнителни частични изпитвания при влажен контакт и токово натоварване 125 А имащи характер по-скоро на изследвания за даване на експертна качествена оценка без определяне на точни количествени стойности. Констатацията, че при този експеримент се забелязва тенденция за възникване на абразивно износване при използване на вставки КПСТ, бе потвърдена още по-недвусмислено при провеждане на изпитвания при токово натоварване 160 А и влажен контакт.

Наблюдаваното явление наведе на мисълта, че вставки КПСТ имат по-голямо съпротивление от вставки КПСТ, което наложи провеждане на сравнителни изпитвания и по този показател. Установено бе, че специфичното електрическо съпротивление на вставки КПСТ е около 2 пъти по-високо от специфичното електрическо съпротивление на вставки МКПМТ. Доказателство в това направление е и по-голямата специфична маса на вставки МКПМТ, което се дължи от една страна на по-голямата плътност на материала, а от друга и на наличието на метални компоненти в материала на вставки МКПМТ. Установено бе, че специфичната маса на вставки МКПМТ е около 1,57 пъти по-голяма от специфичната маса на вставки КПСТ.

Следва да се отбележи, че навсякъде по-горе, където се говори за токово натоварване, трябва да се имат предвид геометричните размери на епруветките (пробните тела) съгласно НДЕТ-ГТ-01, а не реалните геометрични размери на тролейбусните вставки в експлоатация.

Анализът и оценката на получените резултати е направен въз основа на нормативите от документа НДЕТ-ГТ-01 “Препоръки за техническите изисквания към тролейбусни токоснемащи вставки”. Нормативите в него са разработени на база на нормите, приети от БДЖ по отношение на износването на въгленографитните вставки на токоснемателите на електрическите локомотиви и електрическите мотрисни влакове, приведени за тролейбусния транспорт. Тези нормативи са заложили и в нормативните документи на български производители и доставчици на тролейбусни токоснемащи вставки. От таблица 1 се вижда, че съответните показатели на класираните на първите места в табл.2 вставки са значително по-ниски от нормираните максимално допустими стойности. Трябва да се вземе под внимание, че нормираните в НДЕТ-ГТ-01 стойности са пределно допустимите. Може да се приеме, че има възможност за намаляване на тези стойности, но това изисква по-задълбочена и мотивирана разработка и излиза извън рамките на настоящата работа. При това следва да се има предвид, че едно недостатъчно мотивирано и необосновано намаля-

ване на допустимите стойности за износване може да доведе до трудно преодолими трудности при избор и доставка на токоснемащи вставки за тролейбусния транспорт.

С още по-голяма острота стои въпросът за нормите за износване на контактния проводник. Единствените налични нормативни документи за сега са паметка на ОСЖД Р 633/4 [4] и препоръки на НДЕТ-ГТ-01.1/2001 [3]. От таблица 1 на първия документ е взета стойността  $0,11 \text{ mm}^2/10\,000$  токоснематело-преминавания, която се отнася за електрически мотрисни влакове на постоянен ток. Тази норма е заложила и в документа НДЕТ-ГТ-01.1/20001 [3].

Като се вземат предвид обаче специфичните условия на работа на тролейбусните токоснематели по мое мнение тази норма следва да бъде повишена на  $0,17 - 0,20$ . При това тук се касае за средно износване на контактния проводник при дефинираните режими на изпитвания. Отчитайки горепосочените аргументи, на база експертна оценка могат да се предложат дискуссионните стойности, приведени в таблица 5.

## ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Анализът на получените резултати позволява да се направят следните изводи и препоръки:

1. Най-добри показатели от изпитваните вставки по отношение на износоустойчивост,

Таблица 5

№ по ред	Режим	Действаща норма	Експертно предложение за норма
1.	$I = 0 \text{ A}$ , сух контакт, $\text{g} / 100 \text{ km}$	0,8	0,5
2.	$I = 0 \text{ A}$ , влажен контакт, $\text{g} / 100 \text{ km}$	2,5	1,5
3.	$I = 50 \text{ A}$ , сух контакт, $\text{g} / 100 \text{ km}$	3,5	2,5
4.	$I = 50 \text{ A}$ , влажен контакт, $\text{g} / 100 \text{ km}$	5,00	3,5
5.	$I = 100 \text{ A}$ , сух контакт, $\text{g} / 100 \text{ km}$	5,00	3,5
6.	$I = 100 \text{ A}$ , влажен контакт, $\text{g} / 100 \text{ km}$	8,00	5,00
7.	Средно износване $\Delta S$ на контактния проводник след изпитвания по т.т.1, 2, 3, 4, 5 и 6.	0,11	0,17-0,20

износване на контактния проводник и допустимо токово натоварване притежават метализираните коксови вставки пресовани с максимална продължителност на термообработката (МКПМТ).

2. Използуването на вставки от типовете КГПМТ, КГИМТ и КПСТ е допустимо, ако цените им са по-ниски от цените на вставки МКПМТ при условие, че ценовата разлика е предпоставка за интегрален икономически ефект, при определянето на който се вземат под внимание износването на вставките и проводника, приведените експлоатационни разходи, приведени разходи за капитален ремонт и др.

3. Прилагането на вставки тип КПНТ не се препоръчва.

4. Всяка една процедура по избор на доставчик на тролейбусни токоснемащи вставки трябва да се базира в значителна степен на резултатите от сравнителните изпитвания на различните типове предлагани вставки.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Купцов Ю.Е. Увеличение срока службы контактного провода, Москва, Транспорт, 1972.

[2] НДЕТ-ГТ-01 “Препоръки по техническите изисквания към тролейбусни токоснемащи вставки”, София, 1995.

[3] НДЕТ-ГТ-01.1/2001 “Временни технически препоръки относно удължаване на срока на служба на контактния проводник”, София, 2001.

[4] Паметка на ОСЖД Р 633/4.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА РЕСУРС ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Георги Генадиев

#### АННОТАЦИЯ

*В статье представлены результаты исследования влияния термической нагрузки на ресурс изоляции электрических машин. Сделана сравнительная оценка эффекта отдельной и смешанной нагрузки.*

**Ключевые слова:** изоляционные материалы, надежность, ресурс

Современные электрические машины широко используются на транспорте - в разнообразных условиях. К этим условиям относятся:

- изменение температуры;
- изменения давления окружающего воздуха;
- высокая влажность;
- различные агрессивные среды;
- высокие механические перегрузки;
- вибрации и удары и др.

Как известно, эти факторы оказывают неблагоприятное влияние на надежность электрических машин.

Надежность электрических машин тесно связана с долговечностью и в значительной степени определяется долговечностью их обмоток. Последняя зависит от состояния их изоляции.

Основной характеристикой изоляции является ее электрическая прочность. Изоляция должна:

- сохранять высокую теплопроводность;
- обладать достаточной механической прочностью и эластичностью;
- сохранять стабильный химический состав;
- сохранять устойчивую структуру;
- соответствовать специфическим требованиям, например химостойкость, морозостойкость и т.д.

Разрушение изоляции происходит в результате нагрева, механических усилий, влияние агрессивных сред, влияние влаги и запыленности и других факторов.

Из перечисленных факторов во многих случаях доминирует температура и как следствие - тепловое старение изоляции. В связи с тем следует различать теплоустойчивость и нагревостойкость изоляции [1,2]. Для практических целей нагревостойкость является более важной характеристикой изоляции и определяется ее скоростью старения в условиях повышенных температур – характеризует способность изоляционного материала выдерживать воздействие предельной допустимой для данного класса изоляции температуры:

- без существенного ухудшения характеристик;
- в течение периода времени, соответствующего сроку службы машины;
- при обусловленных величинах других эксплуатационных воздействий.

Нагревостойкость положена в основу классификации электроизоляционных материалов.

Нагревостойкость изоляционного материала или конструкции выражается в виде зависимости (аналитической или графической) между средним ресурсом и температурой испытаний

или неизменных остальных условиях, т.е. регрессионной зависимости.

Пользуясь известными линиями регрессии для изоляционных материалов различных классов [1], некоторые ресурсы показаны в таблице 1. Эти данные являются основой для нижеполученных результатов в таблицах 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, где:

$$m_j = \frac{\ln \frac{T_j}{T_1}}{\ln \frac{\theta_1}{\theta_j}} \quad (j = 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

- степенный показатель аппроксимационной зависимости:

$$\frac{T_j}{T_1} = \left( \frac{\theta_1}{\theta_j} \right)^{m_j}; \quad (2)$$

•  $\alpha_j$  - часть времени приложения термической нагрузки при температуре  $\theta_j$

$$\left( \sum_{j=1}^n \alpha_j = 1 \right);$$

$$T_{смесь} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{\alpha_j}{T_j}} \quad (3)$$

- смешанный ресурс, т.е. ресурс, являющийся результатом приложения  $n$  термических нагрузок при соответствующих температурах  $\theta_j$  и частях времени их приложения  $\alpha_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) [3];

$$T_{ср} = \frac{\sum_{j=1}^n T_j}{n} \quad (4)$$

- средний ресурс участвующих в зависимости (3) ресурсов  $T_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ).

Сравнение результатов ниже в столбцах (4) + (8) таблиц 2 + 8 показывает, что:

$$T_{смесь} < T_{ср}. \quad (5)$$

Таблица 1

Значение ресурса  $T, h$  для изоляционных материалов различных классов:

		Класс изоляции						
		Y	A	E	B	F	H	C
Температура $\theta, ^\circ C$  $\Rightarrow$	100	10 000	25 000	70 000	125 000	-	-	-
	120	3 000	7 000	20 000	40 000	-	-	-
	140	800	2 500	6 000	10 000	50 000	400 000	-
	160	300	1 000	2 500	4 000	15 000	80 000	-
	180	120	400	900	1 500	3 500	20 000	300 000
	200	50	150	400	600	1 500	5 000	80 000
	220	25	60	150	250	500	1 500	17 000
	250	-	-	60	80	150	300	3 000
	300	-	-	-	-	-	-	250

Таблица 2

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции Y:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	100	-	0,1	0,0	0,5	0,0	0,5	
2	120	6,60	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	
3	140	7,51	0,1	0,2	0,2	0,4	0,0	
4	160	7,46	0,2	0,1	0,0	0,4	0,2	
5	180	7,52	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	
6	200	7,64	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	
7	220	7,60	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	
			103	139	120	214	105	← $\frac{T^{мес}, h}{T_{cp}, h}$
			2 042	849	3 456	318	2 611	

Таблица 3

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции A:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	100	-	0,1	0,0	0,4	0,0	0,6	
2	120	6,98	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	
3	140	6,84	0,2	0,3	0,0	0,1	0,1	
4	160	6,85	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	
5	180	7,03	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	
6	200	7,38	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	
7	220	7,65	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	
			220	431	466	511	481	← $\frac{T^{мес}, h}{T_{cp}, h}$
			5 159	2 210	8 288	2 663	5 792	

Таблица 4

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции E:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	100	-	0,2	0,0	0,5	0,0	0,1	
2	120	6,87	0,2	0,5	0,0	0,0	0,4	
3	140	7,30	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	160	7,09	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	
5	180	7,41	0,1	0,4	0,2	0,4	0,0	
6	200	7,45	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	
7	220	7,79	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	
8	250	7,71	0,1	0,0	0,0	0,3	0,4	
			362	880	2 862	156	144	$\Leftarrow \frac{T_{смесь}, h}{T_{ср}, h}$
			12 501	7 017	24 467	802	22 615	

Таблица 5

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции B:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	100	-	0,1	0,7	0,0	0,3	0,1	
2	120	6,25	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	
3	140	7,50	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	
4	160	7,32	0,2	0,0	0,2	0,2	0,5	
5	180	7,52	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	
6	200	7,70	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	
7	220	7,88	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	
8	250	8,03	0,1	0,0	0,7	0,2	0,0	
			426	11 797	113	328	1 875	$\Leftarrow \frac{T_{смесь}, h}{T_{ср}, h}$
			22 679	44 125	1 860	32 420	42 313	



Таблица 6

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции F:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	140	-	0,2	0,8	0,3	0,0	0,2	
2	160	9,02	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	180	10,58	0,2	0,0	0,0	0,5	0,1	
4	200	9,83	0,1	0,1	0,0	0,3	0,4	
5	220	10,19	0,2	0,0	0,5	0,2	0,0	
6	250	10,02	0,2	0,1	0,2	0,0	0,3	
			$\frac{535}{11\ 775}$	$\frac{1\ 335}{17\ 217}$	$\frac{427}{16\ 883}$	$\frac{1\ 346}{1\ 833}$	$\frac{435}{13\ 788}$	$\Leftarrow \frac{T^{смесь}, h}{T_{cp}, h}$

Таблица 7

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции H:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	140	-	0,1	0,7	0,0	0,4	0,2	
2	160	12,05	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	
3	180	11,92	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	
4	200	12,29	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	
5	220	12,36	0,2	0,0	0,3	0,0	0,5	
6	250	12,41	0,2	0,1	0,2	0,4	0,0	
			$\frac{1\ 206}{84\ 467}$	$\frac{2\ 930}{125\ 075}$	$\frac{1\ 085}{6\ 700}$	$\frac{746}{125\ 075}$	$\frac{2\ 962}{160\ 500}$	$\Leftarrow \frac{T^{смесь}, h}{T_{cp}, h}$

Таблица 8

Сравнительная оценка ресурсов для класса изоляции С:

№ <i>j</i>	Темпе- ратура $\theta_j, ^\circ C$	$m_j$	$\alpha_j$					
			(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	180	-	0,3	0,8	0,0	0,0	0,3	
2	200	12,54	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	
3	220	14,16	0,2	0,1	0,6	0,0	0,0	
4	250	14,02	0,2	0,0	0,3	0,5	0,3	
5	300	13,88	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	
			$\frac{1\ 136}{80\ 150}$	$\frac{103\ 832}{132\ 500}$	$\frac{7\ 378}{33\ 500}$	$\frac{5\ 783}{41\ 500}$	$\frac{1\ 107}{95\ 813}$	$\leftarrow \frac{T^{смесь}, h}{T_{ср}, h}$

Можно сделать следующие выводы:

· Нарастание температуры весьма значительно снижает ресурс электрической изоляции. Теоретическая зависимость влияния температуры на ресурс - экспоненциальная, например в [1]; **в узких интервалах** изменения температуры аппроксимационная зависимость может быть степенной, как видно из таблиц 2?8 - столбцы (3).

· Смешанный характер приложения термической нагрузки является невыгодным для ресурса изоляции - в смысле зависимости (5).

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

[1] Ермолин Н.П., Жерихин И.П. Надежность электрических машин. Л., Энергия, 1976.  
 [2] Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин. М., Высшая школа, 1988.  
 [3] Генадиев Г. и др. Ресурси под смесено и деференцирано натоварване. 11-та научна конференция ТЕМРТ 2001, ВТУ “Т. Каблешков”. Сборник доклади, с. 159-164.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОСОБЕНОСТИ НА ЗАХРАНВАЩОТО НАПРЕЖЕНИЕ НА ТРИФАЗЕН АСИНХРОНЕН ТЯГОВ ДВИГАТЕЛ

Галина Чернева

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се разглеждат някои причини, предизвикващи несиметрия на захранващото напрежение у на трифазен асинхронен тягов двигател при импулсно-фазовото му управление от тиристорен преобразувател на напрежение.*

**Ключови думи :** асинхронен тягов двигател, хармоничен анализ на захранващо напрежение, импулсно - фазово управление.

#### 1.УВОД

Едно от перспективните направления в развитието на тяговото електрозадвижване е използването на безколекторни тягови двигатели. Постиженията в областта на силовата електроника и електронните системи за управление дават възможност за използване на трифазни асинхронни тягови двигатели с късосоединен ротор.

Асинхронните електрически машини имат някои предимства, които ги правят особено подходящи за използването им като тягови електродвигатели:

- опростена конструкция без колектор и четки, която е с много по-висока степен на сигурност и се нуждае от значително по-малки разходи за поддържане и ремонт. По-малко е количеството на използваните материали - например разходът на мед намалява 2-2,5 пъти, а на изолационни материали 3 пъти;

- специфичните параметри на асинхронната машина значително превъзхождат тези на постояннотоковите машини. Отношението мощност към обем е около 1,5 пъти по-добро при асинхронните машини, в сравнение с постояннотоковите [1]. А в сравнение с колекторните двигатели при едни и същи масогабаритни по-

казатели асинхронните имат с 40-50% по-висока мощност;

- естествените скоростни характеристики на асинхронната машина са сравнително твърди и поради това позволяват да се постигне в по-голяма степен самозащита от боксуване без по-специални мерки за това. По-добре се използват и наличните възможности за реализиране на теглителна сила. Експлоатационният среден коефициент на сцепление при използване на асинхронната машина като тягов двигател нараства с около 20 % спрямо случая с постояннотокови тягови двигатели.

- получават се нови пусково-спирачни характеристики, поради използването на импулсно регулиране на напрежението и честотата на тока в тягов и спирачен режим.

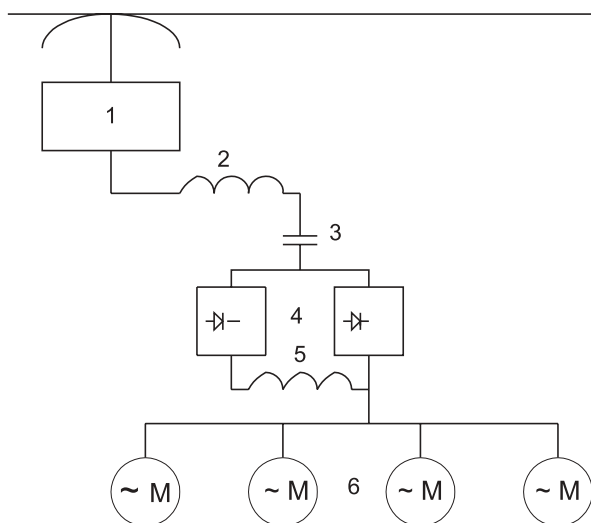
Наред с тези предимства използването на асинхронните машини като тягови има и недостатъци, свързани най-вече с използването на сравнително сложни преобразуватели, необходими за тяхното управление. Първо е необходимо преобразуване на еднофазното входно напрежение с постоянна честота в трифазно, след което управление на честотата и амплитудата на това трифазно напрежение, захранващо двигателя.

## 2. ПРИНЦИПНА СХЕМА НА ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНЕТО.

Важен момент при използването на тягови асинхронни двигатели за електрическия подвижен състав при променлив ток е изборът на принципната схема на преобразувателя. Заедно с общите изисквания за надеждност и икономичност, към полупроводниковия преобразувател се предявяват специфични изисквания за обезпечаване на устойчива и ефективна работа на тяговия двигател. Тъй като характеристиките и свойствата на асинхронния двигател са тясно свързани с качествата на преобразувателя, то той трябва да обезпечи електрическата устойчивост на задвижването, пусковата тягова сила на локомотива, изглаждането на пулсациите на тока и напрежението и др.

В най общ случай преобразувателят съдържа звено за постоянен ток /управляем или неуправляем токоизправител / и инвертор / токов или трифазен напреженос/, който формира система напрежения с управляема честота. При използване на широчинно - импулсна модулация на изправителя се постига по-висок коефициент на мощността. Честотата на трифазното напрежение се регулира чрез автономен инвертор.

Принципната електрическа схема на задвижване с асинхронен тягов двигател е показана на фиг.1.



Фиг.1.

1 - входен преобразувател; 2 - индуктивност на входния филтър; 3 - кондензатор на входния филтър; 4 - изправително-инверторен преобразувател; 5 - допълнителна индуктивност; 6 - тягови асинхронни двигатели

Характерното тук е, че между двете основни звена на преобразуване - входния преобразувател и инвертора, има постоянно токова верига, т.е. преобразуването на променливото входно напрежение в променливо изходно с управляема честота, става чрез междинно постоянно токово звено.

При захранването на асинхронния тягов двигател от тиристорния преобразувател обаче възникват редица процеси, които водят до несиметрия на трифазната система синусоидални напрежения. Това оказва съществено влияние върху енергийните характеристики на задвижването.

Както е известно при несиметрия на синусоидалните напрежения на трифазната система от порядъка на 2-3,5%, се увеличават загубите в двигателя на около 20-30% и се повишава температурата на намотките на около 25% [2].

При управлението на асинхронния двигател от тиристорен преобразувател на напрежение допълнителен фактор, предизвикващ несиметрия на захранващото напрежение, е асиметрията на системата на импулсно-фазово управление. Известно е, че несиметрията на изходното от инвертора напрежение се характеризира с наличието на субхармонични съставлящи [3].

3. Висши хармоници на захранващото напрежение.

За определяне на основните характеристики на асинхронния двигател / въртящ момент, ток в статорната намотка, КПД / при захранването му с инвертор на напрежение с широчинно-импулсна модулация е необходимо да се знаят висшите хармоници на тока и напрежението, възникващи при широчинно-импулсния метод на формиране на напрежението на асинхронния двигател.

Ако се изследва фазното напрежение на асинхронния двигател при свързване на статорната намотка в звезда с изведен нулев проводник, се установява, че то представлява последователност от двуполярни импулси с амплитуда  $U/2$  и променлива продължителност, промодулирана в съответствие със синусоидалния закон.

Фазното напрежение при свързване на статорната намотка в звезда, без изведен нулев проводник, се оказва, че има по-сложна форма и то не е предмет на разглеждане в настоящата статия. За изследване на честотните спектри на напрежението, получено от широчинно-импулсната модулация, е удобно да се използват двойните редове на Фурие [4].

Кривата на фазното напрежение  $u_{\phi}(t)$  може

да се представи като функция на две променливи  $F(x,y)$ , където :

$$x = \omega_k t = 2\pi f_k t \quad (1)$$

е основна ъглова честота, а

$$y = \omega_s t = 2\pi f_s t \quad (2)$$

ъглова честота на модулацията.

След някои преобразувания на представената в двоен ред на Фурие функция [5], можем да получим за фазовото напрежение на първа фаза:

$$u_A(t) = \frac{\mu U}{2} \sin \omega_s t + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{U}{\pi \cdot m} \sin m \omega_k t + \sum_{m=1n=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{U}{\pi \cdot m} (-1)^{m+n+1} J_n(m\mu \cdot n) \sin(m\omega_k + n\omega_s)t \quad (3)$$

Ако заместим в (3)  $\omega_s t$  с  $\omega_s t - 2\pi/3$  и  $\omega_s t + 2\pi/3$  можем да получим зависимостите за втора и трета фаза на трифазното напрежение при изведен нулев проводник.

Така за напрежението във втора фаза се получава :

$$u_B(t) = \frac{\mu U}{2} \sin(\omega_s t - \frac{2\pi}{3}) + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{U}{\pi \cdot m} \sin m \omega_k t + \sum_{m=1n=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{U}{\pi \cdot m} (-1)^{m+n+1} J_n(m\mu \cdot n) \times \sin\left[(m \cdot \omega_k + n \cdot \omega_s)t - \frac{2\pi}{3} \cdot n\right] \quad (4)$$

Аналогично за напрежението в трета фаза се получава :

$$u_C(t) = \frac{\mu U}{2} \sin(\omega_s t + \frac{2\pi}{3}) + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{U}{\pi \cdot m} \sin m \omega_k t + \sum_{m=1n=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{U}{\pi \cdot m} (-1)^{m+n+1} J_n(m\mu \cdot n) \times \sin\left[(m \omega_k + n \omega_s)t + \frac{2\pi}{3} \cdot n\right] \quad (5)$$

#### 4.ИЗВОДИ.

В кривата на фазното напрежение на трифазната статорна намотка, свързана в звезда, с изведен нулев проводник на асинхронния тягов двигател, захранван от напреженов инвертор с широчинно-импулсна модулация, освен основният хармоник с честотата на модулация, има и хармоници с честота, кратна на основната честота, както и комбинирани хармоници.

Тяхната честота е кратна на основната честота и честотата на модулация.

Анализирайки получените резултати, може да се направи извод, че хармониците на напрежението с честота, кратна на основната, образуват нулева последователност.

Комбинираните хармоници при  $n=0, 3, 6, \dots, 3k$ , където  $k$  е произволно цяло число, също образуват нулева последователност. При  $n=3k+1$  - права последователност, а при  $n=3k-1$  - обратна последователност.

Линейните напрежения по хармоничен състав се различават от фазните по това, че нямат хармоници с нулева последователност, а всички останали хармоници са пъти по-големи.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Тихменев, Б. Электровозы переменного тока с тиристорными преобразователями, 1988
- [2] Beaty H. Wayne. Motors require voltage limits - Elec. World, 1978, 189, N 5
- [3] Капинос В.И. Исследование и разработка систем управления для асинхронных электроприводов. 1981
- [4] Сетюков Л.И. Применение двойных рядов Фурье для определения частотных спектров различных видов импульсной модуляции - Труды МЭИ, Радиотехника и электроника
- [5] Сарбатов, Р. Тиристорные преобразователи частоты в электроприводе, 1980
- [6] Elektrische Bahnen, 45-1974
- [7] Elektrische Bahnen, 44-1973

### **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. За информация и контакти-кафедра: ”СОТС”

### **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. За информация и контакти-кафедра ”СОТС”.

### **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. За информация и контакти-кафедра: ”СОТС”.

### **Терминална и офис техника**

Лабораторията е съоръжена с необходимите учебни макети, измервателна техника и учебни пособия, над 40 измервателни уреда и 28 макета. Тук се провеждат учебни занятия по дисциплините - Терминална и офис техника, Аудио и видео техника, Терминални интерфейси и протоколи, Измервания в комуникациите. В часовете по дадените дисциплини се разглеждат основните принципи в конкретната техника и съвременните технически реализации. За информация и контакти-кафедра: ”СОТС”



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ЭКОЛОГИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

А.Н. Горский, Л.К. Васильева

#### АНОТАЦИЯ

*В последние годы появилось большое число публикаций, в которых высказывается обобщенность последствиями влияния ЭМП на человека. Приводятся данные об обусловленности ряда заболеваний электромагнитными излучениями. Анализ заболеваний с временной утратой трудоспособности показал, что лица, подвергавшиеся воздействию ЭМП, чаще и дольше болеют. Работники электрического транспорта и пассажиры находятся под постоянным воздействием ЭМП различного характера, интенсивности и частотных диапазонов. Среди железнодорожников распространено мнение, что пассажир, находящийся в вагоне, защищен от действия ЭМП, т.к. железная обшивка вагона экранирует ЭМП. В действительности это так только частично.*

Электрический транспорт, как одна из наиболее энергоемких отраслей промышленности, является мощным источником электромагнитных полей (ЭМП) и излучений (ЭМИ). Работники электрического транспорта и пассажиры находятся под постоянным воздействием ЭМП различного характера, интенсивности и частотных диапазонов. В последние годы появилось большое число публикаций, в которых высказывается обобщенность последствиями влияния ЭМП на человека. Приводятся данные об обусловленности ряда заболеваний электромагнитными излучениями. Анализ заболеваний с временной утратой трудоспособности показал, что лица, подвергавшиеся воздействию ЭМП, чаще и дольше болеют. Среди патологий проявляются расстройства центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, системы кровообращения, иммунной системы. Снижается работоспособность, ослабляется память и внимание. С увеличением стажа работы количество указанных жалоб возрастает. В

различных отраслях промышленности интенсивно проводятся исследования влияния на человека ЭМП низкой частоты, т.к. частоты (вибрации) таких полей наиболее близки к биологическим ритмам центральной нервной системы и деятельности сердца.

Среди железнодорожников распространено мнение, что пассажир, находящийся в вагоне, защищен от действия ЭМП, т.к. железная обшивка вагона экранирует ЭМП. В действительности это так только частично. Постоянные и переменные низкочастотные поля имеют электрическую и магнитную составляющую. От электрической составляющей поля пассажир действительно защищен, от магнитной – нет. Расчеты показали [1], что при токе в контактной сети  $I = 2000$  А значение напряженности магнитного поля на уровне головы пассажира, находящегося в вагоне электропоезда, составляет  $H = 81$ /м (что соответствует значению магнитной индукции  $B = 101$  мкТл). По данным исследователей, магнитные поля наиболее



опасны для человека.

Для защиты от ЭМП и ЭМИ могут быть использованы различные методы и средства: защита временем; защита расстоянием; рациональное размещение электрооборудования так, чтобы ЭМП, создаваемые различными источниками, компенсировали друг друга, ослабляя тем самым результирующее ЭМП; применение индивидуальных средств защиты (защитная одежда); использование поглотителей мощности, обеспечивающих очистку пространства от проникающих в него ЭМП.

Реабилитация лиц, подвергшихся электромагнитному облучению, может осуществляться в специальных кабинетах. Пациент в них оказывается под воздействием магнитных полей широкополосного частотного спектра, синтезированного с помощью компьютерной техники так, чтобы он был близок к спектру гео-

магнитного поля в периоды его спокойного состояния («экологически чистое» ЭМП). Частотная зависимость такого поля описывается выражением  $f^{-\beta}$ , где  $\beta$  где  $0,8 \leq \beta \leq 1,6$ . В последнее время стали подбираться ЭМП индивидуально для конкретного пациента, обладающего теми или иными физиологическими и личностными особенностями. Клинические исследования показали, что подобные ЭМП оказывают положительное терапевтическое действие на человека.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

{1.] Горский А.Н., Васильева Л.К. Электромагнитные излучения и защита от них. Учебное пособие, СПб, ПГУПС, 2000г., 101с.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ ОТ КОМУТАЦИЯ НА ТРАНСФОРМАТОРИ С ВАКУУМНИ ПРЕКЪСВАЧИ

Неделчо Неделчев

#### АНОТАЦИЯ

*Даден е теоретичен анализ за големината на пренапреженията, възникващи при комутация на силови трансформатори с различна мощност и дължина на захранващия ги кабел.*

**Ключови думи:** вакуумен прекъсвач 6 kV, комутационни пренапрежения, силов трансформатор

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Масовото навлизане на вакуумни прекъсвачи в кабелните мрежи за номинално напрежение 6 kV през последните години поставя с много голяма актуалност въпросите за изследване, анализ и ограничаването на комутационните пренапрежения, които се предизвикват от тяхното действие. Внедряването на вакуумни прекъсвачи се обуславя от техните предимства: голяма механична якост, просто обслужване, екологична чистота, малка маса и габарити, пожаробезопасност и др.

Основният недостатък на вакуумните прекъсвачи е тяхната способност да генерират високи пренапрежения при комутацията на индуктивни товари.

Пренапреженията обикновено възникват при изключване на ненатоварени силови трансформатори.

В доклада се обобщават проведените изследвания за големините на пренапреженията, получени по изчислителен метод, като се разглеждат различни параметри на съоръженията и режимите на работа на електрическата мрежа.

#### ФИЗИЧНО ОПИСАНИЕ НА ПРОЦЕСА

Комутациите на индуктивни токове с вакуумни прекъсвачи се съпровождат с появата на пренапрежения, предизвикани от срязването на тока преди неговото преминаване през нулата и при повторени пробиви в междуконтактното пространство, предизвикан от високата скорост на нарастване на напрежението при разделяне на контактите на прекъсвача. Това явление се наблюдава при изключване на ненатоварени трансформатори, реактори и пусковия ток на електродвигатели.

По време на процеса на изключване в междуконтактното пространство на прекъсвача възниква вакуумна дъга, горяща в парите от метала на контактите. Поради високата скорост на нарастване на електрическата якост на междуконтактното пространство във вакуума, в процеса на разделяне на контактите, дъгата гасне преди преминаване на тока с промишлена честота през нулата. Наблюдава се процес на срязване на тока.

В резултат на това явление, запасената енергия в индуктивните елементи на извода (напри-

мер, в индуктивността на трансформатора и капацитета на хранящия кабел), предизвиква повишаване на напрежението в образуващия се колебателен L-C контур, което често води до пробив на изолацията на електросъоръженията.

Пренапреженията при срязване на тока се оказват значително големи при изключване на ненатоварени трансформатори, особено когато те са присъединени с къси хранящи кабели (каквито са случаите в системите за собствени нужди на ТЕЦ). Пренапреженията при многократните повторни запалвания на дъгата в прекъсвача се оказват сравнително по-тежки за изолацията, отколкото пренапреженията при първото срязване на тока.

Вакуумните прекъсвачи са способни да изключват токовете от възникналите високочестотни колебания. След тях се получава възстановяване на напрежението, но при по-висока стойност на диелектричната якост, след което възниква нов пробив при по-голяма стойност на колебателното напрежение. Резултатът е по-високо нарастващо пренапрежение след всеки период на свободната съставка, което се получава върху изключената индуктивност, в случая - ненатоварения трансформатор.

Многократните повторни запалвания възникват, ако контактите на прекъсвача се разделят с 4 до 8 електрически градуса преди преминаване на тока през нулата. При други стойности на ъгъла, междуконтактното пространство ще възстанови диелектричната си якост и няма да има повторни запалвания.

Повторните запалвания, създадени от колебателния процес, предизвикват серия от импулсни пренапрежения със стръмен фронт върху изолацията. Те са особено опасни за междувивковата изолация на трансформаторите. По тази причина, началото на намотките на трансформаторите се правят с усилена междувивкова изолация и задължително тези съоръжения се изпитват с напрежение с честота 100 Hz.

Пренапреженията, създадени при първото срязване на тока имат по-полегат фронт, а оттам и по-слабо въздействат върху главната изолация на силовите трансформатори.

## МОДЕЛИРАНЕ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯТА ПРИ ВАКУУМНИТЕ ПРЕКЪСВАЧИ

Причините за поява на високи пренапрежения при комутацията с вакуумните прекъсвачи

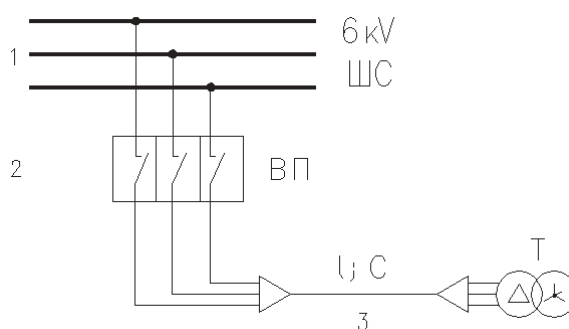
са следните:

- Срязване на тока преди неговото естествено преминаване през нулата и освобождаване на натрупаната енергия в индуктивните елементи на схемата;
- Недостатъчната диелектрична якост на междуконтактното пространство при първото срязване на тока, което предизвиква повторен пробив - ново запалване на дъгата.
- Разликата във времето за срязване на тока в другите фази, нареченото “виртуално”, при което натрупаната по-голяма енергия води до повторно запалване на дъгата в първата фаза.
- Възможни повторни пробиви в различните фази стават при много малки разстояния между техните контакти.

Тези особености при развитие на процесите във вакуумните прекъсвачи позволяват да се създаде математичен модел на междуконтактното пространство, удобен за изследване на пренапреженията.

## ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ГОЛЕМИНАТА НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯТА

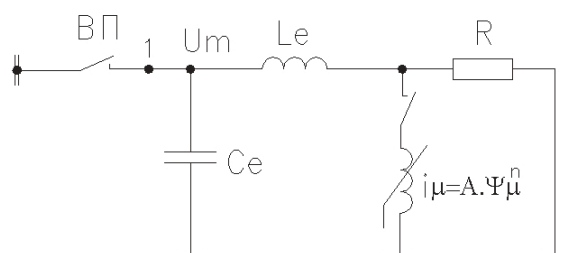
За да се оцени големината на възможните пренапрежения, възникващи в различни случаи на използване на вакуумни прекъсвачи, се разглежда процесът на изключване с този тип прекъсвач на кабелен извод, който хранява силов трансформатор (фиг. 1).



Фиг. 1. Изходна схема:

1 – шинна система, 2 - вакуумен прекъсвач, 3 - кабел, 4 - трансформатор.

Свързващият кабел се заменя с еквивалентна Т-схема, а трансформатора - с неговото индуктивно и активно съпротивление. Еквивалентната заместваща схема е показана на фиг.2.



**Фиг.2. Еднолинейна еквивалентна схема на трансформаторното присъединение:**

$C$  – капацитетът на кабела;  $L$  и  $R$  – индуктивността и активното съпротивление

Ако пробивът настъпи в момент от време  $t$ , предшествуващ преминаването на тока през нулата, то енергията ( $W_m$ ), запасена в трансформатора, се прехвърля като статична енергия ( $W_e$ ) върху еквивалентния капацитет [1]:

$$(1) W = W_m = \frac{I_{\mu_{\max}}^2 L_{\mu e}}{2} \approx W_e = \frac{U_{\max}^2 C_e}{2}$$

или

$$U_{\max} = I_{\mu_{\max}} Z_T,$$

където  $Z_T = \sqrt{L_{\mu e}/C_e}$  е характеристичното съпротивление на контура на изключвания трансформатор;  $C_e = C_k + C_T$  – еквивалентният капацитет на контура, който е сума от капацитетите на елементите, участващи в заместващата схема: капацитетите на кабела  $C_k$  и на трансформатора  $C_T$ ;  $L_{\mu e}$  – еквивалентната енергия, натрупана в индуктивността, която съответства

на потокосцеплението  $\Psi_{\mu_{\max}} = L_{\mu} I_{\mu_{\max}}$ . Намагнитването на трансформатора се замества като нелинейна индуктивност за намагнитващата верига.

След пренебрегване на загубите от хистерезис, потокосцеплението се апроксимира с кри-

ва на намагнитването от вида  $i_{\mu} = A \Psi_{\mu}^n$ , където  $n$  и  $A$  са коефициентите, отчитащи степента на нелинейност в кривата на намагнитване [2]. Загубите в трансформатора се отчитат с активното съпротивление  $R$ .

Изчисляването на комутацията при изключване на силов трансформатор, която е съпроводена с многократни повторни запалвания и поява на пренапрежения, се извършва с достатъч-

на точност, като се използва Г-образната заместваща схема. Заместващата схема на захранващия кабел е Т-образна със съсредоточени параметри. За опростяване на изчисленията индуктивностите и капацитетите на силовия кабел и трансформатора се представят с техните еквивалентни стойности.

Развитието на процеса на прехвърляне на енергия се представя със зависимостта:

$$(2) W = \frac{C_e u^2}{2} + \frac{L_e i^2}{2} = \frac{C_e U_m^2 \cos^2 \omega t}{2} + \frac{L_e I_m^2 \sin^2 \omega t}{2} = \frac{C_e U_m^2}{2} \left( \cos^2 \omega t + \frac{L_e}{C_e} \cdot \frac{I_m^2 \sin^2 \omega t}{U_m^2} \right)$$

където  $U_m$  и  $I_m$  – амплитудите на напрежението и тока в режима, предшестваш изключването;  $L_e = L_k + L_T$  – еквивалентната индуктивност на контура, която е сума от индуктивностите на кабела  $L_k$  и трансформатора  $L_T$ ;  $\omega$  – ъгловата честота.

Връзката между тока и напрежението в точка 1 в режима, предшестваш изключването, се определя с израза:

$$(3) \frac{U_m}{I_m} = \sqrt{X_e^2 + R^2} = \sqrt{\omega^2 L_e^2 + R^2} = \omega L_e \sqrt{1 + \left( \frac{R}{\omega L_e} \right)^2} \approx \omega L_e,$$

тъй като  $R/\omega L_e$  е много малко.

Израз (2) може да се представи, след като се отчете (3):

$$(4) W = \frac{C_e U_m^2}{2} \left( \cos^2 \omega t + \frac{1}{\omega^2} \cdot \frac{\sin^2 \omega t}{L_e C_e} \right) = \frac{C_e U_m^2}{2} \left( \cos^2 \omega t + \left( \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2 \sin^2 \omega t \right),$$

където  $\omega_0$  е честота на свободните колебания в контура, която се образува по време на колебателния процес до изключване на прекъсвача и приблизително се описва със зависимостта:

$$(5) \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_e C_e}}$$

Връзката между индуктивността ( $L_{k0}$ ) и капацитета ( $C_{k0}$ ) за единица дължина позволява да се изрази фазовата скорост ( $V$ ) на разпространение на електромагнитната вълна:

$$(6) \quad V \approx \frac{1}{\sqrt{L_{k0} C_{k0}}}$$

Фазовата скорост на разпространение на електромагнитната вълна по дължината на кабела е приблизително равна на скоростта на светлината  $3 \cdot 10^8$  m/s.

Индуктивността на кабела  $L_k$  се получава за съставената заместваща схема с уравнението:

$$(7) \quad L_k = L_{k0} \frac{l}{2} = \frac{1}{V^2 C_{k0}} \cdot \frac{l}{2}$$

и

$$(8) \quad L_k C_k = L_{k0} \frac{l}{2} C_{k0} l = \frac{1}{V^2} \cdot \frac{l^2}{2},$$

където  $l$  е дължината на кабела.

Индуктивното съпротивление  $X_T$  на ненаатоварен трансформатор в номинален работен режим, се определя с отчитане на тока на празен ход:

$$(9) \quad X_T = \frac{u_k^* U_H^2}{I_{n.x.}^* S_H} = \omega L_T,$$

където  $S_H$  е номиналната мощност на трансформатора;  $U_H$  - номиналното напрежение;  $u_k^*$  - напрежението на късо съединение в относителни единици;  $I_{n.x.}^*$  - токът на празен ход на трансформатора в относителни единици.

Собствената честота на колебания на контура се определя с отчитане на уравнения (5), (8) и (9):

$$(10) \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\frac{l^2}{2V^2} + \frac{u_k^* U_H^2}{\omega I_{n.x.}^* S_H}} \cdot C_{k0} l}$$

Прекъсването на неустановен променящ се намагнитващ ток създава опасни пренапрежения. Установява се, че при комутация с вакуумни прекъсвачи, възникващите пренапрежения зависят голям брой фактори, по-важните от които са:

- параметрите на електрическата мрежа,
- големината на тока на срязване,
- диелектричната якост на междукон-тактно-то пространство.

С помощта на параметрите на електрическата мрежа се определя големината на отношението на честотата на свободните колебания на контура към промишлената честота ( $\omega_0/\omega$ ).

Намирането на отношението  $\omega_0/\omega$  дава възможност за опростяване на изчислителните изрази и използвания алгоритъм.

Отношението  $\omega_0/\omega$  се представя с:

$$(11) \quad \frac{\omega_0}{\omega} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\omega l}{V}\right)^2 + \frac{u_k^* U_H^2 \omega C_{k0} l}{I_{n.x.}^* S_H}}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\frac{\beta^2}{2} + \frac{u_k^* U_H^2 \omega C_{k0} l}{I_{n.x.}^* S_H}}}$$

$$(12) \quad \frac{\omega_0}{\omega} \approx \frac{1}{U_H} \sqrt{\frac{I_{n.x.}^* S_H}{u_k^* \omega C_{k0} l}}$$

Като се отчете, че отношението  $I_{n.x.}^*/u_k^*$  се изменя незначително при из-ползваните в експлоатацията мощности на трансформаторите за собствените нужди, то уравнение (12) се преобразува в приближителния израз (13), даващ достатъчна изчислителна точност.

$$(13) \quad \frac{\omega_0}{\omega} \approx \frac{1}{U_H} \sqrt{\frac{S_H}{\omega C_{k0} l}}$$

Кабелните линии в експлоатация с номинално напрежение 6 кV и със сечение на тоководещите жила от  $70 \div 240 \text{ mm}^2$  имат капацитет спрямо земя, изчислен за единица дължина  $C_0 = 0,29 \div 0,53 \text{ } \mu\text{F/km}$  [3].

Резултатите от изчисленията на отношенията  $\omega_0/\omega$  позволяват да се определят кратностите на въздействащите пренапрежения. Изчисленията се провеждат при дължини на кабелната линия от 50 до 300 m, номинална мощност на трансформатора  $S = 100 \div 1000 \text{ kVA}$  и ъгъл на срязване  $6^\circ$ . Получените стойности на кратностите на пре-напреженията, са дадени в таблица.1.

Таблица 1

S <sub>n</sub> , kVA	Дължина на свързващия кабел, m						
	50	70	90	120	150	200	300
100	8,1	7,6	7,1	5,8	5,3	4,8	4,4
250	7,9	7,3	6,4	6,4	6,3	5,6	4,1
400	7,3	7,2	6,8	6,6	6,1	6,1	4,1
630	7,3	7,3	7,0	6,8	6,3	4,4	3,8
1000	6,1	5,8	5,6	4,3	4,1	4,1	3,2

Установява се, че при повишаване на номиналната мощност на трансформатора отношението  $\omega_0/\omega$  значително се увеличава, а при увеличаване на дължината на кабела – то се намалява. То се изменя в границите  $30 < \omega_0/\omega < 120$ . При това съотношение на честотите  $\omega_0/\omega$  първият максимум на напрежението може да бъде оценен без отчитане на разсейването в активното съпротивление на колебателния контур. Запасената енергия в този контур съгласно (4) в момент на преминаване на тока през нула, е равна на енергията в капацитета  $C_e$ :

$$(14) \quad W = \frac{C_e U_{\max}^2}{2} = \frac{C_e U_m^2}{2} \times \left[ \cos^2 \omega t + \left( \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2 \sin^2 \omega t \right],$$

откъдето отношението на максимума на пренапреженията към амплитудата на номиналното напрежение на извода е :

$$(15) \quad \frac{U_{\max}}{U_m} = \sqrt{\cos^2 \omega t + \left( \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2 \sin^2 \omega t}.$$

При  $\omega t = 6^\circ$  в момента на срязване на тока съгласно (10) се получава:

$$(16) \quad \frac{U_{\max}}{U_m} = \sqrt{1 + (30 \div 120)^2 \cdot 0,0094^2} = 2,99 \div 11,3.$$

Проведените изчисления за комутацията с вакуумен прекъсвач на силов трансформатор с мощност 160 кVА в системата за собствени нужди на ТЕЦ и дължина на захранващия кабел 100 m, с ток на срязване  $i_{\text{ср}} = 1,2 \text{ A}$  при якост на междуконтактното пространство 20 кV/msec (съгласно [4]), за най-голяма стойност на пренапреженията се получава импулс с амплитуда 3,1 относителни единици (о.е.) при първото срязване на тока. При последвалите колебателни процеси импулсите на пренапреженията достигат кратност до 6,2 о.е. предшествувано от 8 пробива. Варирането на началото на задвижване на контактите на прекъсвача и скоростта на възстановяване на диелектричната якост от 8 до 20 кV/msec се определя максималното пренапрежение. За всеки случай на показаните изчисленията на преходния процес при изключване на силови трансформатори с различна мощност и дължина на захранващите кабели е взета най-голямата стойност на пренапреженията.

Изчисленията за силови трансформатори с мощност от 63 до 1000 кVА, които имат ток на празен ход от 0,2 до 6 А при токове на срязване между 4 и 6 А, максимално пренапрежение се получава при за трансформатор с мощност 100 кVА и захранването му с кабел с дължина от 50 m след изключването му на празен ход.

От направените изчисления (таблица 1) се вижда, че с увеличаване на мощността на трансформатора и дължината на захранващия го кабел, големината на пренапреженията при изключване с вакуумен прекъсвач се намалява - най-големи пренапрежения се получават при малка мощност на трансформатора и дължина на свързващия го кабел 50 ÷ 70 m. Тези максимални пренапрежения са определящи за оценка на устойчивостта на пренапрежения на междунавивковата изолация на трансформатора.

Ако едноминутното изпитателно напрежение 6 кV е 6-кратно, а за сухите трансформатори е 4-кратно, е необходима тяхната защита при комутирането им с вакуумни прекъсвачи.

За съставената заместваща схема за кон-

тура на изключване на ненатоварен трансформатор, честотата на собствените му колебания, определена от индуктивността и капацитета на захранващия кабел и силовия трансформатор се изменя в границите:  $\omega_0/\omega = 30$  до 120.

Направените изследвания показват, че опасни пренапрежения не възникват при комутиране на силови трансформатори с мощност над 1000 кVA, захранващи с дълъг кабел, имащ капацитет над 0,4  $\mu$ F. В този случай, поради ниската честота на възстановяващото се напрежение, повторни пробиви почти не възникват. Големият капацитет премахва пренапреженията след първото срязване на тока. Изчисленията показват, че в случая защита от пренапрежения при комутация с вакуумни прекъсвачи не е необходима. Същото се отнася и за силов трансформатор, ако той се захранва с въздушен електропровод, но между него и прекъсвача има кабел с капацитет по-голям от 0,4  $\mu$ F, не се нуждае от допълнителна защита.

От направения анализ се установява недопустимата големина на пренапреженията,

което налага набелязването на мероприятия за тяхното ограничаване. Изследванията показват, че използването на съчетанието на нелинейни ограничители на пренапреженията и заземяването на звездния център на електрическата мрежа за средно напрежение през активно съпротивление са най-ефективните взаимно допълващи се мероприятия.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1]. Техника высоких напряжений. Под ред. М.В.Костенко.М.,Высшая школа, 1973.
- [2]. Interruption of small inductive currents. Chapter 5. Switching of unloaded transformers. Part 1. Electra, 1991, № 133.
- [3]. Неделчева С.И. Кабелни линии. Електроенергетика, кн.2, София, 1996.
- [4]. Roguski A.T. Experimental investigation of the dielectric recovery strength between the separating contacts of vacuum circuit breakers. IEEE Transaction on Power Delivery, vol.4, № 2, 1989.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЗАЩИТА НА ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО С НЕЛИНЕЙНИ ОГРАНИЧИТЕЛИ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ

Неделчо Неделчев

#### АНОТАЦИЯ

Дадени са практически способи за решаване проблемите с ограничаване на пренапреженията в електрическите мрежи за средно напрежение. Предложен е опростен метод за избора на параметрите на нелинейните ограничители на пренапрежения.

**Ключови думи:** електрически мрежи за средно напрежение; нелинейни ограничители на пренапрежения; комутационни пренапрежения; звезден център заземен през активно съпротивление.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Защитата от вътрешни пренапрежения в мрежите за средно напрежение (СН) е важна и актуална задача за повишаване на надеждната работа на потребителите. Избраният в нашата страна режим на работа на звездия център в мрежата за СН през малко активно съпротивление и навлизането на тенденцията за нейната защита с металоокисни нелинейни ограничите-

ли на пренапреженията (НОП) са едно прогресивно средство, притежаващо по-добри защитни характеристики от съществуващите вентилни отводи.

Особено ефективна защитата от всички видове пренапрежения, възникващи в електрическите мрежи за СН, се реализира с НОП. Те успешно защитават трансформаторите и високоволтовите двигатели от пренапреженията, кому-

Параметри	Стойност на параметрите				
Максимално продължително работно напрежение (MCOV) $U_c$ , кVeff	4	6	10	20	35
Оразмерително напрежение $U_r$ , кVeff	5	7,5	12,5	25	43,7
Остагъчно напрежение при импулсен ток до 10 кА, 8/20 $\mu$ s, амплитудна стойност, кV	14	21	35	70	130
Изчислителен ток на максималните комутационните пренапрежения, 30/60 $\mu$ s, в А	100/250	100/250	100/250	100/250	100/250
Остагъчно напрежение при комутационни пренапрежения, амплитудна стойност (отвеждан ток съгласно ред 4), кV	9/9,5	13,6/14	22,6/24	45,2/48	79,1/83
Минимална дължина на токовата утечка, mm	269	269	344	492	865
Енергопоглъщане при единичен импулс, кJ/V $U_c$	До 4,2	4,2	5,5	9	13,2

тирани от вакуумни прекъсвачи.

За осигуряване на надеждна работа в тези условия, НОП трябва да имат достатъчна енергоемкост, за да не се повредят при различните видове вътрешни пренапрежения с голяма продължителност.

Дадените общи параметри в таблицата, се отнасят за металоокисни НОП на фирмата АВВ, тип POLIM, които отговарят на тези изисквания и се прилагат в мрежите за СН.

## ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основните технически изисквания към НОП, предназначени за защита на високоволтови електродвигатели (ВЕД) и трансформатори в собствените нужди на ТЕЦ и в мрежите за СН изискват апарати с различна разсейвана от тях мощност.

Подобряването на габаритните размери и на защитните характеристики на НОП се достига с използване на нелинейни резистори (варистори) с диаметър от 40-80 mm и корпус от синтетични компаунди. Изготвянето на корпусите на НОП трябва да отговаря на изискванията за висока топлопроводност и добри електрически и физико-механични качества, които да създадат добри условия за отвеждане на температурата от нелинейното съпротивление при приложено работно напрежение, както и при пренапрежение, което позволява да се продължи експлоатационния им срок.

НОП представляват нелинейно съпротивление на основата на цинков окис с висок коефициент на нелинейност, благодарение на което при номинално фазно напрежение ( $U_{\phi}$ ) пропуска нищожен ток около 1 mA. При увеличаване на напрежението съпротивлението на НОП рязко се намалява, а токът протичащ през него расте и при напрежение  $2,2 U_{\phi}$ , през НОП протича ток от порядъка на 1 kA. При преминаването на импулсно напрежение – остатъчното напрежение върху НОП се определя от спада на напрежението върху нелинейното съпротивление. В следствие на високата нелинейност на VA-характеристика на НОП, остатъчното напрежение е безопасно за защитаваната изолация на съоръжението. НОП осигуряват дълбоко ограничаване на комутационните пренапрежения до нивото на  $2U_{\phi}$ .

Съпровождащият ток след заработването на НОП, не е голям, а също отделяната енергия не е висока. Това дава възможност НОП да се монтира непосредствено до защитаваното съоръжение или в КРУ, с което значително се повишава

надеждността на неговата работа.

Параметрите на импулсния ток, преминаващ през НОП, се изразяват с неговите каталожни данни. Максималните стойности на тока, преминаващ през НОП, варират от 150 A до 100 kA с дължина на фронта на им-пулса се изменя в грраниците от 30 до 1  $\mu$ s.

Характеристиките на НОП се разделят на три части: електрически, механични и топлинни. Под топлинна характеристика се разбира големината на топлинното съпротивление на апарата, т.е. способността му да отвежда топлината от повърхността на нелинейния резистор. Електрическите характеристики се определят съгласно техническите изисквания, предявявани към апарата, използван за защита на съоръжението. Механическите и топлинните характеристики определят конструкцията на НОП. Повишаването на енергоемкостта на НОП е възможно за сметка на увеличаване на пропускателната способност на варистора и понякога се изразява с увеличаване на неговия диаметър. Това е особено важно при НОП, използвани за защита от серийни импулси на тока, възникващи при комутационни пренапрежения, създадени след действието на вакуумните прекъсвачи. Разработени са НОП с въздействие на токови импулси със стръмен фронт и големина на амплитудата му до 100 kV и издръжливост на дълга вълна 250A/2000  $\mu$ s. Един от основните показатели за сигурността на НОП е надеждната им работа при вътрешни къси съединения. Това изисква те да са взривобезопасни и напълно да демпферират енергията на токовия импулс.

Най-сигурни са едномодулните НОП. За защита на мрежите за СН в момента най-много се използват металоокисни резистори от серията POLIM с полимерен силиконов корпус, който е устойчив на замърсяване, особено при тежки експлоатационни условия (влага, сол, пясък, промишлено замърсяване). Силиконът е устойчив на стареене.

## ОСОБЕНОСТИ НА НОП ПРИ ЗАЩИТА НА КОНТАКТНИ МРЕЖИ

За осигуряване на сигурността на съоръженията в електролокомотивите се поставят особено високи изисквания към защитата от пренапрежения и използваните НОП. Целесъобразно е да се използват НОП от типа POLIM-H. Те са характерни с здравата си механична конструкция и отговарят на всички изисквания на

ж.п.транспорта. Този тип НОП директно се заливат със силикон, с което се осигурява висока механична якост, необходима при екстремни ударни натоварвания. В случай на претоварване на НОП, специална конструкция предотвратява взривяването на корпуса им. Този тип НОП се изпитва с ток на късо съединение от мрежата 65 кА, което е гаранция за сигурна експлоатация и против разрушаване. Този тип апарат има ниско защитно ниво и голяма способност за разсейване на енергията.

## ХАРАКТЕРНИ ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ В МРЕЖИТЕ ЗА СН

Типичните вътрешни пренапрежения в мрежите за СН и в кабелните мрежи за собствени нужди на ТЕЦ са:

- пренапрежения при най-често срещаната повреда - земното съединение, както и възникващите пренапрежения при изключване на междуфазни къси и двойни земни съединения;
- комутационни, предизвикани от действието на вакуумните прекъсвачи и свързани с технологичните и аварийни превключвания, АРВ и изключване на силно претоварени ВЕД;
- пренапрежения, свързани с ферорезонансните процеси.

## ИЗОЛАЦИОННИ НИВА НА СЪОРЪЖЕНИЯТА

Изоляционните нива характеризират особени изисквания към изоляционните системи на съоръженията според тяхното предназначение и класа на напрежение. Отчита се възможността за краткотрайни въздействия на пренапрежения, които не могат да бъдат причина за повреда на изолацията.

Изоляционното ниво се доказва от стандартно определени изпитателни напрежения или по технически условия на изпълнение на съоръжението. Допустимото изоляционно ниво при комутационни пренапрежения за изолация в нормално изпълнение в мрежи с присъединени въртящи се електрически машини и сухи силови трансформатори, е:

$$U_{изп\ max} = \gamma_n \gamma_k U_{eff\ 50}, kV,$$

където  $\gamma_n = 1,141,32$  е корекционният коефициент на формата на пренапрежението;

$\gamma_k = 0,9$  - коефициентът на натрупващия ефект;

$U_{eff\ 50}$  - ефективната стойност на нормираното изпитателно напрежение с промишлена честота.

Параметрите на защитното оборудване (НОП, РС-вериги и др.) се избират в зависимост от диелектричната якост на защищаваното оборудване и от многообразието на процесите за развитие на пренапреженията.

Допустимите пренапрежения за главната изолация на въртящите се машини се определя от едноминутното изпитателно напрежение и коефициент на импулса, равен на единица. При по внимателното анализиране следва да се отчита, че якостта на изолацията на машините в експлоатация се поддържа ниво на изпитателните пренапрежения при профилактични изпитания. За ВЕД 6 кV, то е 10 кV. Допустимото напрежение

$$U_{дон} = \sqrt{2} U_{изп},$$

съответства на кратност от  $2,62U_{\phi}$ . Неговата стойност намалява при въздействие с фронт по-малък от  $5 \mu s$  [1].

Издържаното ниво на комутационните пренапрежения за маслените трансформатори, определено по методиката от [2], приета е  $6U_{\phi}$  за мрежите 6 кV. Електрическата якост на изолацията на съоръженията (ВЕД, силови трансформатори и др.), е предмет на многогодишни обсъждания. Ако се приложат нормите на IEC 34-15 1995-01, то импулсната здравина на корпусната и междунавивкова нова изолация за ВЕД 6 кV, ще бъде гарантирана на ниво 29 кV или 5,9 о.е. (за импулс  $1,2/50 \mu s$ ) при едноминутно изпитателно напрежение с промишлена честота.

Номиналното издържано напрежение е за импулс с остър фронт  $0,2 \mu s$  на ниво 19 кV m, (3,9 о.е.) и номиналното издържано напрежение 13 кV eff, 50 Hz (3,8 о.е.). В практиката при провеждането на периодични профилактични изпитания на главната изолация, за изпитателно напрежение се приема  $10 kV_{eff}, 50 Hz$  (2,9 о.е.). Но това изпитание естествено не дава информация за импулсната якост на изолацията на електрическите машини, намиращи се в експлоатация. Данните показват, че подобни комутации в мрежата за СН са опасни, както за корпусната изолация, така и за междунавивковата изолация на ВЕД.

Прието е у нас периодичните изпитания на изолацията в процеса на експлоатация да се извършват с едноминутното изпитателно напрежение с 10 кV, 50 Hz. Нивото на импулсната якост на изолацията в експлоатация не е дефинирано. По тази причина, импулсната здравина на корпусната изолация на електрическите ма-

шини следва да се оценява по това изпитателно напрежение, т.е.  $10 \cdot \sqrt{2} / 6 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{3} = 2.9 \text{ о.е.}$ , а на междунавивковата изолация е  $5,9 \cdot 10 / 13 = 4,5 \text{ о.е.}$

### ОГРАНИЧАВАНЕ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯТА В МРЕЖИТЕ ЗА СН НА ТЕЦ

Ограничаването на пренапреженията при комутацията с вакуумни прекъсвачи (ВП) на ВЕД и трансформатори ефективно се ограничава с НОП. Изчисленията показват, че основните електрически натоварвания на НОП, наблюдавани при продължителни пренапрежения, предизвикани от земни съединение и комутационни пренапрежения.

При изключване с ВП на пусковите токове на ВЕД, пренапреженията могат да бъдат още по-големи в сравнение с тези при силовите трансформатори, защото индуктивността на двигателя е  $5 \div 7$  пъти по-малка и съответно собствените честоти на колебанието на процеса са  $2,2 \div 2,6$  пъти по-големи. Затова, по правило, е необходимо да се осигури защита на изолацията от този вид пренапрежения, с цел тяхното ограничаване.

Действието на НОП при ограничаване на пренапреженията, предизвикани от ВП, се описва като голям брой еднократни им-пулси на тока с продължителност от една до стотици ms и със стойности на тока няколко десетки ампера, така че този ток лесно се поглъща (разсейва) от НОП. Те добре ограничават високочестотните съставки на пренапреженията, особено ако са поставени непосредствено на клемите на съоръженията, но това практически е трудно реализируемо. Поставянето на един НОП на секцията въобще не участва в ограничаването на пренапреженията при комутациите на ВЕД, защото на шините те липсват, а се развиват от клемите на прекъсвача към защитаваното съоръжение [3]. Следователно НОП е необходимо да се монтират близо до ВП, т.е. на техните клемите, върху количката на КРУ, на която се намира прекъсвача.

Мероприятията по защитта от пренапреженията при действие с ВП, трябва да се разглеждат в зависимост от режима на работа на звездния център. За условията у нас, мрежите за СН работят със звезден център, заземен през малко активно съпротивление, което дава възможност да се осъществи дълбоко ограничаване на пренапреженията с помощта на НОП.

В чужбина, в мрежи с изолиран звезден център или заземен през реактор, често за защитата от пренапрежения от ВП, се използват импулсни кондензатори и НОП, при което се осигурява облекчена защита на съоръженията.

Висока кратност се получава при комутация с ВП на ВЕД, както с малка, така и с голяма мощност при изключване на пускови токове от порядъка на  $100 \text{ до } 500 \div 600 \text{ А}$ .

Използването на НОП за ограничаването на пренапреженията е особено ефективно и не се съпровожда с отделянето на голяма енергия при пренапреженията с голяма кратност, предизвикани от изключване с ВП на ненатоварени силови транс-форматори и при срязване на тока.

Ограничителите практически не влияят на стръмността на пренапреженията, в това число и върху рязкото спадане на върховете на повторните запалвания, тъй като се ограничава само амплитудата на напреженията спрямо земя. Освен това, НОП прекъсва многократните повторни запалвания при своето действие.

Отказът от защита при уредбите, използващи ВП следва внимателно да се обоснове за всеки конкретен случай.

### ИЗБОР НА НОП

Изборът на НОП в мрежата за СН се свежда до осигуряване на тяхната работоспособност в гарантирания им експлоатационен срок. Работоспособността на ограничителите се запазва при удовлетворяване на следните условия:

- Най-голямата ефективна стойност на работното линейно напрежение на мрежата ( $U_c$ ), което продължително може да се приложи върху НОП в точката на неговото монтиране при еднофазно земно съединение) трябва да бъде по-малко от работното напрежение на НОП ( $U_{н.р.НОП}$ ), т.е.  $U_c < U_{н.р.НОП}$ . По правило, в мрежите за СН  $U_c$  може да превишава номиналното напрежение  $U_n$  ( $U_c = 1,05 \div 1,2 U_n$ ).

- Пропускателната способност на НОП трябва да бъде не по-малка от 20 токови импулса за вълна  $1,2/2,5 \text{ ms}$  с амплитуда  $250 \div 500 \text{ А}$ . В този случай остатъчното напрежение върху НОП (при вълни на комутационните пренапрежения) е  $U_{ост} \cong (2,7 \div 3,0) U_{ф.м.}$

Например, за ограничаване на пренапреженията с НОП, поставени непосредствено след ВП, се избира тип със следните характерни параметри: при вълна  $30/60 \mu s$  и токове 250 и 500 А, ограничаваните пренапрежения ще бъдат:  $U_{250 \text{ А}} = 16,1 \text{ кV}$ ,  $U_{500 \text{ А}} = 16,6 \text{ кV}$ .

Ако импулсната якост на корпусната изолация е с кратност  $2,8 \div 2,9$ , а на междунавивковата - около  $4,5$ , то поставянето на НОП с  $U_{\text{ост}} = 2,6 \div 2,8$  достатъчно добре координира въздействащото пренапрежение с електрическата здравина на изолацията.

Най-ефективният способ за ограничаване на пренапреженията и осигуряване на сигурна защита на изолацията на ВЕД и кабелите след продължителна експлоатация, е монтирането на НОП с ниво на ограничаване на пренапреженията до  $1,8 \div 2 U_{\text{н}}$ .

В някои случаи при съоръжения с остаряла изолация е необходимо да се намали още защитното ниво или да се премине в режим на понижено защитно ниво, наречен дълбоко ограничаване на пренапреженията. Този подход е приложим, ако комутациите на съоръженията се правят много рядко, за да не се претоварят НОП. Дълбокото ограничаване на пренапреженията не може да е по-малко от амплитудата на фазното напрежение. За генератори такова намаляване на защитното ниво не се препоръчва, защото съществува опасност по този начин да се предизвика междуфазно късо съединение на изводите на генератора. Полученият при това несиметричен ток на късо съединение в намотките на генератора води до изключително силно механично натоварване на статорните намотки и на ротора на генератора.

Ограничителите трябва да се включат между фазата и земята от страна на комутируемото присъединение, непосредствено до защитавания обект или в началото на кабела под ВП в КРУ. Такова разположение се препоръчва при дължина на кабела до  $50 \text{ m}$ , а в противния случай е по-целесъобразно да се монтира НОП непосредствено на захранващите клеми на защитавания обект. Това изисква поставянето на специални защитни корпуси за НОП, което води до създаване на неудобства при експлоатацията.

За защита от комутационни пренапрежения е необходимо да се монтира НОП, както на секциите, така и на комутираните съоръжения. Ограничители, поставени на шините, не защитават присъединенията от пренапрежения, предизвикани при действието на ВП. Целесъобразни за осигуряване на защитата в кабелните мрежи за собствени нужди на ТЕЦ е да се използва схема за защита от междуфазни и фазни напрежения.

## ОСОБЕНОСТИ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ

### НА НОП В МРЕЖИ, ЗАЗЕМЕНИ ПРЕЗ АКТИВНО СЪПРОТИВЛЕНИЕ

Заземяването през активно съпротивление на звездния център на мрежата осигурява ограничаване на пренапрежението на първия импулс на ниво  $2,4 U_{\text{ф}}$  и премахва ферорезонансните пренапрежения. Увеличаването на тока на земно съединение в мрежите за СН от  $100 \div 300 \text{ A}$ , а в кабелните мрежи за СН на ТЕЦ от  $20 \div 100 \text{ A}$ , създава условия за бързо и селективно изключване на повреденото присъединение за време не превишаващо  $1 \text{ s}$ .

Особено ефективно се оказва съчетанието на НОП и активно съпротивление в звездния център на мрежата, при електрически машини с отслабена якост на изолацията. В този случай изолацията може да се координира на ниво на  $2,6 \div 2,7 U_{\text{фм}}$ , при ток на ограничаване  $100 \div 250 \text{ A}$  на вълна  $30/60 \mu \text{ s}$  и да се разсейва енергия от  $6 \div 12 \text{ kJ}$ . Активното съпротивление в звездния център оказва съществено влияние на намаляване на разсейваната енергия в съпротивлението на НОП, с намаляване на кратността на пренапреженията върху НОП при земни съединения и времето за тяхното действие. Това става възможно поради намаляване на пренапреженията във фазите, в следствие на премахването на прекъсващия се характер на дъгата. Техните големини в здравите фази се доближават до стойността на междуфазното напрежение. Този процес предизвиква почти двукратно намаляване на разсейваната енергия от НОП.

В този случай, пренапреженията при нискочестотни процеси, свързани със земни съединения и ферорезонансни явления, ще се ограничават дълбоко от резистора, което ще понижи продължителността и токовете натоварвания на НОП, а пренапреженията ще са с не висока кратност и с малка продължителност.

При изключване от мрежата на ВЕД със земно съединение, когато резистора е изведен, пренапреженията от порядъка на  $4,5 \div 5,5 U_{\text{фм}}$  следва да се ограничат само с НОП. Импулсите на тока в този случай не превишават няколко стотин ампера с продължителност от няколко  $\text{ms}$ .

При използването на НОП в мрежите за СН възникват взаимно изключващи се изисквания: от една страна се изисква дълбоко ограничаване на пренапреженията, а от друга – осигуряване на безаварийна работа на НОП при въздействие върху тях на дъговите пренапрежения при неустановени еднофазни земни съединения и квазиустановеното повишение на напрежение-

то. Нивото на продължителното работно напрежение и нивото на ограничаването на пренапреженията са взаимно свързани величини, зависещи от нелинейната волт-амперна характеристика на варистора. По тази причина намаляването на нивото на ограничаваните пренапрежения в мрежите със заземен през резистор звезден център води до пропорционалното намаляване на най-високото допустимо работно напрежение на НОП, което може да доведе до термическа неустойчивост на апарата при въздействие върху него на квазистационарни и дъгови пренапрежения.

Изборът на НОП в мрежите за СН на ТЕЦ, които се заземяват през активно съпротивление, се прави съгласно [4]. Основен показател при избора на НОП е така нареченият коефициент на заземяване  $C_c \leq 1,4$ . В този случай пренапрежението с ограничена продължителност ( $U_{TOV}$ ) се определя с

$$U_{TOV} \leq 1,4 \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

Големината на пренапрежението  $U_{TOV}$  може да се изчисли с

$$U_{TOV} = T U_c,$$

където  $T$  е параметърът за устойчивост на ограничителя на временни пренапрежения.

Времето за изключване на земните съединения в тези мрежи не превишава 1,5 s, което е по-малко от изискваното време 3 s. От тук следва, че за НОП от типа MWK за комутационни пренапрежения, параметърът за устойчивост

$$T=1,28 \text{ и } U_{TOV} = 1,28 \cdot U_c.$$

Максималното напрежение на НОП на фазата спрямо земя не превишава

$$U_c \geq \frac{1,4 U_m}{1,28 \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,1 \cdot U_m}{\sqrt{3}}$$

Използването на активно съпротивление, ликвидира повторното запалване на дъгата при напрежения на повторните запалвания над фазното, чувствително ограничава кратността на дъговите пренапрежения (до  $2 \div 2,2 U_\phi$ ), броя на повторните запалвания и отделяната енергия в НОП. Увеличеният на активен ток в мястото на повредата повишава надеждността и селективността на релейната защита, изключва-

ща повреденото присъединение.

Най-неблагоприятни за НОП са условията на работа в мрежи с изолиран звезден център, а най-сигурна е неговата работа в мрежи със заземен през активно съпротивление звезден център, където тяхното действие е съпроводено с бързо и селективно изключване на повреденото присъединение.

## ИЗВОДИ

- Произведените НОП показват висока надеждност и подобряват ефективността на защитата от вътрешни пренапрежения на елементите от мрежата за СН.
- Металноокисните ограничители осигуряват сигурна защита на електродвигателите и силовите трансформатори от пренапреженията, предизвикани от действието на ВП.
- Нелинейните ограничители служат за ограничаване на пренапреженията до избрано ниво на защита, максимално близко до допустимото ниво на диелектричната якост на съоръженията.
- За ефективна защита от комутационни пренапрежения е необходимо поставянето на НОП, както на шините на секциите, така и на самите присъединения, трансформатори и ВЕД във възможната непосредствена близост до тях.
- Поставянето на НОП добре се съчетава с нискоомното съпротивление в звездния център на електрическата мрежа, с което чувствително се намалява нивото на разсейваната енергия във варисторите при пренапрежения, породени от земни съединения и ферорезонансни процеси.
- Предложеният опростен метод за избор на НОП осигурява комплексна и сигурна защита на съоръженията от всички видове вътрешни пренапрежения.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Interruption of small inductive currents. *Electra*, N 75, 1981.
- [2]. Правилник за устройство на електроуредбите. С., Техника, 1982.
- [3]. Неделчев Н.А. Пренапрежения при еднофазни земни съединения в мрежите за средно напрежение. С., 1999 г.
- [4]. Защита от пренапрежения за съоръжения средно напрежение, тип POLIM. ABB, изд. СННОС / AR 3250.99E, 1999.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРИЛОЖЕНИЕ НА НЕВРОННИ МРЕЖИ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ТОВАРИ В РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИ МРЕЖИ С ПРИСЪЕДИНЕНИ ГЕНЕРАЦИИ ИЗТОЧНИЦИ

Доц. д-р Стефка Неделчева

#### АНОТАЦИЯ

*Разглежда се моделирането на електрическите товари в разпределителни мрежи за средно напрежение с присъединени малки електрически централи с помощта на невронни мрежи. Провежда се сравнение на два модела, съставено на базата на авторегресия и с обучена невронна мрежа. Дадени са резултатите от сравнението на точността на прогнозирането.*

**Ключови думи:** моделиране, разпределителни електрически мрежи, невронни мрежи, малки електрически централи

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Броят на задачите, при които се прилагат невронни мрежи в системите за управление на електроенергийните системи, нараства непрекъснато през последните години. Решават се предимно оптимизационни задачи в областта на електроенергетиката, като прогнозиране на електрическите товари, управление на безопасността и моделиране на процесите. Използва се способността на невронните мрежи да се обучават в изобразяване на данни, като се оценяват сложните взаимни връзки или се предсказват различни свойства.

Създаването на невронни мрежи на три нива (входно, междинно и изходно) на базата на самоорганизиращи се модели, позволява подобряване на оперативните действия и решения на оперативния персонал при възможни аварийни ситуации.

Най-важните задачи, решавани с помощта на невронни мрежи в съвременните електроенергийни системи са: прогнозиране на електрическите товари, според предвижданата температура на околната среда; управление на мощностите в електрическите мрежи и регули-

ране на напрежението; диагностика на ЕЕС и определяне на повредите; оптимизация и контрол на безопасността на ЕЕС; осигуряване на защита и устойчивост на ЕЕС; оценка на динамичното състояние, диагностика на генераторите и тяхното управление; управление на мощни комутационни системи.

При прилагането на невронни мрежи при прогнозиране на електрическите товари в електроенергийните системи се използват трислойни комбинирани структури, обединяващи линейни и нелинейни схеми. Тегловите коефициенти при модификациите се отчитат само по резултатите от предпоследните наблюдения. Грешките от прогнозирането не превишават 4-5 %, което прави подхода предпочитан [1-3].

Най-голямо е приложението на невронните мрежи за краткосрочно прогнозиране на товара в електроенергийната система [4,5]. Почасовото прогнозиране на потреблението на електроенергия се разглежда като задача за разпознаване на образите с помощта на невронна мрежа [6,7]. Климатичните условия се разглеждат като основен фактор, който влияе на консумацията на електроенергия. Структурата на невронната



мрежа се състои от 24 подсистеми - по една за всеки час в денонощието. Процесът на обучение на невронната мрежа се основава на ретроспективни данни, а прогнозирането на товара се извършва за следващите 5 часа. Прогнозните стойности на очакваната върхова мощност за следващия ден изисква специфичен подход с модел на много-слойна невронна мрежа, чиято структура и алгоритъм позволяват да се отчитат възможните изменения на електрическия товар при атмосферни явления [7].

Въпреки засиленият интерес и нарастващото приложение на невронните мрежи в областта на електроенергетиката, все още няма данни за тяхното използване при прогнозиране на електрическите товари и разпределението на мощностите в разпределителни мрежи с присъединени малки генериращи източници. Това са предимно електрическите мрежи за средно напрежение (СН).

## МОДЕЛИРАНЕ

Подходът за прогнозиране на електрическите товари и разпределението на мощностите преди и след включване на генериращите източници с използване на невронни мрежи, трябва да отчита следните специфични особености:

- Граничните състояния, съответстващи на отдаваните мощности от всеки генериращ източник са:

1 – режим на максимална мощност на генератора ( $P_{Gmax}$ );

2 – режим на минимална мощност на генератора ( $P_{Gmin}$ );

3 – изключен генератор ( $P_{G0}=0$ ).

- Граничните състояния на всеки потребляещ възел са:

1 – режим на максимална мощност на консуматора ( $P_{Cmax}$ );

2 – режим на минимална мощност на консуматора ( $P_{Cmin}$ );

3 – изключен консуматор ( $P_{C0}=0$ ).

- Протичащите мощности в клонове на отворената разклонена мрежа се дефинират съобразно броя на включените потребители и генериращи източници, в съответствие с първи закон на Кирхоф.

- Включването на малки електрически централи в отворената разклонена мрежа създава участъци с двустранно захранване.

- Граничните състояния във всеки потребляещ и генериращ възел дефинират различни големини на транспортираните мощности по клоновете, които се ограничават от пропуска-

телната способност на електропроводите.

Особености при симулация на режимите са следните:

- Мощностите  $P_{Gmax}$  и  $P_{Gmin}$  и съответната часова използваемост на генериращия източник в режим на максимален и минимален товар се изчисляват по метода, описан в [8].

- Състояние 3 за възел на потребител се моделира по метода от [9].

- Състояние 3 за генериращ източник се симулира по метода от [10].

- Максималният товар се дефинира за продължителност 30 min за 24 h.

## АЛГОРИТЪМ ЗА ОБУЧЕНИЕ НА НЕВРОННАТА МРЕЖА

Използва се алгоритъмът за обучение на невронната мрежа с обратно разпространение на грешката [10]. Стъпките в алгоритъма са следните:

1. Означават се теглата  $w_{ji}$  и вътрешните прагове на невронните елементи с малки случайни стойности. Определя се максимален брой етапи за обучението на мрежата. Нулира се броячът за етапите  $E=0$ .

2. Броячът на текущо обработвания екземпляр образ се означава с  $m=1$ , с което започва нов етап в обучението на мрежата.

3. На входа на мрежата се представя  $m$ -тия екземпляр образ от обучаващото множество.

4. Изчисляват се стойностите на активизация изходните сигнали за невронния елемент от слоевете (фаза на установяване – прав ход):

$$a_j^{(l)}(t) = \sum_{j=1}^{n_{j-1}} w_{ji}^{(l)}(t) o_j^{(l-1)}(t) + \theta_i^{(l)}$$

където  $f$  е нелинейна изходна функция;  $o_i^{(l)}(t)$ , ( $l=1,2,\dots,L$ ) - изходният сигнал на  $i$ -тия невронен елемент от слой  $l$  в момент  $t$ ;  $a_i^{(l)}(t)$  – стойността на активация за невронния елемент в слой  $l$ ;  $\theta_i^{(l)}$  – вътрешният праг на невронния елемент в слой  $l$ ;  $w_{ij}^{(l)}(t)$  – теглото на връзката между невронния елемент в слой  $l-1$  и невронния елемент в слой  $l$ .

5. Последователно се извършва корекция на теглата между слоевете (фаза на обучение - обратен ход), като се започва от изходния слой и се достига до входния слой ( $l=L,L-1,\dots,1$ ):

$$w_{ji}^{(l)}(t+1) = w_{ji}^{(l)}(t) + \eta \delta_i^{(l)}(t) o_j^{l-1}(t),$$

където  $\eta$  е обучаващата норма;  $\delta_i^{(l)}(t)$  - стойността на грешката, която се определя с:

$$\delta_i^{(l)}(t) = \left[ d_i^m - o_i^{(L)}(t) \right] o_i^{(L)}(t) x \left[ 1 - o_i^{(L)}(t) \right]$$

$$\delta_i^{(l)}(t) = o_i^{(l)}(t) \left[ 1 - o_i^{(l)}(t) \right] x \sum_j \delta_j^{l+1}(t) w_{ij}^{(l+1)}(t).$$

6. Ако с  $M$  се означи броят на образите в обучаващото мнозинство, то при  $m=M$  завършва един етап на обучение на невронната мрежа ( $E=E+1$ ) и настъпва преход към стъпка 7 в алгоритъма. В противен случай се избира следващия екземпляр образ:  $m=m+1$  и се прави преход към стъпка 3.

7. Изчисляват се грешките  $\varepsilon^m$  ( $m=1,2,\dots,M$ ) за всеки от образите в обучаващото множество:

$$\varepsilon_m = \frac{1}{n_L} \sum_i \left( d_i^m - o_i^L \right)^2,$$

където  $d_i^m$  е желаният целеви изход за  $i$ -тия невронен елемент от изходния слой на мрежата за  $m$ -тия екземпляр образ.

8 Ако всички грешки са по-малки от даден праг ( $T$ ):

$$\varepsilon_m \leq T \text{ за } m = 1,2,\dots,M$$

или са извършени максималния определен брой етапи на обучение на невронната мрежа, то обучаващия процес завършва, а в противния случай следва преход към стъпка 2.

## РАЗРАБОТВАНЕ НА АВТОРЕГРЕСИО-НЕН МОДЕЛ

Мощностите в потребяващите възли зависят от два фактора:

- систематичен, наричан тренд;
- случаен, определян от метеорологични и случайни изменения в технологичните процеси.

Определането на тренда се извършва с обработка на статистическа информация за енергопотреблението за определен период от време. Ако е необходимо да се прогнозира електрическият товар за конкретен момент от време, се вземат данните от няколко предшестващи стойно-

сти и се строи линейна зависимост, коефициентите на която се изчисляват с метода на най-малките квадрати. Получава се регресионно уравнение, с което се изчислява прогнозируемата стойност на мощността.

Описаната методика се използва за оперативно прогнозиране на товаровия график. По-точни резултати се постигат при отчитане на характера и поведението на товара в предшестващия момент, с помощта на уточняващи процедури.

## СРАВНЯВАНЕ НА МОДЕЛИТЕ

Товаровият график в разпределителните мрежи за СН не се контролира непрекъснато и не се извършва оперативно управление. По тази причина авторегресионният модел се построява само за целите на конкретното изследване по проведени наблюдения на товара във възлите на отворени разклонени електрически мрежа 20 кV. За същата електрическа мрежа е съставена и обучена невронна мрежа, която да прогнозира електрическите товари в потбяващи възли при отчитане на случайните фактори.

Резултатите от използването на двата модела, разработени въз основа на невронните мрежи и на базата на авторегресията, показват че:

- точността на прогнозиране с двата модела е приблизително еднаква в клонове, съдържащи само потребяващи възли;
- в клонове с генериращи и потребяващи възли грешката при прогнозиране е много по-малка при използване на модела, разработен на базата на невронните мрежи;
- за отчитане на случайните фактори трябва да се препоръча моделът с невронните мрежи.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Bih-Yuan Ku, R.J.Thomas, Chiew-Yann Chiou, Chia-Jen Lin. Power system dynamic load modeling artificial neural net-works. IEEE Trans. Power System, vol.9, № 4, 1994.
- [2]. Papalexopoulos A.D., Shangyou Hao, Tie-Mao Peng. An implementation of a neural network based load forecasting model for the EMS. IEEE Trans. Power System, vol.9, № 4, 1994.
- [3]. Kottick D. Neural Networks for Predicting the operation of an Under-Frequency load shedding system. IEEE Trans. on Power System, vol. 11, №3, 1995.
- [4]. Bakirtzis A.G. and oth. Short term load Forecasting Using Fuzzy neural networks. IEEE Power Eng. Review, vol.10, №3, 1995.
- [5]. Kwang-Ho Kim. Implementation of Hybrid

short-term load Forecasting System Using Artificial Neural Networks and Fuzzy Expert systems. IEEE Power Eng. Review, vol.10, №3, 1995.

[6]. Khotanzad A. and oth. An Artificial Neural Network Hourly Temperature Forecaster with Applications in load forecasting. IEEE Trans. on Power Systems, v.11, №2, 1996.

[7]. D.Srinivasan and oth. Demand Forecasting using fuzzy Neural Computation with special Emphasis on Weekend and Public Holiday

Forecasting. IEEE Trans. on Power Systems, v.10, №4, 1995.

[8]. Неделчева С.И. Ветроенергетика. С., Изд. СУБ, 2000.

[9]. Неделчева С.И. Надеждност на въз-душни електропроводи по механични показатели. Кн.9. Електроенергетика, НАИС. 1997.

[10]. Неделчева С.И. Вятърни електрически централи. С., Изд. СУБ, 2002.

[11]. Гочев Г. Компютърно зрение и невронни мрежи. С., ТУ, 1998.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МОДЕЛИРАНЕ НА РЕЖИМИТЕ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ ЗА СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ С ПРИСЪЕДИНЕНИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

Доц. д-р Стефка Неделчева,

#### АНОТАЦИЯ

*Представя се процесът на компютърното моделиране на режимите в електрическа мрежа за средно напрежение, към която непосредствено са присъединени малки енергийни източници. Отворената разклонена мрежа се разглежда като динамична Марковска верига, за която се разработват модели на електрическите товари и генериращите източници, с които се симулират възможните електрическите режими.*

**Ключови думи:** електрически мрежи за средно напрежение, малки електрически централи, моделиране, Марковски вериги.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Малките електрически централи, изградени на базата на възобновими енергийни ресурси, обикновено се присъединяват към електрическите мрежи за средно напрежение (СН). Местата, подходящи за тяхното построяване, са природна даденост, а всеки клон на отворените разклонени мрежи е уникален като конфигурация.

Включването на генериращи източници към съществуващата мрежа налага преизчисляване на присъединителните клонове по всички оразмерителни условия и за всички възможни изчислителни режими, поради промяна на структурата, създаване на участъци с двустранно захранване и изменение на режимните параметри.

Обемът на изчисленията може да се намали, ако се намери математическо описание на възможните състояния и се създаде модел на генерацията или потреблението във всеки възел от електрическата мрежа.

#### ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

При моделиране на режимите в отворените разклонени електрически мрежи за СН трябва да отчитат следните особености:

- Броят на електрическите товари и присъединените генериращи източници към даден клон от електрическата мрежа е различен.
- Протичащата мощност в клоновете се ограничава от пропускателната способност на електропроводите [1].
- Мощността на генериращите източници, отдавана в мрежата, е променлива величина, зависеща от вида на присъединената електрическа централа (водна, вятърна, слънчева и др.) и от метеорологичните фактори, като се изменя в диапазона от нула до възможната максимална стойност [2].
- Мощността на потребителите във възлите също е променлива величина, която в нормален режим варира от минимална до максимална стойност.

Мощностите във възлите в нормален и следваварен режим са променливи величини, чиито стойности зависят от голям брой фактори.

Целта е да се моделират възможните състояния, които съответстват на комбинацията от различните съчетания на товарите в потребява-

щите и генериращите възли. Оределянето на преходите от едно състояние в друго позволява да се получат вероятностите за намиране на системата в дадено състояние.

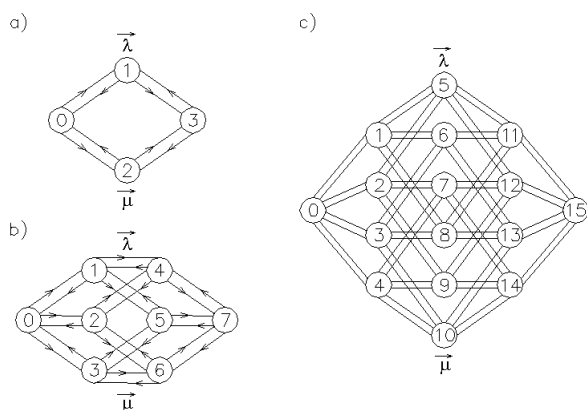
**МОДЕЛИРАНЕ НА ГЕНЕРАЦИЯТА И ПОТРЕБЛЕНИЕТО ВЪВ ВЪЗЛИТЕ**

Границите на изменение на мощностите във възлите в нормален и следвавариен режим, които са от значение при моделиране на режимните параметри, са дадени в таблица 1, където са приети следните означения:  $S_{Gmin i}, S_{Gi}, S_{Gmax i}$  са съответно мини-малната, текущата и максималната стойност на мощността;  $S_{Pmin i}, S_{Pi}, S_{Pmax i}$  – минималната, текущата и максималната стойност на мощността;  $S_{ij}$  – мощностите в клоновете, присъединени към възел  $i$ ;  $j$  – брой на присъединените клонове.

Таблица 1. Мощности във възлите в нормален и следвавариен режим.

Възел	Нормален режим	Следавариен режим
Генериращ	$S_{Gmin i} < S_{Gi} < S_{Gmax i}$	$S_{Gi} = 0$
Потребяващ	$S_{Pmin i} < S_{Pi} < S_{Pmax i}$	$S_{Pi} = 0$
Разклонителен	$\sum S_{ij} = 0$	

На фиг.1 е представен графът на състоянията на системата, състояща се от  $n$  потребители и генериращи източници.



**Фиг.1. Граф на състоянията на системата:**

- a) при  $n=2$ : а и б; б)  $n=3$ : а, б и с;
- с)  $n=4$ : а, б, с и d.

Променливият брой консуматори и генериращи източници към даден клон от отворена разклонена електрическа мрежа се представя като динамична система с  $(N)$  възможни различни състояния  $N=2^n$ , където  $n$  е сумарният брой

на присъединените потребители и на включените генериращи източници.

Състоянията се променят при включване или изключване на мощностите във възлите, което е характерно за система с дискретни множества на състоянията. Процесът на преход от едно състояние в друго се извършва в произволен момент от време, което го характеризира като случаен процес с непрекъснато време.

Система, състояща се от  $n$  генериращи и потребяващи възли, може да се опише с марковски процес, при който *бъдещото и миналото състояние са независими при фиксирано настояще*. Всеки марковски процес, протичащ в система с дискретни състояния и непрекъснато време, се описва със система линейни диференциални уравнения, които се записват за съответния граф на състоянията от фиг.1 и са съответно:

- за два потребяващи възела:

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = \mu [p_1(t) + p_2(t)] - 2\lambda p_0(t);$$

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = \lambda [p_1(t) - p_3(t)] + \mu [p_3(t) - p_0(t)];$$

$$\frac{dp_2(t)}{dt} = \lambda [p_0(t) - p_3(t)] + \mu [p_3(t) - p_0(t)];$$

$$\frac{dp_3(t)}{dt} = \lambda [p_1(t) + p_2(t)] - \mu [p_1(t) + p_2(t)].$$

- за три потребяващи възела:

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = \mu [p_1(t) + p_2(t) + p_3(t)] - 3\lambda p_0(t);$$

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = \lambda [p_0(t) - p_1(t)] + \mu [2p_4(t) + 2p_5(t) - p_1(t)];$$

$$\frac{dp_2(t)}{dt} = \lambda [p_0(t) - 2p_2(t)] + \mu [2p_4(t) + 2p_6(t) - p_2(t)];$$

$$\frac{dp_3(t)}{dt} = \lambda [p_0(t) - 2p_3(t)] + \mu [2p_5(t) + 2p_6(t) - p_3(t)] ;$$

$$\frac{dp_4(t)}{dt} = \lambda [p_1(t) + p_2(t) - p_4(t)] + \mu [3p_7(t) - 4p_4(t)] ;$$

$$\frac{dp_5(t)}{dt} = \lambda [p_1(t) + p_3(t) - p_5(t)] + \mu [3p_7(t) - 4p_5(t)] ;$$

$$\frac{dp_6(t)}{dt} = \lambda [p_2(t) + p_3(t) - p_6(t)] + \mu [3p_7(t) - 4p_6(t)] ;$$

$$\frac{dp_7(t)}{dt} = \lambda [p_4(t) + p_5(t) + p_6(t)] - 9\mu p_7(t) .$$

Системата, която се съставя за състоянията на даден клон с присъединени  $n$  потребители, се характеризира с  $2^n$  броя уравнения.

В действителност, всички консуматори се хранят едновременно, като мощността им се изменя от минимална до максимална стойност. Само при аварийен режим отпада потребител. По тази причина, в графа преобладава съществуването на приблизително еднакви състояния, а общият брой диференциални уравнения може да се съкрати до  $n+1$ . За получаване на зависимостите са достатъчни три уравнения, които да характеризират състоянията на системата:

- с  $n$ -изключени потребители;
- с  $k$ -включени потребители;
- с  $n$ -включени потребители.

Ако  $P_k(t)$ , ( $k=0,1,2,\dots,n$ ) се означава вероятността в момента  $t$  да са включени  $k$  потребители, а с  $C_n^k$  и  $C_n^{k+1}$  - броят на съчетанията на  $n$  възли и съответно  $k$  и  $k+1$  включени потребители, то системата уравнения може да се представи по следния начин:

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = -n\lambda p_0(t) + n\mu p_1(t);$$

$$\frac{dp_k(t)}{dt} = \lambda [k C_n^k p_{k-1}(t) - (k-1)C_n^{k-1} p_k(t)] + \mu [(k+1)^2 C_n^{k+1} p_{k+1}(t) - k^2 C_n^k p_k(t)];$$

$$\frac{dp_n(t)}{dt} = n\lambda p_{n-1}(t) - n^2 \mu p_n(t).$$

При граничния режим, когато  $t \rightarrow \infty$ , се получава системата алгебрични уравнения:

$$\lambda p_0(t) - \mu p_1 = 0;$$

$$\frac{k}{n-k} \lambda p_{k-1} - \lambda p_k + (k+1)\mu p_{k+1} -$$

$$- \frac{k^2}{n-k} \mu p_k = 0;$$

$$\lambda p_{n-1} - n\mu p_n = 0,$$

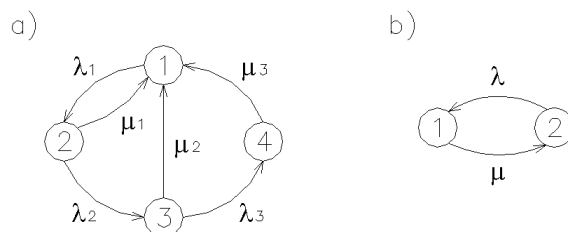
след решаването на която се получава:

$$p_k = p_0 \frac{a^k}{k!}; \quad p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{a^k}{k!}},$$

където  $a=1/m$  [3].

Събитията, които предизвикват промяна на състоянията във възлите, се изразяват с интензивностите на преходите  $\lambda$  и  $\mu$ , които на практика могат да се получат по два начина:

- **По статистическа информация.** Начинът на събиране и обработка на статистическите данни за изключване на електрическите товари позволява разглеждане на четири състояния на всеки възел (фиг.2а): 1 - нормална работа на потребителя; 2 - неустойчиво изключване с повторно включване; 3 - изключване с успешно повторно включване; 4 - устойчиво изключване.
- **Приблизително представяне.** Разглеждат се две състояния на всеки възел (фиг.2б): 1 - нормална работа; 2 - изключване на потребителя.



**Фиг.2.** Диаграма на състоянията за потребяващ възел:

а) по статистически данни; б) приблизително представяне.

Системите уравнения, описващи графа на състоянията от фиг.2 са съответно:

- при анализ на статистически данни:

$$\begin{aligned} P_2(\lambda_2 + \mu_1) - P_1\lambda_1 &= 0; \\ P_3(\lambda_3 + \mu_2) - P_2\lambda_2 &= 0; \\ P_4\mu_4 - P_3\lambda_3 &= 0 \\ \sum_i P_i &= 1 \quad (i = 1, \dots, 4). \end{aligned}$$

- при приблизително представяне:

$$P_1\mu - P_2\lambda = 0; \quad P_1 + P_2 = 1.$$

Вероятностите  $P_i$  за намиране на системата от фиг.2 в  $i$  състояние са съответно:

- при анализ на статистически данни:

$$P_i = \frac{1}{1 + \sum_i \alpha_i}, \quad (i = 2, 3, 4);$$

$$P_i = a_i P_1, \quad (i = 2, 3, 4); \quad a_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \mu_1};$$

$$a_3 = a_2 \frac{\lambda_2}{\lambda_3 + \mu_2}; \quad a_4 = a_2 a_3 \frac{\mu_3}{\lambda_3}.$$

- при приблизително представяне:

$$P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}; \quad P_2 = \frac{\mu}{\lambda + \mu}.$$

Интензивностите на преходите  $l_i$  и  $m_i$  за диаграмата от фиг.2 се определят:

- при анализ на статистически данни:

$$\lambda_p = \lambda_1; \quad \mu_p = \mu_1 + \mu_2 + \mu_3.$$

- при приблизително представяне:

$$\lambda_p = \lambda; \quad \mu_p = \mu.$$

Включването и изключването на генериращи източници е случаен процес във времето, който зависи предимно от тяхната експлоатационна надеждност и от метеорологичните фактори. За описване на състоянията на една малка ЕЦ е подходящ модел с 5 състояния: работен режим съответно със 100%, 75%, 50%, 25% отдавана мощност в мрежата и изключено състояние. Когато към даден клон от мрежата се включват  $m$  на брой генериращи източници, броят на състоянията нараства много. За целите на моделиране на граничните режими е достатъчно да се вземат по две състояния за всеки  $i$ -ти генериращ източник със съответни интензивности на преходите  $\lambda = \lambda_G$  и  $\mu = \mu_G$ .

## ОСОБЕНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРАНЕ

Моделирането на електрическите товари в генериращите и потреблящите възли се извършва с отчитане на следните особености:

- Минималните и максимални товари в потреблящите възли не съвпадат по време със съответните товари в генериращите възли.
- Мощностите в някои потреблящи възли са съизмерими с мощностите в генериращите възли.
- Потоците от събития в моделите на генериращите източници и товара са независими.
- Вероятностите на събитията в единия от моделите остават постоянни, независимо от това какви събития се наблюдават в другия модел.
- Минималните товари в потреблящите възли са неизменни, а максималните товари са случайна величина, изразявана всеки ден с различна стойност.

Последователното изброяване на възможните състояния в генериращите и потреблящите възли с отчитане на посочените особености, позволява да се създаде модел на електрическите режими в отворените разклонени мрежи за СН.

## ИЗВОДИ:

Присъединеният брой консуматори и генериращи източници към даден клон от отворената разклонена електрическа мрежа, представен като динамична система с възможен брой различни състояния, може да се моделира като се приложи теорията на Марковските вериги.

Разглеждането на отворената разклонена мрежа като динамична Марковска система, в сравнение с традиционно използваните методи за симулиране на електрическите товари, позволява отчитане на специфичните особености на генериращите и потреблящите възли.

С помощта на разработения модел се симулират възможните режими в отворена разклонена мрежа с товари и генериращи източници.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Неделчева С.И. Електрически мрежи. С., Изд.ТУ, 1997.
- [2]. Неделчева С.И. Вятърни електрически централи. С., СУБ, 2002.
- [3]. Воробьев В.А. Определение закона распределения электрических нагрузок во времени. Изв.ВУЗ.Энергетика, №2, 1988.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗСЛЕДВАНЕ ЕЛЕКТРООБЕЗОПАСЯВАНЕТО НА ОБЗАВЕЖДАНЕТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ЛОКОМОТИВИ НА БДЖ

И. Миленов, П. Пантев, Г. Павлов,  
А. Семизоров, Г. Димитров, И. Щъркалев, Ч. Джамбазки

#### АНОТАЦИЯ

*Електрическите локомотиви са специфични транспортни уредби за високо напрежение. В доклада се анализира нормативната уредба, относяща се до обезопасяването на локомотивите и са показани резултати от направените измервания по тези показатели. На тази база са направени предложения за усъвършенстване на електрообезопасяването им.*

**Ключови думи:** ЖП транспорт, локомотивен машинист, трудова дейност, подвижен състав.

Електрообезавеждането на електрическия подвижен състав е специфично. Параметрите, конструкцията и обезопасяването на електрическите съоръжения зависи от:

- предназначението на е.п.с. – влакова работа, маневрена работа, мотрисен влак;
- календарната година на производство;
- фирмата производител.

Направено бе изследване на електрообезопасяването на работните места на локомотивните бригади. Изхождайки от Длъжностната характеристика за длъжността “Локомотивен машинист” и същата за помощник машинист; от Инструкцията за работа на локомотивните машинисти и помощник машинисти в БДЖ; от съществуващата експлоатационна практика работни места на локомотивните бригади са:

- кабините за управление на тяговия подвижен състав (т.п.с.);

- машинните отделения на локомотивите;
- апаратните шкафове в салоните за пътници на електрическите мотрисни влакове (е.м.в.);
- покривите на електрическия подвижен състав (е.п.с.);
- гаровите и гаражните коловози;
- ревизионните канали на които се прави предпътен преглед на т.п.с. от локомотивните бригади;
- екипировачните пунктове.

При изследване обезопасяването на работните места колективът подходи от три направления:

1. анализ на нормативната уредба за обезопасяване на работните места;
  2. оглед, проверка и измерване обезопасяването на работното обезавеждане.
  3. анализ на трудовите злополуки;
- Правилникът по безопасност на труда на ра-

Панто Пантев, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Иван Миленов, доцент д-р, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Георги Павлов, главен асистент, д-р ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Андрей Семизоров, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Илия Щъркалев, 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

ботниците от експлоатацията на локомотивното стопанство е издаден през 1976 г. Заложени в него основни положения доказва своята правота през годините. Настъпилите изменения в изходната нормативна база и експлоатирания тягов подвижен състав налагат неговото актуализиране. В правилника са посочени и основните изисквания към обезопасяването на работното обзавеждане.

Електрообезопасяването на електрическите и дизеловите локомотиви е регламентирано в БДС 14902-79, БДС 14308-77, Правилник по безопасността на труда при експлоатацията на електрическите уредби и съоръжения Д 01 – 008, Наредба за техническата експлоатация на електрообзавеждането (НТЕЕ).

Основни положения в правилниците за електрическите уредби и тяхното обезопасяване, които имат отношение към тяговия подвижен състав са:

- частите на електрическите уредби трябва да се изолират, разполагат или ограждат по такъв начин, че да не е възможно приближаването на опасни разстояния или допир;

- най-високото допустимо напрежение при допир е 50V при променливо напрежение и 100V при постоянно напрежение;

- на защита срещу индиректен допир подлежат корпусите на електрическите машини, електрическите апарати, електрическите шкафове;

- на защита срещу индиректен допир не подлежат електрически уредби с напрежение до 250V;

- конструктивните елементи, които осъществяват защита срещу директен допир при напрежение до 1000V се демонтират с помощта на инструмент;

- блокировките, които се прилагат за осигуряване на защита срещу директен допир, трябва да осигуряват изключване на напрежението;

- защитните прегради се означават с предупредителен знак за високо напрежение;

- съпротивлението на заземителните инсталации за защита срещу индиректен допир при напрежения над 1000V да не бъде по-голямо от 0,5 W.

Конструкцията на нашия тягов подвижен състав отговаря на основните нормативни изисквания.

Локомотивния персонал може да попадне под напрежение 27,5 кV при качване на покрива на е.п.с., когато контактната мрежа е под напрежение и при доближаване до елементи от веригата 25 кV на електрозадвижването, когато

е.п.с. е под напрежение.

Няма технически средства, които да предпазват машиниста от качване на покрива, когато контактната мрежа е под напрежение. Електрическата блокировка на люка или стълбата, в зависимост от серията е.п.с., предпазват от вдигане на токоприемниците. Мероприятията за обезопасяване са основно организационни. В открит път машиниста си взаимодейства с енергодиспечера, използва заземителни щанги и лични предпазни средства. В локомотивните депа обезопасяването при качване на покрива на е.п.с. е задължение на дежурния по депо.

Съоръженията 25кV на е.п.с. са обезопасени с предпазни решетки или капади снабдени с електрически блокировки. Блокировките са с изключващи контакти и действат на главния въздушен прекъсвач. За обезопасяване са предвидени и редица организационно-технически мероприятия чрез ключа за управление и секретния ключ.

Попадането на машинист под високо напрежение е възможно при извършване на няколко нарушения на правилата за безопасност.

Проблемът за обезопасяването при работа на височина, на покрива на електрическия подвижен състав е сравнително нов - от последните 4-5 години. Последният документ по този проблем е писмо на Началника на отдел “Локомотиви” в “БДЖ” ЕАД от месец 02.2002 г., което е съгласувано с Инспекция “Безопасност и здраве при работа”.

За обезопасяването на машинистите на електрически подвижен състав при работа на покрива в открит път и в депата не е намерил задоволително решение.

В локомотивните депа има издадени заповеди на основата на Наредба № 3 от 19 април 2001 год. за минималните изисквания за безопасност и опазване на здравето на работниците при използване на лични предпазни средства на работното място. На Министерството на труда и социалната политика и Министерството на здравеопазването. В заповедите има различния по отношение на видовете лични предпазни средства и също така по предназначение или кога трябва да се използват.

За по-детайлно изследване на електрообезопасяването бяха направени измервания на потенциалните разлики между точки до които може да се допре едновременно машинист или помощник при движение в коридор на машинното отделение на локомотиви серии 44, 45. Той може да се допре от една страна до решетката

Измервана величина	Локомотив 44-090	Локомотив 45-198
Съпротивление на контура глава-релса		
предпазна решетка, $\Omega$ ;	0,142	0,135
предпазна врата, $\Omega$ ;	0,154	0,161
корпус на вентилационен канал, $\Omega$ ;	0,261	0,254
дръжка на външна врата на кабината, $\Omega$ ;	0,158	0,136
фин филтър на коша, $\Omega$ .	0,650	0,680
Потенциална разлика между филтъра и		
предпазна решетка, mV;	1,7	1,3
предпазна врата, mV;	2,8	1,4
корпус на канал, mV.	1,9	2,0
Потенциална разлика между глава релса и дръжка на		
външна врата, mV.	3,7	4,0

на филтрите и от друга страна до предпазните решетки на високоволтовата камера и компресорите, до капаците на апаратните шкафове. Резултатите са показани на таблица 1.

Съпротивлението трябва да бъде под 0,5 W. Съпротивлението между глава-релса и финия филтър да е по-голямо, но филтъра не е защита срещу допир. Най-високо допустимо напрежение при допир е 50V. Бяха подложени на анализ станалите трудови злополуки през периода от 1990 г. до 2001 г. Смятаме, че в сравнение със сегашните обстоятелства преди 1990 г. товаропотоците, организацията на експлоатационната дейност, условията за труд на локомотивните бригади се различават.

“БДЖ” ЕАД - Централно управление, отдел “Локомотивен” не разполага със събран на едно място архив за станалите трудови злополуки. НК “Железопътна инфраструктура” - Централно управление, Инспекция “Безопасност и здраве при работа” разполага с непълен архив.

Информация за станалите трудови злополуки с локомотивните бригади бе събрана от депата.

През изследвания период в десетте локомотивни депа са станали 49 трудови злополуки, като при 7 броя от тях, 14% причината е токов удар. В два случая злополуките са станали на

покрива на е.п.с., а 4 броя са станали във високоволтовата камера на локомотивите “Шкода”. Във всички случаи причините за злополуките са от субективен характер. Коефициента на тежест е 83.

От направените изследвания могат да се направят следните изводи.

- Няма регистрирани трудови злополуки по технически причини вследствие конструктивни грешки или неработоспособност на защитни средства.

- Не може да се приеме, че оптимално е решено обезопасяването при работа на покрива на електрическия подвижен състав.

Проучванията трябва да продължат в следните насоки:

- създаване на централизиран архив за станалите трудови злополуки с локомотивния персонал;

- необходима ли е допълнителна защита срещу индиректен допир на защитните решетки и капаци;

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Наредба за техническа експлоатация на енергосъоръженията, 2000г.

[2] Правилник за безопасността на труда при експлоатацията на електрическите уредби и съоръжения. Техника, 2001г.

#### Комутационна, мултиплексна и кабелна техника

Тук се провеждат занятия по дисциплините - Комутационна мултиплексна и кабелна техника, Комуникационни мрежи и телетрафик, Оптиелектроника и оптични комуникации, Специални съобщителни връзки. Тя представлява действащ макет на реален фрагмент от съобщителната мрежа на НК БДЖ и съдържа звездообразна конфигурация, включваща 3 телефонни централи и апаратура по специални съобщителни връзки. За информация и контакти-катедра: ”СОТС”

#### Електрически локомотиви

В лабораторията се провеждат занятия по Електрическо обзавеждане на електрически 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, който 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 мотрисни влакове в НК БДЖ и във водещите европейски железопътни администрации. За информация и контакти - катедра: “ЕОЖТ”

#### Електрически машини, апарати и преобразователи

Лабораторията е създадена за осъществяване на учебна, научно-изследователска и експериментална дейност. В нея се провеждат упражнения по дисциплините - **Електрически машини и апарати, Електрическо обзавеждане на локомотиви и вагони**. В лабораторията е монтирана пендел-машина, позволяваща изпитването на електрическите двигатели и генератори с мощност до 70kVA. Лабораторията е оборудвана с трифазен честотен инвертор с мощност 15kVA за изпитване на трифазни асинхронни двигатели, разполага със съвременни измервателни апарати като: осцилоскопи, мултиметри, записващи апарати и други с висок клас на точност. Оборудването позволява снемането на работните характеристики на електрическите машини в двигателен и генераторен режим, изпитването на тягови електрозадвижвания, снемане на характеристиките и настройка на комуникационна и защитна апаратура. За информация и контакти - катедра: “ЕОЖТ”

#### Изпитване и диагностика на ДВГ

Изградена е на две нива и се състои от учебна зала и моторен бокс. Монтирано е натоварващо устройство (спирачка) и автоматизиран стенд с компютърно управление. Предназначен е за провеждане на упражнения по дисциплината - **Двигатели с вътрешно горене**, а също така и за научни изследвания в тази област. Дава възможност за снемане на всички видове характеристики на двигателите. За информация и контакти - катедра: “ЛОКОМОТИВИ И ВАГОНИ”



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗСЛЕДВАНЕ ОРГАНИЗАЦИЯТА НА ТРУДОВАТА ДЕЙНОСТ НА ЛОКОМОТИВНИТЕ МАШИНИСТИ

П. Пантев, И. Миленов, Г. Павлов,  
А. Семизоров, Г. Димитров, И. Щъркалев

#### АНОТАЦИЯ

*Условията за труд на локомотивните машинисти определящо зависят от организацията на трудовата дейност. Машинистите работят на смени с променлива продължителност и различен начален час, работното време се изчислява сумарно за месец. В доклада се анализира трудово-правната база за организация на дейността у нас и няколко европейски страни с различна гъстота на жп мрежа и интензивност на жп транспорт. Дават се резултатите от изследване организацията на трудовата дейност в основни локомотивни дена, при различни категории влакове и различни серии тягов подвижен състав.*

**Ключови думи:** ЖП транспорт, локомотивен машинист, трудова дейност, подвижен състав.

Безопасността на движението на влаковете зависи и от условията на труд на локомотивните бригади. Условията на труд включват факторите на работната среда (микроклимат в кабината за управление, химически състав на въздуха, шум, общи и локални вибрации, електрически и магнитни полета); обезопасяването на обзавеждането; ергономичност на кабината. Съществен елемент е организацията на труда.

Характерът и спецификата на професионалната дейност на локомотивните машинисти предопределя сумарно формиране на работното време навсякъде по света. В трудово-правните документи се определят следните основни норми:

1. Месечна или седмична норма на работното време.
2. Максимална продължителност на работната смяна.

3. Увеличена продължителност на работната смяна при определени условия.

4. Минимална продължителност на работната смяна.

5. Максимална продължителност на управление на влака/локомотива (пътуване с локомотив, престой на локомотив)

6. Минимална продължителност на почивката между две последователни работни смени по местослужение (и местожiveене, в къщи).

7. Намалена продължителност на почивката между две работни смени по местослужение.

8. Минимална продължителност на почивката между две работни смени в оборотен пункт (извън местожiveенето, извън дома).

9. Намалена продължителност на почивката между две работни смени.

10. Максимална продължителност на почивката между две работни смени в оборотен пункт.

Панто Пантев, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Иван Миленов, доцент д-р, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Георги Павлов, главен асистент, д-р ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Андрей Семизоров, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Илия Щъркалев, главен асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

Георги Димитров, старши асистент, ВТУ “Тодор Каблешков”, 1574 София, ул. “Гео Милев” № 158

11. Максимална продължителност на престоя (паузата) в оборотен пункт при повеска.

12. Максимална продължителност на отсъствие от местослужението.

13. Брой почивни дни в годината, месеца или друг период.

14. Брой почивни дни в празнични и предпразнични дни.

15. Продължителност на почивните дни и т.н.

Основен нормативен акт у нас е Наредба № 50 от 28 декември 2001 за работното време на ръководния и изпълнителския персонал, зает с осигуряване на превозите на пътници и товари в железопътния транспорт на Министерството на транспорта и съобщеният. Основни норми от нея са показани на табл. 1.

За сравнителен анализ са показани нормите на пет западноевропейски страни – Германия, Италия, Испания, Португалия и Швейцария. Четири от тях са членки на Европейския съюз. Показани са и нормите на три бивши социалистически страни – Унгария, Полша, Словакия. Избрани са страни с интензивен железопътен транспорт и с по-слабо развита железопътна инфраструктура.

Светът на европейската общност издаде директива 93/104/EG за формиране на работното време, но в нея не се нормира работното време на локомотивните машинисти. Във връзка със създаването на трансевропейската мрежа (TEN) органи на Европейския съюз работят интензивно за уеднаквяване наредбите за железопътния транспорт по: формиране на работното време, сигнализацията, ръководството на движението, системите за безопасност, комуникационните системи. Предложение са направили и Автономните синдикати на локомотивните машинисти в Европа (Autonome Lokomotiv-fuhrer-Gemeinschaften Europa, ALE). Те също са показани на таблицата.

Когато за дадена норма нямаме информация в графата е поставено тире, а ако има допълнителни условия - \*.

Избрана е седмична норма за работното време за да се избегне влиянието на различията на работните дни на месеците и на различния брой официални празници в отделните страни.

Седмичната норма за работното време е от 36 h до 41 h. У нас е 40 h и се доближава до горната граница. Максималната продължителност на работната смяна от 12 h е както в бившите социалистически страни и е най-дългата. Само в Словакия има по-дълга увеличена продължителност на работната смяна от наша-

та страна, но същата е и в Германия. В малко страни се регламентира минималната продължителност на работната смяна.

Максималната продължителност на управление на влака в Германия и Испания е в зависимост от скоростта на движение на влаковете. При управление на високоскоростни влакове в Германия продължителността е 5,5 h, а в Испания 5 h. В Германия при скорост на влака над 80 km/h продължителността е 7 h, а под 80 km/h – 8 h. При маневрена работа продължителността е 9h. В Италия, Испания, Швейцария, Полша продължителността е между 7-9 h. В Унгария и Словения максималната продължителност на работната смяна съвпада с максималната продължителност на управление на влака, а в Португалия тя е даже по-голяма.

У нас максималната продължителност на управление на влак не е директно формулирана, но в чл. 13 на Наредба 50 е записано, че времето на работна смяна не включва работното време за предпътен медицински преглед, за инструктаж преди работа и за доклад и анализ след работа. Във времето на работната смяна се включва обаче времето за изпълнение на функционалните задължения (приемане и предаване на влака(локомотива)). В редица случаи е възможно максималната продължителност на управление на влака да бъде съвсем близо до 12 h. Минималната продължителност на почивката между две работни смени по местослужение е в границите от 18 до 10 часа. У нас е 12 h, но не може да бъде намалявана както в някои страни (включително до 8 h в Унгария). В Испания почивката може да бъде намалявана от 14 h на 12 h но само със съгласието на машиниста.

Минималната продължителност на почивката в оборотен пункт е от 9 до 3 h, най-често 9 h. Единствено у нас тя е свързана с продължителността на предхождащата работна смяна. Съгласно чл. 17 на Наредба 50 при работно време на отиване повече от 6 h почивката не може да бъде по-малка от неговата продължителност, като същевременно се допуска намаление с 25%. В Испания се допуска намаление от 9 h на 8 h, но само със съгласието на машиниста.

В Италия, Полша и Словакия е нормирана максималната продължителност на почивката между две работни смени в оборотния пункт.

В някои страни е определена максималната продължителност на отсъствие от местослужението или се въвежда допълнително заплащане (например в Унгария след 20 h).

№	Страна	Б ъ л г а р и я	Г е р м а н и я	И т а л и я	И с п а н и я	П о р т у г а л и я	Ш в е й ц а р и я	У н г а р и я	П о л ш а	С л о в а к и я	A L E
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Седмична норма работно време, h	40	38	36	40	40	41	40	40	36	-
2	Максимална продължителност на работната смяна, h	12	-	8	9	9	10	12	12	12	10
3	Увеличена продължителност на работната смяна, h	14	14	-	11	-	13	-	-	15	12
4	Минимална продължителност на работната смяна, h	няма	-	-	-	-	6	4	-	-	няма
5	Максимална продължителност на управление на влака, h	-	5,5 7 8 9*	7,5	5 * 9	11	9	12	7	12	няма
6	Минамална продължителност на почивката между 2 работни смени по местослужене, h	12	11	18	14	14	12	12	10	-	13
7	Намалена продължителност на почивката между работни смени по местослужене, h	няма	9	-	12 *	-	10	8	-	-	няма

Таблица 1

Традиция е да се регламентират почивните дни.

Продължителността на работната смяна бе изследвана в ЖП тракциите (локомотивните депа) София, Пловдив, Горна Оряховица и Бургас.

Основно бяха използвани следните типове документи:

- график за работното време на локомотивните бригади;
- ежедневен план за службата на машинистите, помощник машинистите, локомотивите и ЕМВ на депата;
- личните сметки на локомотивните машинисти и помощник машинистите.

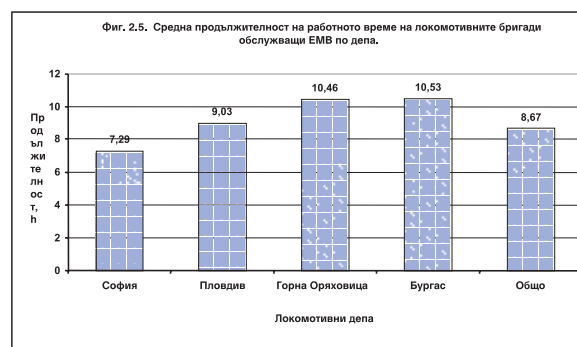
Най-пълна информация може да се събере от пътните листове, но тяхната първична обработка е изключително трудоемка. За това те бяха използвани рядко за уточняване на характерни случаи.

За да се проследят различията в условията на труд през отделните месеци бяха избрани дълъг летен месец и най-късия зимен месец - август 2001г. и февруари 2002 г.

Електрическите мотрисни влакове обслужват по единен график обикновените пътничес-

ки влакове и крайградските пътнически влакове. На фиг. 1 е показана средната продължителност на работното време на локомотивните бригади. Общо за четирите депа тя е 8,67 h, като най-къса е в депо София.

Средната продължителност на работното време е показател зад който могат да се крият работни смени с различна продължителност. На фиг. 2 е показано разпределението на продължителност на работното време на бригадите обслужващи ЕМВ в депо София при средна продължителност на работното време  $T_p = 7,29$  h. Има времена от интервала 11 - 12 h и от ин-



фиг. 1



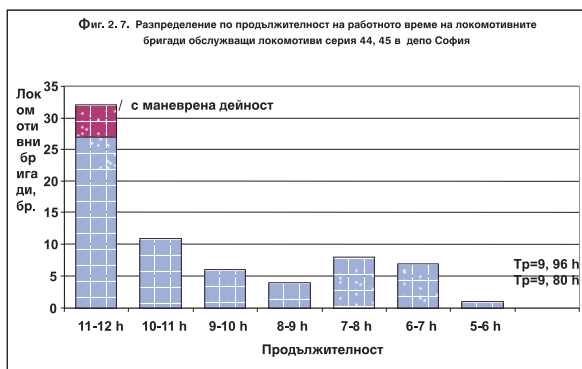
тервала 5 - 4 h. В интервала от 5 - 6 h са 22% от работното време.

Същите изследвания са направени за брига-



фиг. 2

дите обслужващи локомотиви серии 44 и 45 в депата София и Пловдив. За депо София (фиг. 3, фиг. 4) са посочени две стойности на средната продължителност на работното време, защото са включени и локомотивите извършващи маневрената работа (изтеглителни). Вижда се, че при почти едно и също работно време разпределението е коренно различно. Работни времена с продължителност 11 - 12 h в София са



фиг. 3



фиг. 4

най-малко (с едно изключение), а в Пловдив - най-много.

Характерно е разпределението на продължителността на работното време на бригадите обслужващи локомотиви серия 07 в депо Пловдив. Всички смени са с продължителност от 10 - 12 h.

В депо Горна Оряховица средната продължителност на работното време на локомотивните бригади обслужващи локомотивите серия 42 е 10,85 h, за серия 44 - 9,5 h, за серия 45 - 11,31 h. Средната продължителност на работното време на бригадите от депо Бургас, обслужващи експресните и бързите влакове с локомотиви серия 46 е 8,85 h.

Направено е по-детайлно изследване на организацията на трудовата дейност на машинистите и помощниците обслужващи електрическия подвижен състав в депо София. Проучванията са направени за месеците август 2001 г. и февруари 2002 г. Поради различния брой работни дни средното месечно натоварване (действителното работно време), средният изминат път за месеца и броят на смените е различен, но средната продължителност на работното време е в тесни граници - от 10,13 h до 10,98 h. Средният брой на месечните смени при локомотивните бригади обслужващи ЕМВ е по-голям в сравнение с тези на бригадите на локомотивите, а средният изминат път за една работна смяна е по-малък.

При маневрена работа средната продължителност на работното време е равна или близка до нормативната максимална продължителност на работната смяна - 12 h.

Регистрираните случаи за продължителност на работното време над 15 h, дори 16,4 h бяха проверени и се оказа, че това се дължи на недостатъци на сега използваните пътни листове. Те позволяват да се отчита сумарно времето за две смени при обслужване на един чифт влакове.

Най-голям брой и най-къси по продължителност смени бяха регистрирани в депо Бургас по личните сметки. През месец август 2001 има 91 смени с продължителност 2 h или по-малко. През месец февруари има 17 смени с продължителност на работното време под 2 h и 32 смени с време под 3 h при които е изминат път с влак или локомотив. Естествено е там да има рекорден случай по брой на месечните смени - 28 пътни листа за месец с 20 работни дни и 28 календарни дни. Това се дължи на отменяне на товарни влакове.

Наднорменото натоварване (извънредни,

наднормени часове) на локомотивния персонал за първото тримесечие на 2002 г е 0,07% спрямо тримесечната норма при 1,85% отпуска и 0,28% болни в човекодни.

Разпределението по начален час на явяване на локомотивни бригади е показано на фиг. 6. В разпределението не е включен локомотивният персонал ангажиран с маневрената дейност. Бригади се явяват на работа по всяко време на денонощието. Характерни са пиковете в часовете интервали от 6 h до 8 h, от 15 h до 16 h, от 18 h до 20 h.

До сега цялостни проучвания на организацията на труда на локомотивния персонал в БДЖ не са правени и няма информация за да бъдат направени сравнения. Оперативно непрекъснато се контролира спазването на нормативната база по отношение максималната продължителност на работната смяна и минималната продължителност на почивката. Периодично - месечно, на тримесечие, годишно се контролира наднорменото натоварване.

Трудово-правните норми за организация на

Например при интензивно натоварване да се намалява работното време или да се увеличава възнаграждението.

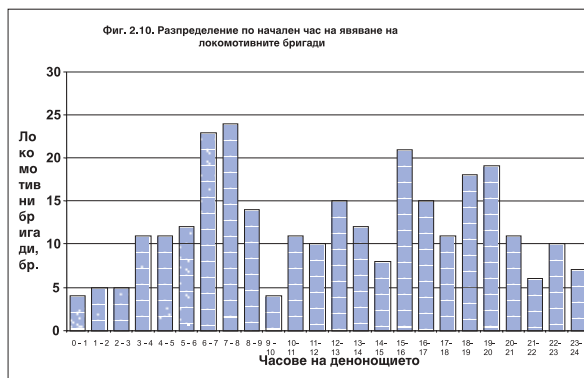
Средната продължителност на работното време на локомотивните бригади обслужващи влакове се влияе от обслужваните участъци и категорията на влаковете, но най-често е в границите от 8 до 11 h. Поради отпаднали товарни влакове има смени с продължителност под 2 h. Това води и до увеличаване на работните смени (явяванията) за месец.

Проучванията трябва да продължат в следните насоки:

- Нормиране минималната продължителност на работната смяна;
- Нормиране почивните дни като продължителност, брой и разпределение;
- Нормиране почивните дни като продължителност, брой и разпределение;
- определяне оптималната продължителност на работната смяна;
- Определяне оптималната продължителност на почивката в оборотен пункт.



фиг. 5



фиг. 6

трудова дейност на локомотивния персонал у нас са в същите граници, както и в други европейски страни. Има параметри които не се нормират у нас, като минимална продължителност на работната смяна, максимална продължителност на управление на влака. Не е ясно нормирането на почивните дни сега. Има различия в подхода към нормиране на отделни параметри.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Austi, A., & Drummond, P.D. Work problems associated with suburban train driving. Applied Ergonomics, 17, 111-116  
 [2] Giillard, A. W. K. (1993). Comparing the concepts of mental load and stress. Ergonomics, 36, 991-1005

### Влакови спирачки

Изградени са няколко реално действащи стенда, служещи за обучение на студентите. Стенд за изпитване на кран машинисти за управление на влакова спирачка “Knor D2”, директна влакова спирачка “Knor St 1” и директна влакова спирачка “Оерликон FD 1”. Стенд за изпитване на спирачни системи на БДЖ и СЖД вагони. Стенд за изпитване на спирачна система на електрически мотрисни влакове ЕМВ-32 серия и СЖД пътнически влакове. Стенд за изпитване и демонстрация на работата на автоматични регулатори на лостова спирачна система - SAB тип DA и DRV. В процес на изграждане са тренажор за обучение на локомотивни машинисти и ревизор вагони и стенд за изпитване на компресори. За информация и контакти -катедра: “ЛОКОМОТИВИ И ВАГОНИ”.

### Системи на вагоните

Лабораторията е единствена по рода си в страната. Служи за обучаването на студенти и кадри на НК БДЖ, поддържащи и ремонтиращи осветителните и отоплителните системи на пътническите вагони, като предоставя база за задълбочена научно-изследователска работа в тази област. Изградени са реално действащи осветителна и отоплителна системи, управляваща ги автоматика и част от вагонното обзавеждане на най-масовата серия български пътнически вагони. В лабораторията могат да се наблюдават всички процеси, свързани с осветлението на купетата, коридорите и преддверията на пътническите вагони, като и да се демонстрират повреди и показват начини за отстраняване на възникналите повреди. Действащата автентична отоплителна уредба дава възможност да се изучават режимите на работа и начините за отстраняване на възникналите повреди. Последната разработка в тази лаборатория е свързана с модернизацията на съществуващата отоплителна уредба на най-масовата серия български пътнически вагони с възможност за охлаждане през летния сезон (етап от внедряване на климатична инсталация), което е част от програмата за обновяване на вагонния подвижен състав. За информация и контакти -катедра:

### Механика на флуидите

Тук се допълват и разширяват познанията на студентите в областта на дисциплината Механика на флуидите. Налице са уреди за измерване на основните характеристики на флуидното течение - налягане, скорост, дебит. Тук студентите добиват реална представа за понятията - токова линия и токова картина, хидравлично съпротивление и неговото пресмятане, ламинарно и турбулентно движение. За информация и контакти-катедра:”МЕХАНИКА”

### Теоретична механика и съпромат

Тук са изградени девет уникални лабораторни уредби, даващи възможност да се определят: масови инерционни моменти на тела с различна форма; земно ускорение с универсално махало; коефициент на триене при търкаляне с наклонено махало; кинетичен момент на жirosкоп; собствена честота на малките свободни трептения на механична система; скоростта на изстрелване на снаряд с балистично кръгово махало. За информация и контакти-катедра: “МЕХАНИКА”.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА МОДЕРНИЗАЦИЯ НА СХЕМАТА НА СИЛОВОТО ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МОТРИСЕН ВЛАК 32.00

Георги Павлов

#### АНОТАЦИЯ

*Предложена е схема и са направени разяснения относно модернизацията на конкретен електрически подвижен състав, намиращ се на експлоатация у нас. Предложението е направено на базата на съвременни мощностни модули, реализирани на базата на IGB прибори. За проектиране на нов състав с постояннотокови двигатели не може да става дума. В световен мащаб постояннотоковите двигатели вече са изместени от трифазните променливотокови двигатели с кафезна роторна намотка, поради много по-простото им устройство и по-високата надеждност. Предлаганата схема за модернизация ще повиши коефициента на мощност на състава, с което ще подобри режима на работа при движението и.*

**Ключови думи:** Електрически мотрисен влак, енергетични параметри, коефициент на мощност, четириквadrантни (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.

За конкретизация на схемата и изчисляването на режимите на работа е необходимо да бъде избран конкретен електрически подвижен състав, който да бъде модернизиран. Естестве-

но за проектиране на нов състав с постояннотокови двигатели не може да става дума. В световен мащаб постояннотоковите двигатели вече са изместени от трифазните променливотокови двигатели с кафезна роторна намотка, поради много по-простото им устройство и по-високата надеждност.

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 снижи 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.

По-голямата част от съществуващото силово електрообзавеждане се запазва и след модернизацията. Тъй като токът на възбудителната намотка на тяговия двигател е голям, по-добре е реверсирането да продължи да се извършва от контактен апарат, т.е. реверсорите се запазват. От друга страна възбудителната намотка е

с много ниско съпротивление и затова падът на напрежение върху нея е малък, независимо от големия ток. Затова е подходящо отслабването на полето да продължи да се извършва с помощта на шунтови контактори и резистори. Разединителите за аварийно изолиране също трябва да останат, тъй като преобразувателят е общ за четирите двигателя. Отпадат спирачните превключватели и резистори, както и импулсният регулатор на спирачната сила. Подменят се токоограничаващите реактори с такива с по-голяма индуктивност. Отпадат токоизправителят и главният контролер. На тяхното място се монтират импулсният токоизправител, кондензаторната батерия и импулсният регулатор.

Тяговите двигатели, тип 1ДТ.004, чиито параметри в най-голяма степен определят проектирането на импулсният токоизправител. Основните технически параметри на тяговите двигатели и трансформатора, тип ОДЦЭ 1100/25 са показани в таблици 1 и 2.

Удвоеното напрежение на тяговия двигател (защото са свързани два по два последователно) е  $2.U_{TD}=1650\text{ V}$ , а вторичното напрежение на тяговата намотка на трансформатора е  $U_2=2208\text{ V}$ . Могат да се разгледат следните ва-

Таблица 1

Параметър	Дим.	Стойност
Номинална часова мощност	kW	210
Номинална продължителна мощност	kW	165
Номинално напрежение	V	825
Номинално напрежение на изолацията спрямо корпуса	V	1350
Номинална пулсация на тока	%	20
Максимално относително отслабване на полето	%	45
Максимална честота на въртене	1/min	2080
Маса на двигателя	kg	2000

Таблица 2

Параметър	Дим.	Стойност
Първична намотка А-Х		
- номинална мощност	kVA	1083
- номинално напрежение	V	25000
Тягова вторична намотка 1-8		
- номинална мощност	kVA	883
- номинално напрежение	V	2208
Намотка за отопление $O_1-a_1$		
- номинална мощност	kVA	100
- номинално напрежение	V	628
Намотка за собствени нужди $O_1-x_1-x_2$		
- номинална мощност	kVA	100
- номинално напрежение на изводи $O_1-x_1$	V	220
- номинално напрежение на изводи $O_1-x_2$	V	257

рианти:

Ако трансформаторът не бъде модифициран, напрежението на междинната постояннотокова верига при избран коефициент  $k_U=1,3$  се получава:

$$U_C = k_U \cdot \sqrt{2} \cdot U_2 = 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 2208 \approx 4509 V.$$

За да не бъде твърде нисък коефициентът на широчинна модулация на импулсия регулатор  $\gamma$ , защото тогава ще е нисък коефициентът му на полезно действие, ще бъде необходимо последователното свързване и на четирите тягови двигателя в един моторен вагон. Тогава, обаче, се намалява гъвкавостта на схемата, тъй като при излизане от строя на един двигател ще трябва да се изключват и четирите.

Втори вариант за решение е преустройството на трансформатора, при което вторичната намотка се разчленява на две равни части, които се включват в паралел, за да се запази мощността на намотката. Тогава за напрежението на междинната постояннотокова верига се получава:

$$U_C = 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 2208 / 2 \approx 2255 V.$$

Коефициентът на широчинна модулация е:

$$\gamma = \frac{2 \cdot U_{TD}}{U_C} = \frac{2 \cdot 825}{2255} = 0,732$$

Като се имат предвид падовете на напрежение в трансформаторната намотка и в преобразувателите, този коефициент ще нарастне до около 0,9 и това ще е достатъчно за постигане на висок коефициент на полезно действие на импулсия регулатор. При този вариант схема-

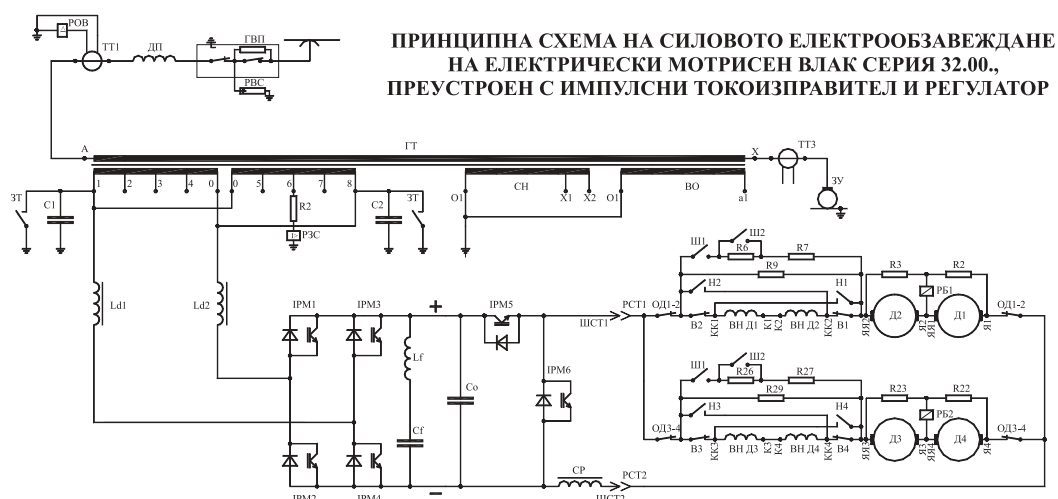
та на свързване на тяговите двигатели се запазва, както оригиналната. Ще се намали обаче напрежението на късо съединение на трансформатора, което ще доведе до по-големи токове на късо съединение (трансформаторът ще намали токоограничаващите си функции). Това няма да доведе до проблеми, тъй като IGBT транзисторите могат да изпълняват токоограничаващи функции.

Трети вариант, при който и трансформаторът, и схемата на тяговите двигатели ще бъдат запазени, е да се използва изправителна схема със средна точка, а не обикновено използваната мостова схема. При тази схемасе намалява коефициентът на използване на трансформатора, съответно мощността, която може да се прехвърля през него. Удвоеното напрежение върху елементите на токоизправителя ще изисква последователно свързване на по-голям брой елементи, при което се усложнява управлението и е необходимо да се поставят спомагателни вериги за правилното разпределение на напрежението.

Като се имат предвид плюсовете и минусите на отделните варианти се избира вторият - преустройство на трансформатора за двойното понижаване на напрежението на тяговата намотка и мостова схема на свързване на елементите на импулсия токоизправител. Изчислителното напрежение на тяговата намотка е  $U_2=1100 V$ .

Схемата на силовото електрообзавеждане на модернизирания електрически моторисен влак серия 32.00. е показана на фиг. 1.

За основа на изчисляване на токовете при тактуването на токоизправителя се използват данните за мощността на трансформатора, на



фиг.1



тяговите двигатели, токовете им, приетото изчислително напрежение, приетата схема. Търсят се ъглите на комутация. За изчисляването им е съставена програма на Excel.

Преди всичко трябва да се приеме честотата на тактуване. Тя основно се определя от елементите, с които се разполага. Колкото е по-висока честотата на комутация, толкова паразитния високочестотен ток ще е по-малък, съответно коефициентът на мощност ще е по-висок, а смущенията, които тази комутация предизвиква, ще са по-ниски. Също ще намаляват стойностите на параметрите, габаритите, теглото и цената на филтриращите елементи - кондензаторна батерия и различните реактори. Високата честота на комутация обаче довежда до увеличаване на комутационните загуби.

Приемлив компромис в швейцарските железници е приетата единадесеткратна тактуваща честота спрямо мрежовата. При тях обаче мрежовата честота на захранващото напрежение е съответно три пъти по-ниско от съответния параметър в БДЖ.

$$f_v = k_v \cdot f_{Mp} = 11.16 \frac{2}{3} = 183 \frac{1}{3} \text{ Hz}$$

Тази честота е прекалено ниска за петдесет херцовата мрежа на БДЖ. Ето защо не могат да се използват същите IPM, изпълнени с GTO тиристори, а да се премине към по-съвременните, по-високочестотни и по-скъпи модули, изпълнени с IGB транзистори.

Като начална стойност за изчисленията се избира  $k_v = 13$ , при което честотата на

Тактуване е:

$$f_v = k_v \cdot f_{Mp} = 13.50 = 650 \text{ Hz}$$

По-маломощни преобразуватели (например за спомагателните задвижвания на електрическия

подвижен състав) достигат до честота 5 kHz [3]. В зависимост от резултатите от изчисленията избраната честота може да бъде повишена до  $1,3 \div 1,5$  пъти.

Направен е избор на полупроводниковите елементи участващи в силовата схема. Избран е транзистор-IGB, тип FZ1200R33KF1 отговаря по напрежение, ефективен ток и импулсен ток, дори и при 20% претоварване на трансформатора. Според изчисленията, исканата честота на комутация се получава при индуктивност 1,2 мН. Нейната стойност се определя от тактовата честота и параметрите на захранващата мрежа и ЕПС. Тъй като голяма част от елементите във веригата за електроснабдяване имат своя индуктивност е необходимо допълнителният реактор да е с по-ниска стойност на индуктивността си.

В защита на това предложение за модернизация може да се каже, че в съвсем близко бъдеще всички нови локомотиви ще се изграждат с подобни преобразуватели. Въпреки, че и други видове влакове още дълго ще останат в работа, още в най-скоро време в по-големите мрежи ще пътуват предимно локомотиви с импулсен преобразувател. По-старите модели ЕПС могат да бъдат модернизирани с цел подобряване на коефициента на мощност. Затова в бъдеще ще се разчита на значително по стабилни мрежови характеристики.

#### 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.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ГРАДСКИЯ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ

Иван Миленов, Георги Павлов

#### АНОТАЦИЯ

*Важни фактори, които определят потребността от внедряване на електрическата тяга в градския транспорт са екологичните предимства, енергийната ефективност, както и стремежа и възможностите за нейното повишаване. В този материал са показани само някои фрагменти от проведени електроенергийни изследвания в системата на градския транспорт и нашите виждания относно сегашното състояние и възможностите за повишаване на нейната ефективност. Проведени са изследвания върху градски транспортни средства с различен тип тягови задвижвания и са получени данни за енергийната ефективност на електрическите транспортни средства, използвани в градския транспорт. Набелязани са редица мероприятия, които биха могли да се приложат за да се подобри сегашното положение, като по-важните от тях са предложени на вашето внимание.*

**Ключови думи:** Коефициент на полезно действие, градски електрически транспорт, енергийна ефективност, импулсни регулатори, GTO, IGBT.

Един от основните фактори, които определят внедряването на електрическата тяга в транспорта е нейната енергийна ефективност и стремежа и възможностите за нейното повишаване. Основният показател, характеризиращ енергийната ефективност на едно електротехническо съоръжение е неговият коефициент на полезно действие.

Проведените проучвания от нас в тази насока показват, че най-голямо влияние за колебанията на  $\eta_T$  на неавтономната електрическа тяга оказва тяговото електрозадвижване и нивото на захранващото напрежение на СЕ. Ето защо изследването на тяговите електрозадвижвания и възможностите за тяхното усъвършенстване представлява цел, която е стояла и стои пред изследователите в областта на електрическата тяга.

Системата за тягово електрозадвижване се състои от три основни подсистеми - предавателна система, тягов електродвигател и пускорегулиращо устройство. КПД на тяговото електрозадвижване е произведение от КПД на отделните подсистеми. Може да се докаже, че КПД на пускорегулиращите устройства се оказва особено важен за енергийната ефективност. Той се изменя в твърде широки граници както при пускане, така и при регулиране

Приоритетно използваната система в тяговите задвижвания за градски транспорт е импулсното регулиране на напрежението на ПТД. Тук именно се получава и най-голям качествен скок в  $\eta_{TZ}$  от прилагане на тиристорите (транзисторите) в регулиращите устройства. Регулаторът работи по принцип в пусков режим с променящ се коефициент на импулсна модулация (ШИМ)

като  $\gamma$  се променя от 0,05 до 1. При това  $\eta_{np} = 0,89$ . При  $\gamma = 1$  практически преобразувателят може да се изключи ( $\eta_{np} = 1$ ) и двигателят работи на автоматична характеристика. Така се получава възможност за повишаване на  $\eta_T$  до 25-30%, особено за возилата с чести потегляния.

Специално за надземния градски електрически транспорт беше проведено обширно изследване за състоянието и развитието му за периода от 1986 до 1999 г. Този период беше избран въз основа на това, че именно тогава е извършена най-интензивна електрификация на градски линии. Изследванията засягаха, както статистически данни за превозите /км. пробег и превозени пътници/, така и за разхода на електрическа енергия; характер на натоварването на системата; качеството на електрическата енергия на контактната мрежа за градския електрически транспорт.

На базата на проведени от нас измервания за разхода на електроенергия на надземния градски ел. транспорт за десетгодишен период от време са получени редица резултати, част от които са показани в таблици 1 и 2. От тях се вижда, че относителния разход на електроенергия за тролейбусен транспорт се намира в границите от 2,01 до 2,66 kWh/km, а специфичния относителен разход за отделните градове варира от 120 до 260 Wh/t.km. За трамвайния транспорт за град София от 2,45 до 2,94 kWh/km, а специфичния относителен разход е над 108 Wh/t.km.

От тези обобщени резултати могат да бъдат

наравени следните изводи:

1. Масовото внедряване на енергоемки транспортни средства е довело до общото повишение на относителния разход на електроенергия за градския електрически транспорт в цялата страна;

2. Експлоатацията на трамваи и тролейбуси с импулсно регулиране единствено дава възможност по горните данни да се очаква приближаване до критичния за енергийната ефективност разход 2 kWh/km;

Всичките получени резултати недвусмислено показват, тежките условия на електрическия градски транспорт по отношение на енергийната ефективност. Съществуват редица мероприятия, които биха могли да се приложат за да се подобри положението и да се преодолеят тези проблеми, като някои от тях са :

1. Целеви програми за икономия на електрическа енергия от електрифицирания подвижен ж.п. състав и от градския електрически транспорт.

Основните целеви програми са следните:

- усъвършенстване на технологичния процес на превозите с оглед минимизация на електроенергийния разход за тях;

- внедряване на нова техника, включително подвижен състав и стационарни електроенергийни съоръжения, за електрозахранване на подвижния състав, която да е с подобрени енергийни характеристики, респективно намален разход на електрическа енергия.

2. Тарифната политика като средство за управление на потреблението на електрическа енергия.

3. Централизирано управление на енергодис-

**СРЕДЕН ОТНОСИТЕЛЕН РАЗХОД НА ЕНЕРГИЯ  $e^*$  [kWh/km] ПО ГОДИНИ ЗА ТРОЛЕЙБУСЕН ТРАНСПОРТ**

ТАБЛИЦА 1

ПОКАЗАТЕЛИ	1986 год.	1987 год.	1988 год.	1989 год.	1990 год.	1991 год.	1992 год.	1993 год.	1994 год.	1995 год.
E, [млн. kWh]	28.90	39.25	50.00	62.35	64.32	69.18	69.45	74.10	72.54	71.42
L, [km]	14.41	18.01	22.58	25.27	25.59	26.00	29.90	31.13	31.84	26.78
$e^*$ , [kWh/km]	2.01	2.17	2.21	2.46	2.51	2.66	2.32	2.40	2.27	2.66

**СРЕДЕН ОТНОСИТЕЛЕН РАЗХОД НА ЕНЕРГИЯ  $e^*$  [kWh/km] ПО ГОДИНИ ЗА ТРАМВАЕН ТРАНСПОРТ**

ТАБЛИЦА 2

ПОКАЗАТЕЛИ	1986 год.	1987 год.	1988 год.	1989 год.	1990 год.	1991 год.	1992 год.	1993 год.	1994 год.	1995 год.
E, [млн. kWh]	52.87	48.57	53.18	55.12	51.20	52.05	52.84	48.03	45.70	45.37
L, [km]	20.59	19.78	20.30	30.72	19.90	19.90	19.60	17.10	16.10	15.40
$e^*$ , [kWh/km]	2.56	2.45	2.61	2.67	2.57	2.61	2.69	2.80	2.83	2.94

печерската дейност.

4. Квалификация на ръководните и изпълнителски кадри по експлоатация на електрически транспорт.

5. Усъвършенстване на нормативната уредба.

Но всички резултати недвусмислено показват, че основен ефект в това направление би имало съоръжаването на всички возила за градски електрически транспорт и постояннотокови двигатели с импулсни регулатори. Това е така, защото чрез тях се влияе на намаляване на основния дял от разхода на електрическа енергия, а именно разхода за тяга. Това естествено ще доведе и до най-големи икономии на електрическа енергия, както и до намаляване на максималните мощности реализирани при едновременната работа на много возила /върховите натоварвания/.

В таблица 3 е показана икономията на ел. енергия, която би се реализирала при пълна тиристоризация на тролейбусите в градовете, чийто тролейбусен парк е изцяло контакторно-резисторен, т.е. специфичният им разход се изравни със средния специфичен разход за градовете с тиристорно задвижване на тролейбусите. Изчисленията са базирани върху разхода за из-

бран ТАБЛИЦА 3а от нас произволна година.

Общото количество икономисана електроенергия отговаря на 5.5% от общото количество енергия, изразходвана за градски електрифициран транспорт през 1999 г.

В таблица 4 е показана икономията на електроенергия, която би се реализирала при прилагане на същата мярка в градовете със смесен тролейбусен парк. Общото количество икономисана електроенергия отговаря на 4.5% от общото количество енергия, изразходвана за градски електрифициран транспорт през 1999 г.

На основата на проведени експерименти за разход на електроенергия на трамваи с резисторно и тиристорно регулиране, движещи се по едни и същи маршрути в гр. София се очакват 12% икономии при пълна тиристоризация на трамвайното движение, което в годишно изражение с приета база разхода на електроенергия през 1999 г. представлява 5.37 млн. kWh.

Източниците за икономия на електрическа енергия при използване на импулсни постояннотокови регулатори в неавтономния електрически подвижен състав са следните:

1. Възможност за използване на оптимална инсталирана мощност на возилата за конкретните условия, поради големите възможности,

ТАБЛИЦА 3

Град	Разход 1999г.	Приведен разход към $e_{CP}^*$	Икономия на ел. енергия	Икономия на ел. енергия
	млн.kWh	млн. kWh	млн. kWh	%
Хасково	1.15	0.76	0.39	34
В.Търново	1.87	1.22	0.65	35
Добрич	5.30	3.04	2.26	43
Бургас	2.50	2.15	0.35	14
Русе	6.15	5.28	0.88	14
Габрово	2.10	1.65	0.45	21
	7.45	5.95	1.50	20
<b>ОБЩО</b>		<b>6.48</b>		

ТАБЛИЦА 4

Град	Разход 1999 г.	Приведен разход към $e_{CP}^*$	Икономия на ел. енергия	Икономия на ел. енергия
	млн.kWh	млн. kWh	млн. kWh	%
Казанлък	0.70	0.556	0.144	20
Пловдив	7.80	6.262	1.538	20
Варна	3.55	3.148	0.402	11
Ст.Загора	2.05	1.672	0.378	18
Перник	2.75	2.288	0.462	17
Враца	2.25	1.773	0.477	21
София ТБ	22.00	20.175	1.825	8
<b>ОБЩО</b>			<b>5.226</b>	

които дават импулсните регулатори за ограничаване на тока.

2. Намаляване на загубите /повишаване на КПД/ на регулаторите с прилагане на икономично-ефективни комутатори и схеми на регулатори с по-ниска работна честота.

3. Намаляване на загубите в контактната мрежа с прилагане на ефективни входни филтри на импулсните регулатори.

4. Намаляване на допълнителните загуби в тяговите двигатели, поради ограничаване на пулсациите на тока след импулсните регулатори.

5. Възможност за работа на автоматична характеристика на постояннотоковите двигатели при напълно изключване на импулсния регулатор след пускането на возилото.

6. Възможности за усъвършестване на алгоритмите на пускане.

Горните фактори са отчитани при изследователската и развойна дейност при създаването и внедряване на българските импулсни регулатори за електротягови возила за постояннотокови двигатели, с приложение на предимно български материали, както и използване на интегрирани мощностни модули реализирани на базата на съвременни полупроводникови елементи (GTO, IGBT).

Внедряването на ефективни енергоспестява-

щи системи в тяговите електрозадвижвания за градски транспорт позволява повишаване на , ефективно внедряване в бъдеще и на променливотокови тягови двигатели и използване на техните основни преимущества - по-висока специфична мощност и по-малки разходи за експлоатация и ремонт.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Ганов М. М. Електрообзавеждане на електрически транспортни средства, Техника, 1989г., София.

[2] Попов Р. Й., и кол. Тиристорен импулсен регулатор. Том 1, 2, 3., София, 1984г.

[3] Попов Р. Й. Тиристорен преобразувател за тягово електрозадвижване. Годишник на НИИЖТ, София, ,990г.

[4] Павлов. Г. М. Дисертационен труд, ВТУ “Т. Каблешков”, 2001г., София

[5] Meyer, M., Uber das Netzverhalten von Umrichterlokomotiven. ADtranz- ABB Schweizer Eisenbahn Revue 8-9/1990.

[6] IPM-based IGBT Traction Chopper. - ADtranz-ABB Daimler-Benz Transportation Ltd.

[7] Modylarer Hilfsbetriebeumrichter Typ 13SG29, Drehstrom-Hilfsbetriebebespeisung. - ADtranz-ABB Daimler-Benz Transportation Ltd.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕНЕРГЕТИЧЕН СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ТЯГОВИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ГРАДСКИ ТРОЛЕЙБУСЕН ТРАНСПОРТ

Иван Петров, Ненчо Ненов

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада са разгледани тягови електрозадвижвания с постояннотокови и променливотокови тягови двигатели за градски тролейбусен транспорт. Чрез обобщен подход са определени еквивалентни междуспиркови разстояния, характерни за град София и са построени универсални теглителни и кпд характеристики, като са определени законите за регулиране на теглителна сила и скорост на движение. Избрани са критериите за енергетичен сравнителен анализ и от получените резултати са направени изводи и заключения.*

**Ключови думи:** транспорт, тролейбуси, задвижвания.

Разходът на електрическа енергия при извършване на пътнически превози се превърна в реален, динамичен критерий, определящ ефективността на самите превози. В системата на градският транспорт енергетичният разход на тролейбусният парк е едно от основните пера на общите експлоатационни разходи. Особено влияние оказва енергетичният разход на себестойността на продукцията на тролейбусите в условията на растящата стойност на електрическа енергия. Ето защо управлението на енергетичният разход е необходимо условие за намаляване на себестойността на превозите.

Динамичното управление на енергетичния разход за тягови нужди е целесъобразно да се реализира чрез оптимизиране по определени критерии. В условията на интензивното развитие на микропроцесорната техника, оптимизационният процес се реализира бързо и ефективно. Следователно правилният избор на енергетични критерии и тяхното рационално прилагане гарантира ефективно управление на енер-

гетичният разход за тягови нужди.

Проблемът за снижаване на разхода на енергия се разглежда от гледна точка на приложението на традиционни (постояннотокови) и перспективни (променливотокови) тягови електрозадвижвания на тролейбусният транспорт.

Численият експеримент обхваща тролейбуси експлоатирани у нас, като: “Шкода“, “Дак Чавдар“ и “ЗИУ”. За целта са използвани универсални относителни теглителни и кпд характеристики и еквивалентно междуспирково разстояние определено въз основа на обобщен подход (статистическа обработка на данни за дължини и наклони) на тролейбусни маршрутни линии в гр. София: №7 (“Сточна гара–Люлин“), №9 (“Сточна гара–Борово“), №11 (“Сточна гара – Дружба“). Имайки предвид характерните дължини и наклони са определени междуспиркови разстояния от **400** и **600 m**, с наклони съответно **3 ‰**, **5 ‰** и **8 ‰**. При разстояния от **400 m** видът на междуспирковото разстояние е следното:

9‰	11‰	0‰	8‰	30‰	8‰
60m	75m	70m	65m	77m	53m

За извършване на вариантни тягово – енергетични изчисления не е достатъчно да се знае мощността на тяговите постояннотокови и променливотокови двигатели, а е необходимо да се отчита и работния диапазон на изменение на скоростта и теглителната сила. На фиг.1 е показана действителната теглителна характеристика за изброените три типа тролейбусни задвижвания, на която са определени законите за регулиране.

При провеждане на енергетичния анализ е

необходимо да се избере критерии за оптимизиране на енергетичния разход, като:

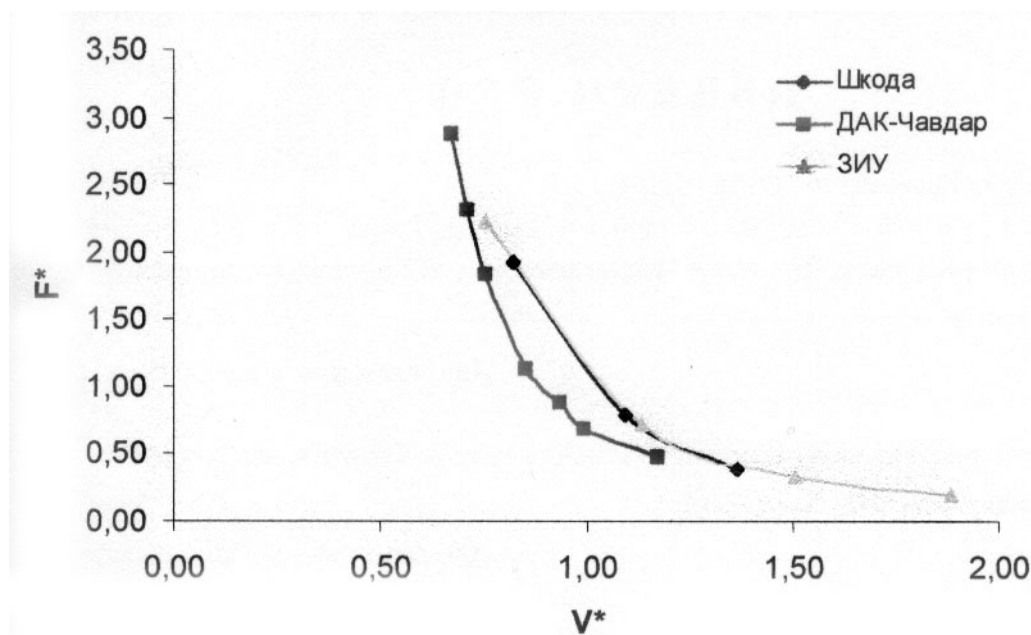
-по еднакво време пътуване:

$$\frac{E}{V_{max}} = f(T_{min}) \quad (1.1);$$

-по еднаква максимална скорост:

$$\frac{E}{V_{sr}} = f(V_{max}) \quad (1.2), \text{ където:}$$

$E$  – разход на електрическа енергия;  $V_{max}$  – максимална скорост на движение;  $V_{sr}$  – средна скорост на движение;  $T_{min}$  – минимално време пътуване.



Фиг.1

Основен показател е количеството енергия, необходима за повишаването на максималната скорост на тролейбусния състав с **1 км/ч**. При дискретно управление на возилото е много важно да се подберат удобни параметри за входове на системата и обратна връзка, за да се разработи прост и ефективен алгоритъм. Удобен параметър е разстоянието или пътя, тъй като той е свързан с предварително известни величини, като план и профил, задължителни спиране и потегляне, ограничение по максимално допустимата скорост и т.н.

Решаването на тягово-енергетичната задача по критерия за еднаква максимална скорост дава възможност за максимално повишаване на скоростта при относително най-малко изразходване на енергия. Минимизирането на критерия позволява да се търсят подходящи задвижвания

при зададени дължини, наклони и криви на междуспирковите разстояния. Тяхното вариране позволява да се оцени влиянието им енергетичният разход.

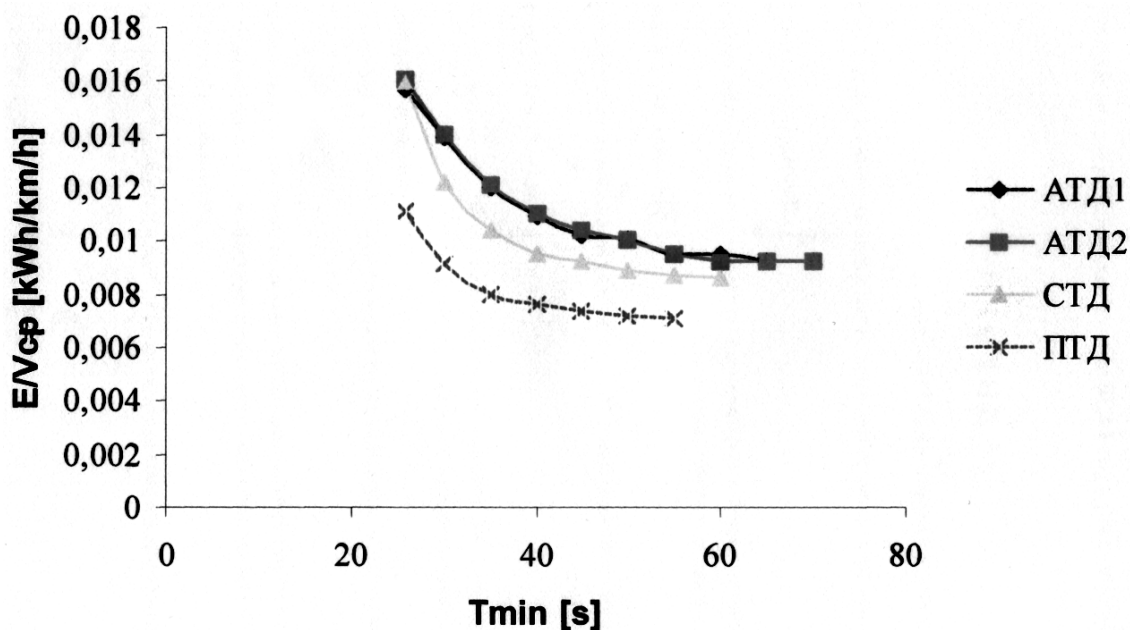
Направеният анализ обхваща еквивалентно междуспирково разстояние **400 и 600 м**, характерни за градския тролейбусен транспорт в София и мощност **P=100kW** за четирите избрани тягови задвижвания (постояннотоково ПТД, асинхронно АТД1, АТД2 и синхронно СТД), скорост на излизане на естествена характеристика **20 км/ч** и наклони **i=3 ‰, 5 ‰ и 8 ‰**, както и за наклон **i=0 ‰**.

От числените експерименти (фиг.2, 3) по критерия “време пътуване“ се вижда, че с увеличаване на време пътуването т.е. с намаляване на средната скорост енергетичният разход на намалява за изследваните задвижвания. При **400**

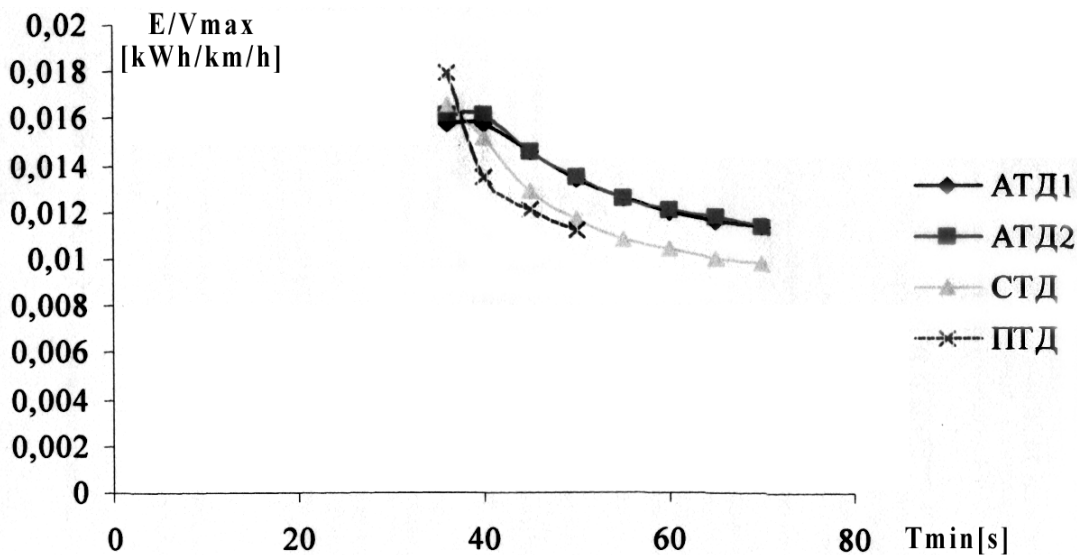


м междуспирково разстояние изразено енергетично предимство има постояннотоковото задвижване. То превъзхожда другите задвижвания при скорости на движения до **40 км/ч**. След тази скорост предимство има синхронното, което при всички скорости на движение превъзхожда асинхронното задвижване. С нарастване на междуспирковото разстояние на **600 м**, енергетичният разход по разглеждания критерии за по-

стояннотоковото и синхронното задвижване почти съвпадат. Следва да се отбележи, че асинхронното задвижване отстъпва по енергетична ефективност при целия изследван диапазон на скоростта на движение. Това се обяснява с ниските скорости на движение, където влиянието на преобразувателите върху разхода на енергия е съществено.



Фиг.2



Фиг.3

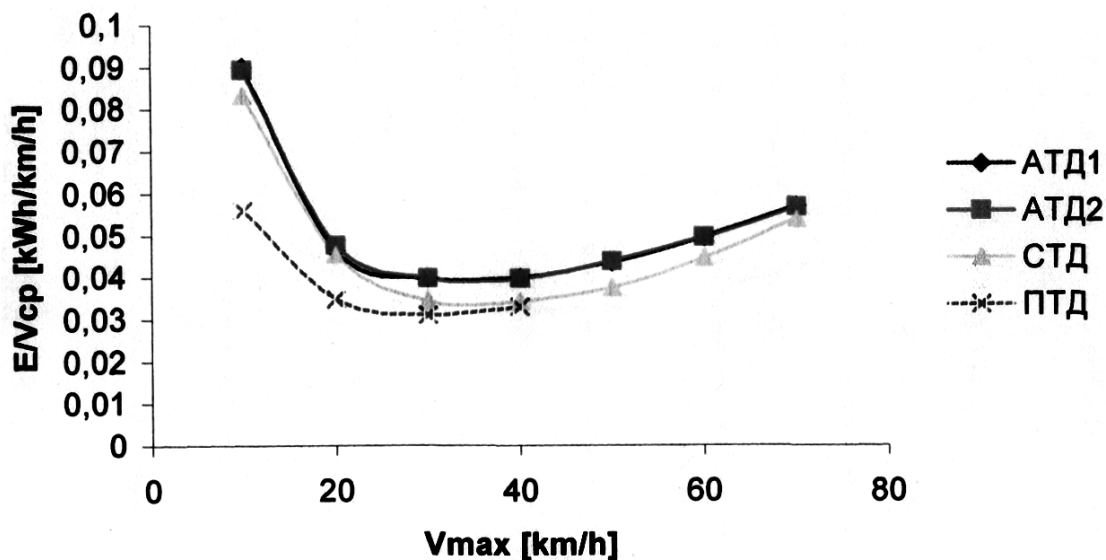
По критерият за еднаква максимална скорост енергетично най-ефективно е постояннотоковото задвижване. При скорости до **40 км/ч** то превъзхожда останалите две задвижвания (фиг.3 и фиг.4)

С увеличаване на скоростта на движение (над **40 км/ч**) енергийно най-ефективно е синхрон-

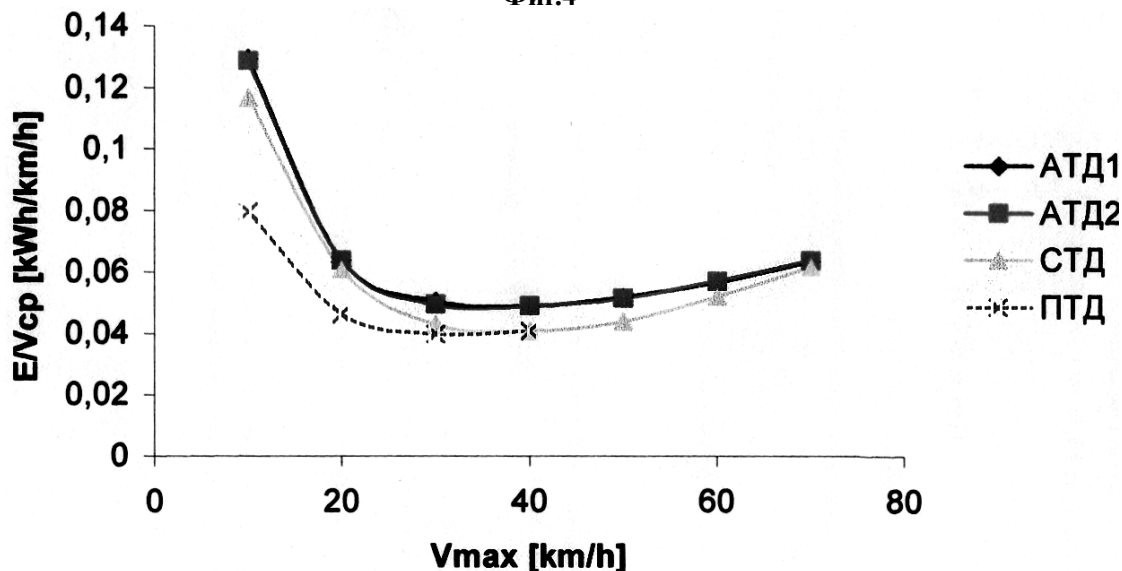
ното задвижване, а при около **75 км/ч** асинхронното е най-ефективно. Над тези скорости експерименти не са провеждани, тъй като за градски транспорт по-високи скорости не могат да се използват.

Промяната на профила и увеличаването на междуспирковите разстояния не влияят върху





Фиг.4



Фиг.5

получените резултати.

## ИЗВОДИ

В заключение следва, да се отбележи, че при направения енергетичен анализ на тягови електрозадвижвания за градски тролейбусен транспорт се оформят следните по важни изводи:

- енергетично най-ефективно (по критерият за еднакво време пътуване) е постояннотоковото задвижване, при по големи време пътувания синхронното задвижване е по ефективно;
- при ниски скорости (до около 40 км/ч) най-ефективно е постояннотоковото задвижване (по критерия за еднаква максимална скорост);

- при скорости над 40 км/ч синхронното е най-ефективно;
- за скорости над 75 км/ч асинхронното задвижване енергетически е най-ефективно, но за градски транспорт в гр.София практически е неприложимо;
- изменението в плана и профила на пътя, както и на междупирковите разстояния не влияят върху обобщените изводи от изследването

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Костов С., Желев Ж., Система от критерии за техническо и енергетично целесъобразно управление на трамваите по маршрутната мрежа, С., БРБ по ГПТ СД "Градски транспорт", 1983.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕНЕРГЕТИЧЕН СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ТЯГОВИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ГРАДСКИ РЕЛСОВ ТРАНСПОРТ С ПОСТОЯННОТОКОВИ ДВИГАТЕЛИ

Иван Петров, Ненчо Ненов

#### АНОТАЦИЯ

*Направен е анализ на тягови електрозадвижвания с контакторно-резисторно и импулсно регулиране на постояннотокови двигатели. Чрез универсални относителни теглителни и кнд характеристики за трамваи, експлоатирани в София и избрано характерно еквивалентно междупирково разстояние, са направени тягови енергетични изчисления. Въз основа на получените резултати и избраните критерии за сравнение са направени изводи и заключения. Определена е ефективно електрозадвижване и оптимална мощност за Софийския градски релсов транспорт.*

**Ключови думи:** транспорт, трамваи, задвижване

В съответствие с европейските тенденции за развитие на градския релсов транспорт (трамвай) при решаване на проблема за избор на нов тягов състав, възниква актуалния въпрос за техникo - икономическите предпоставки за експлоатиране на традиционния трамваен парк и въвеждане в експлоатация на модерни трифазни тягови задвижвания. В този смисъл изключително важно значение придобива проблемът за обосноваване на целесъобразните области на приложение на един почти амортизиран физически и морално остарял трамваен парк, който за кратък срок от време не може да бъде изваден от употреба и заменен с модерни трамвай. Необходимо е на базата на съобразяване с реалните финансови възможности в условията на провеждаща се пазарна реформа, действащ валутен борд, очакваното привеждане на вътрешните цени на енергоносителите към световните, да се предложи и аргументира един гъвкав и

ефективен подход за постепенно преминаване от традиционната трамвайна тяга към трамвай със съвременни тягови задвижвания. Този подход трябва да очертае както възможностите за използване на съществуващия трамваен парк със съответните експлоатационни показатели, така също да даде възможност за поетапно въвеждане на новите задвижвания. При това от съществено значение е и по-частния въпрос, а именно въпроса за основните технически параметри и характеристики на различните видове тягови задвижвания и на основата на сравнителен анализ да бъде обоснован изборът на нов тип задвижване, главно за нуждите на СК "Градски транспорт" София.

Въпросът за оптимизиране на управлението на трамвайният състав добива особена актуалност в последно време по две основни причини:

➤ нарастване на техническите възможности

за реализация на автоматизираното управление;  
 ➤ възможността за избор и реализиране на енергетичен критерий.

Това само по себе си създава по-добри предпоставки за решаване на оптимизационната задача и съставянето на нейният алгоритъм.

В този смисъл задачата може да бъде формулирана по следният начин: какви режими на работа следва да се задават непрекъснато или дискретно на тяговия състав, за да премине той определено разстояние с минимален разход на енергия при спазване на определено времепътуване, при определено съпротивление на движение и с известни енергетични характеристики.

При решаването на подобен род задачи (при които параметър на оптимизация е сумарния или специфичния разход на енергия за тягови нужди) удобен се оказва критерият, оценяващ количеството сумарна енергия необходима за повишаването на средната скорост на тяговия състав с **1km/h**. Очевидно, че при минимизирането на този показател ще се създадат условия за максимално повишаване на скоростта при относително най-малко изразходване на енергия.

Този показател се дефинира:  
 -по еднакво времепътуване

$$\frac{E}{V_{max}} = f(T_{min}) \quad (1.1);$$

по еднаква максимална скорост

$$\frac{E}{V_{sr}} = f(V_{max}) \quad (1.2),$$

където:

**E** – разход на електрическа енергия; **V<sub>max</sub>** – максимална скорост на движение; **V<sub>sr</sub>** – средна скорост на движение; **T<sub>min</sub>** – минимално времепътуване.

При решаване на сравнителна тягово-енергетична задача се сравняват обобщените стойности на критерия (1.1) при еднакво времепътуване за всички разглеждани задвижвания. Аналогично при критерия (1.2) се сравняват обобщените стойности на критерия при еднаква максимална скорост.

Численият експеримент обхваща перспективни променливотокови асинхронни и синхронни задвижвания, както и традиционните контакторно-резисторно и импулсно постоянно тягово задвижване. За целта са използвани универсални теглителни и кпд характеристики, показани на фиг.1.

При избрани мощности **P=100; 150 и 200kw**, скорости на излизане на автоматична характеристика **V<sub>ax</sub>=20,25 и 30km/h** и наклон **i=%** са построени действителни теглителни и кпд характеристики с които е извършен тяговият енергетичен разчет. С помощта на обобщен подход (статистическа обработка на профили, наклони и криви по маршрутни линии “Екзах Йосиф–Централна гара” и “Доростол-Иван Вазов”) са определени параметрите на еквивалентното между-спирково разстояние **S=270,400m**.

За изпъкнал (вдлъбнал) профил еквивалентното разстояние има вида:

0‰	11‰	4‰	2‰	3‰	23‰
56m	50m	50m	47m	40m	27m

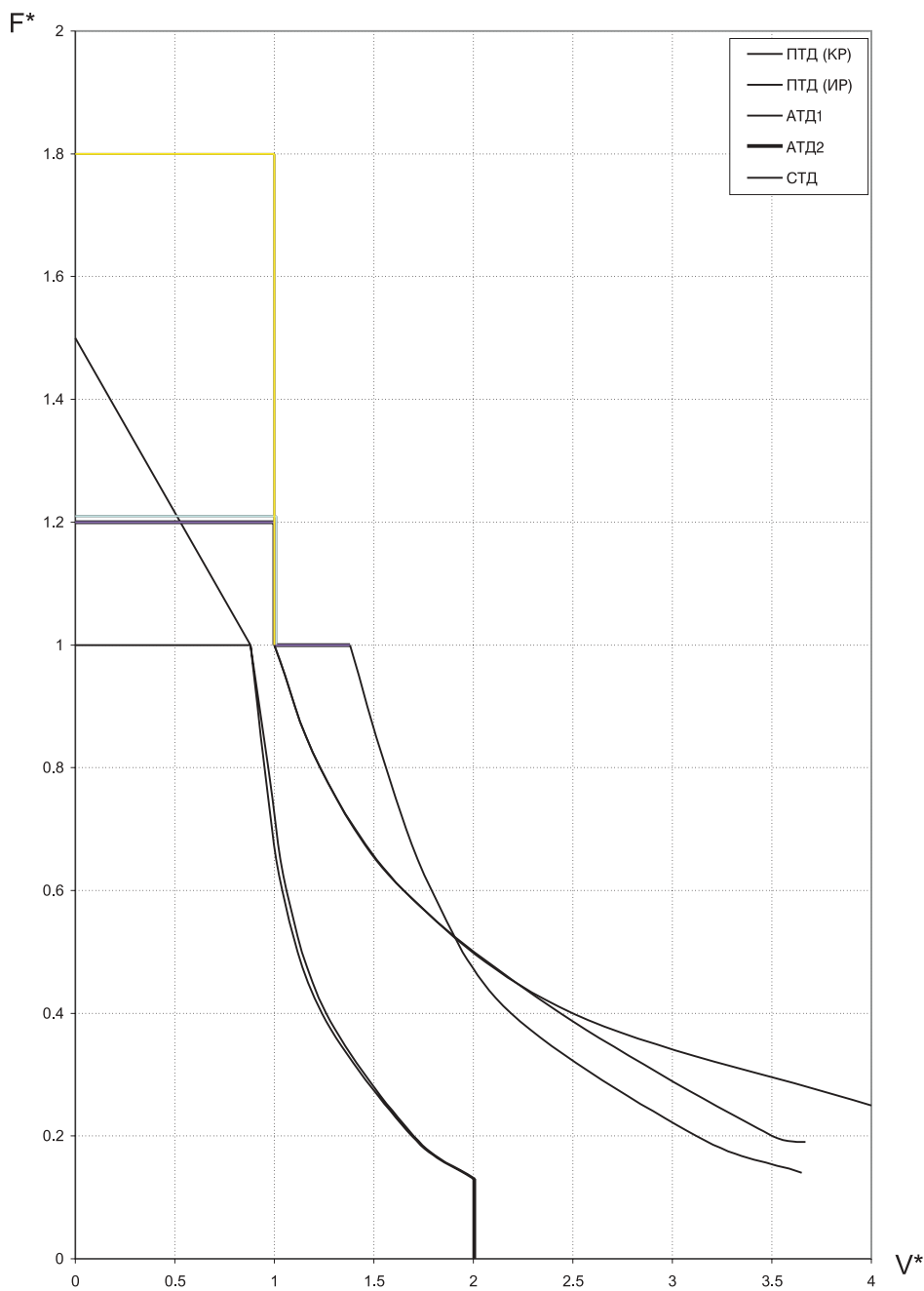
С така избраните параметри при експлоатираният контакторно – резисторно регулиране на Софийския трамвай са направени числени експерименти. Енергийно най-ефективен по критерия за еднакво времепътуване от фиг.2, 3, 4 е импулсното регулиране с мощност **P=200 kw**, а най-неефективен е контакторно – резисторното регулиране с **P=100 kw** и **S=270 m** и **i=%**.

Колкото е по-малка скоростта на излизане на автоматична характеристика, толкова енергетичният разход е по-малък. Това се обяснява с факта, че двигателя излиза по-рано на автоматична позиция и остава да влияят собствените загуби на двигателя. С нарастване на времепътуването влиянието на този показател намалява.

От направеният сравнителен енергетичен анализ за разглежданото задвижване при трите изследвани мощности и скорости на излизане на автоматична характеристика, енергетично най-ефективно е задвижването с импулсно регулиране. Особено при ниските времепътувания, където е по силно изразено, тъй като двигателя работи по продължително време с регулатора и неблагоприятно влияе върху енергетичната ефективност при контакторно-резисторното задвижване.

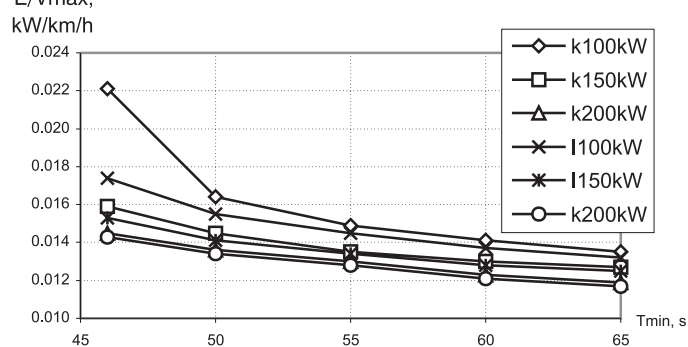
По критерият за еднаква максимална скорост, енергетично най-ефективно при мощност **200 kw** е импулсното регулиране и не се влияе от скоростта на излизане на автоматична характеристика (фиг.5, 6, 7). Оптималната стойност на максималната скорост на задвижването (фиг.8) е **20km/h**.

Оптималната мощност на задвижването се определя чрез критерия по еднаква мощност, а именно:

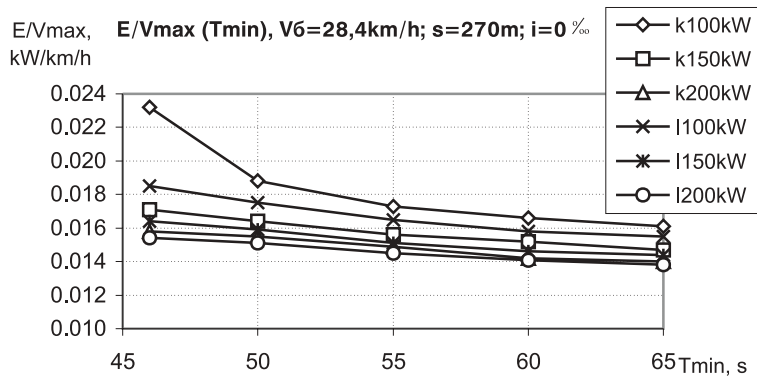


Фиг.1

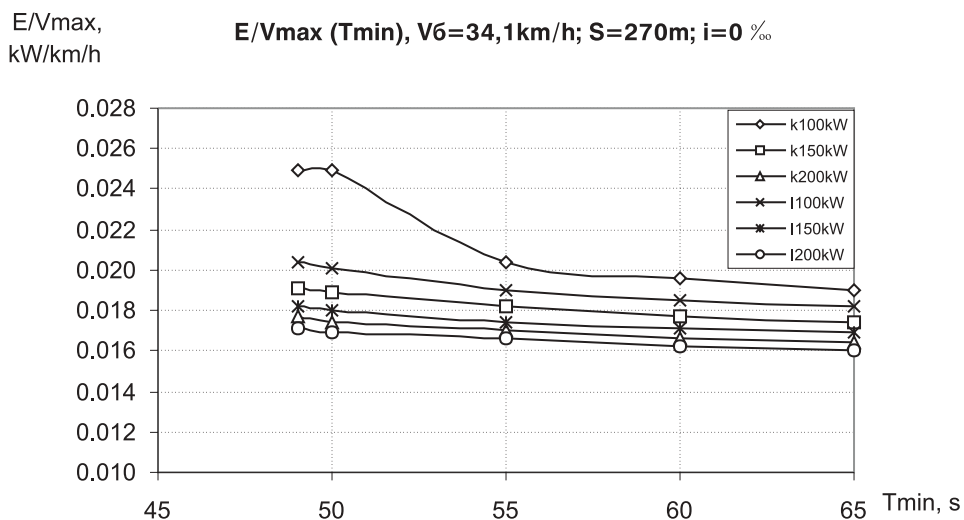
$E/V_{max}$ ,  $E/V_{max}(T_{min})$ ,  $V_6=22,7$  km/h;  $s=270$  m;  $i=0$  ‰



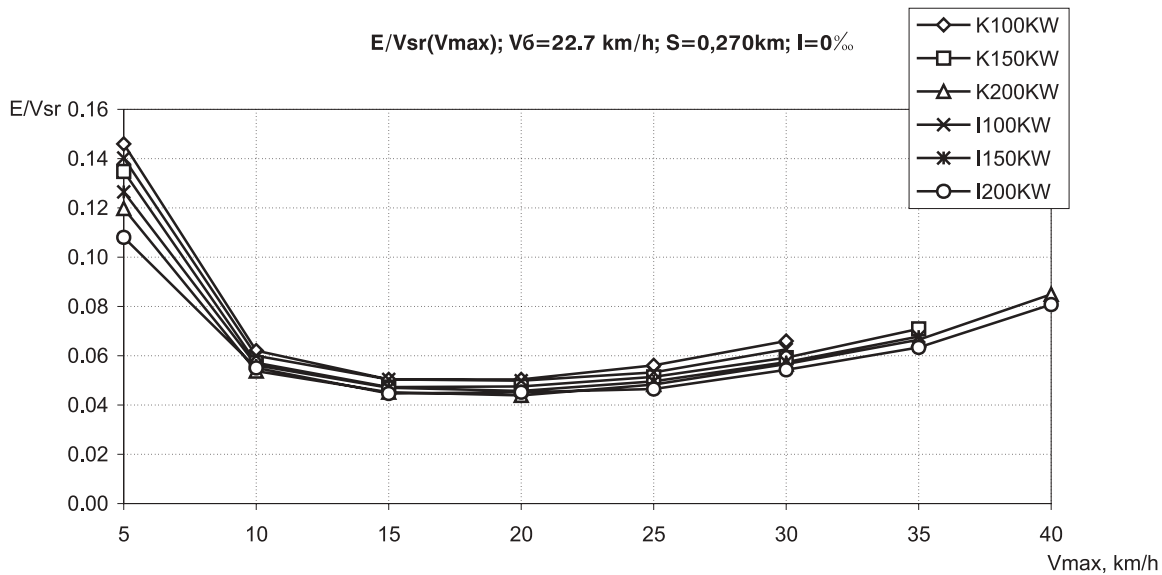
Фиг.2



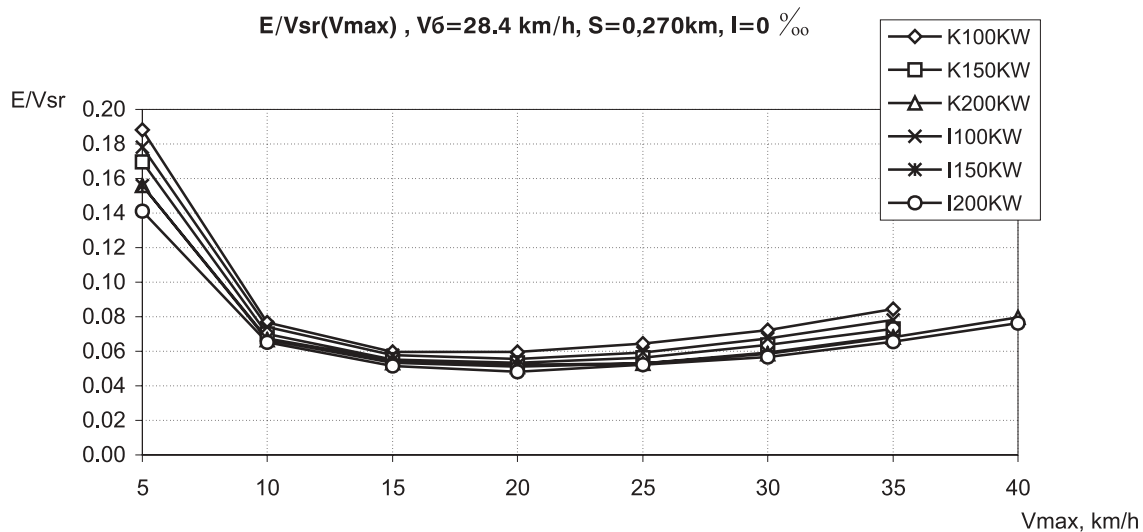
Фиг.3



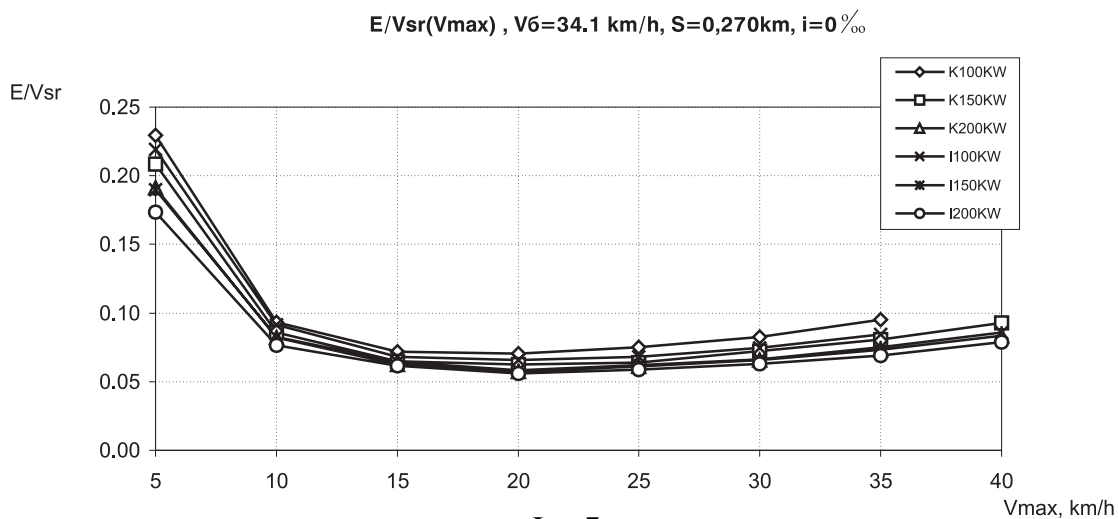
Фиг.4



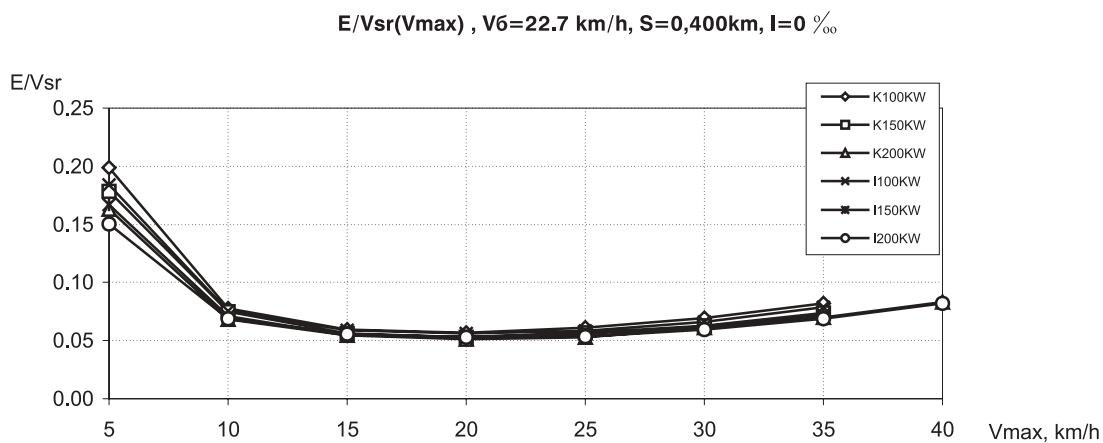
Фиг.5



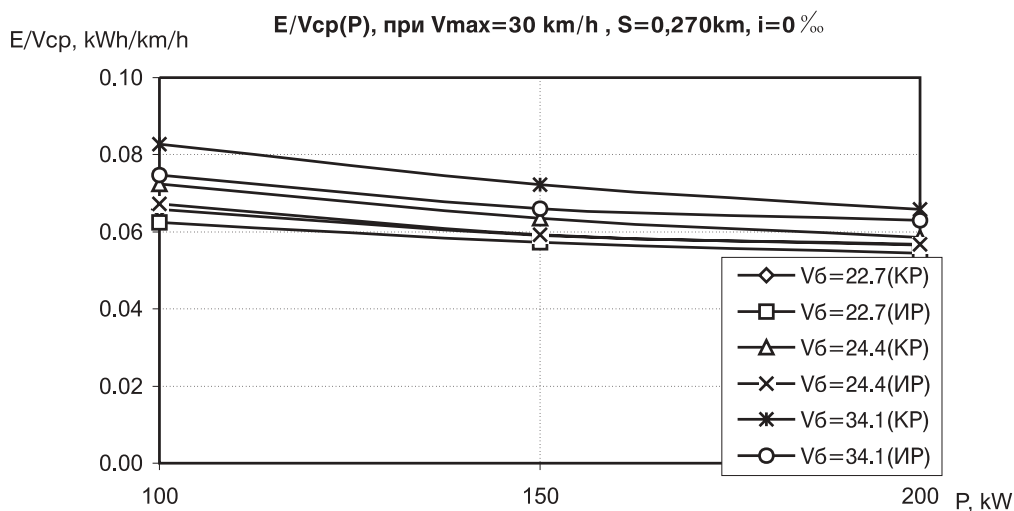
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



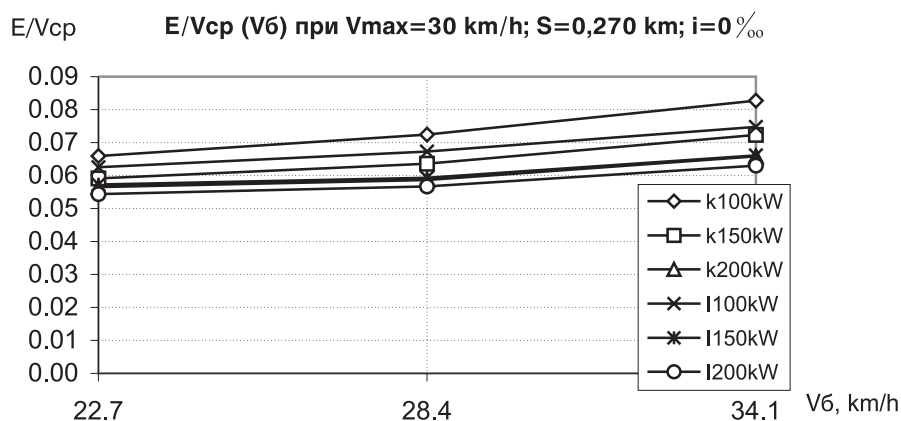
Фиг.9

$$\frac{E}{V_{sr}} = f(P) \quad (1.3).$$

Този показател ни дава възможност да определим мощността на тяговото електрозадвижване, при което се реализира минимален разход на електрическа енергия за повишаване на средната скорост с **1 km/h**.

От направеното изследване за мощности от

**100 ÷ 200 kW**, енергетично най-ефективно е импулсното задвижване с мощност **P=200kW**, докато контакторното задвижване е с по-ниска ефективност. (фиг.9, 10) С нарастване на еквивалентното междуспирково разстояние от **270** на **400m**, скоростта на излизане на автоматична характеристика намалява с нарастване на мощността. (фиг.9) Това дава възможност да се увеличи времето за движение по инерция и да се намали енергетичния разход.



Фиг.10

## ИЗВОДИ

- енергетически по-ефективно е импулсното регулиране по критериите за еднакво време пътуване и еднаква максимална скорост;
- оптималната стойност на максималната скорост на движение е около **20 km/h**;
- за условията на Столичен градски трамваен транспорт енергетично най-ефективно е импулсното задвижване с мощност **P=200kW** и скорост на излизане на автоматична характеристика **V=22.7km/h**.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Попов Р., Н. Ненов, И. Петров, Оптимизирани задвижвания за тягов подвижен състав за метрополитен, Железопътен транспорт, 1998, №5, с. 12-14 и Десета научна конференция с международно участие, 1997, София, с. 454-458.
- [2] Попов Р., Н. Ненов, И. Петров, Оптимизирани тягови задвижвания за магистрално и за високоскоростно движение, Железопътен транспорт, 1998, №9, с. 27-29.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЗАКОНИ ЗА РЕГУЛИРАНЕ НА ТЯГОВИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ ЗА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПОДВИЖЕН СЪСТАВ

Иван Петров, Ненчо Ненов

#### АНОТАЦИЯ

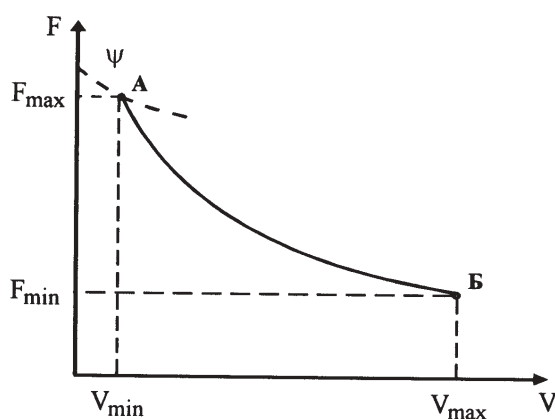
Определени са стойностите на коефициента на характеристиката при локомотиви, експлоатирани в "БДЖ" ЕАД и от действителните им характеристики са получени коефициентите на използване на теглителната сила и скорост на движение за електрически подвижен състав от водещи европейски железопътни администрации. Избрани са законите за регулиране и са построени универсални теглителни характеристики за постоянно, асинхронно и синхронно тягово задвижване.

**Ключови думи:** транспорт, локомотиви, трамваи, задвижване

Оптималното използване на тягови електрозадвижвания за електрически подвижен състав (ЕПС) изисква да бъдат определени закони за регулиране, работата на задвижванията при минимални енергетични разходи. За целта са разгледани тягови задвижвания с постоянно-токкови и променливотокови двигатели. С помощта на универсални относителни теглителни и КПД характеристики и характерни варианти на законите за регулиране, направен енергетичен анализ и изводи за избора на нов тягов подвижен състав.

За провеждането на сравнителни тягови енергетични изчисления е необходимо теглителна характеристика на задвижването (т.А и Б от фиг.1). Ограничението по сцепление (т.А) и по максимална скорост на движение (т.Б) фиксират работните зони на характеристиката.

Като диапазона на изменение на скоростта се определя с коефициента  $C_v$ , а на тока с кое-



Фиг.1

фициента  $C_i$  и имат вида:

$$C_v = \frac{V_{max}}{V_{min}} \quad (1.1)$$

$$C_i = \frac{I_{m \min}}{I_{m \max}} \quad (1.2),$$

където :

$V(I) \min$  – минимална скорост ( ток );

$V(I) \max$  – максимална скорост (ток ).

От отношенията (1.1) и (1.2) се получава коефициента на характеристиката  $\theta$ , който характеризира магнитното насищане на двигателя и се получава с израз:

$$\theta = \frac{1}{C_i C_v} \quad (1.3).$$

При пълно и отслабено поле, коефициента на характеристиката  $\theta_{nn}$  и  $\theta_{on}$  се изчислява по формулите:

$$\theta_{nn} = \frac{I_{m \min}(nn) V_{\max}(nn)}{I_{m \max}(nn) V_{\min}(nn)}$$

$$\theta_{on} = \frac{I_{m \min}(on) V_{\max}(on)}{I_{m \max}(on) V_{\min}(on)} \quad (1.4)$$

Коефициентите за пълно и отслабено поле получени от действителните характеристики на

експлоатираните локомотиви в БДЖ “ЕАД” са показани в табл.1. От получените резултати, следва да се отбележи, че коефициентът на характеристиката е в диапазон  $\theta = 0.75 - 2.5$  за пълно и  $\theta = 1.1 - 1.53$  за отслабено поле.

Използването на теглителната характеристика (фиг.1) се определя с помощта на коефициентите на използване по скорост и теглителна сила по формулите:

$$K_f = \frac{F_n}{F_{\max}} \quad \text{и} \quad K_v = \frac{V_n}{V_{\max}} \quad (1.5)$$

където:

$F_n$ -номинална теглителна сила;

$F_{\max}$ -максимална теглителна сила;

$V_n$ -номинална скорост на движение;

$V_{\max}$ -максимална скорост на движение.

Тези коефициенти позволяват да се определи каква реална част от вписаната мощност се използва за теглителна сила и скорост на движение на състава.

Стойностите на коефициентите при различни локомотиви експлоатирани в наши и чужди ж.п.администрации са показани на таблица.2.

За градски релсов транспорт, коефициентите са дадени в таблица3.

Таблица 1

№	42 - 00		43 - 00		44 - 45-00		61	46-00		32-00	
$\theta$	пп	оп	пп	оп	пп	оп	пп	пп	оп	пп	оп
	2.38	1.1	2.5	1.42	2.22	1.53	0.75	2.17	1.23	2.11	1.44

Таблица 2

Серия	42-00	43-00	44-45	61-00	46-00	32-00	TGV	SKODA
Kf	0.66	0.58	0.58	0.57	0.58	0.78	0.76	0.67
Kv	0.48	0.48	0.48	0.34	0.53	0.46	0.38	0.64

Таблица 3

ТИП	Мотриси Т6М и Т8М		Мотриси Т6А5 и Т6Б5	
	Серия	Паралел	Серия	Паралел
Kf	0.69	0.69	0.48	0.61
Kv	0.43	0.53	0.38	0.61

От резултатите посочени в табл.1 и табл.2 се вижда, че средния коефициент за постоянно-токово задвижване е:  $K_f \text{ ср} = 0.624$ ;  $K_v \text{ ср} = 0.46$ , асинхронно  $K_f \text{ ср} = 0.67$ ;  $K_v \text{ ср} = 0.64$  и при синхронно задвижване е  $K_f \text{ ср} = 0.76$ ;  $K_v \text{ ср} = 0.38$ .

От получените стойности за коефициентите избираме:

- постоянно-токово задвижване:  $K_f = 0.67$ ,  $K_v = 0.62$  ;
- асинхронно задвижване:  $K_f = 0.83$ ,

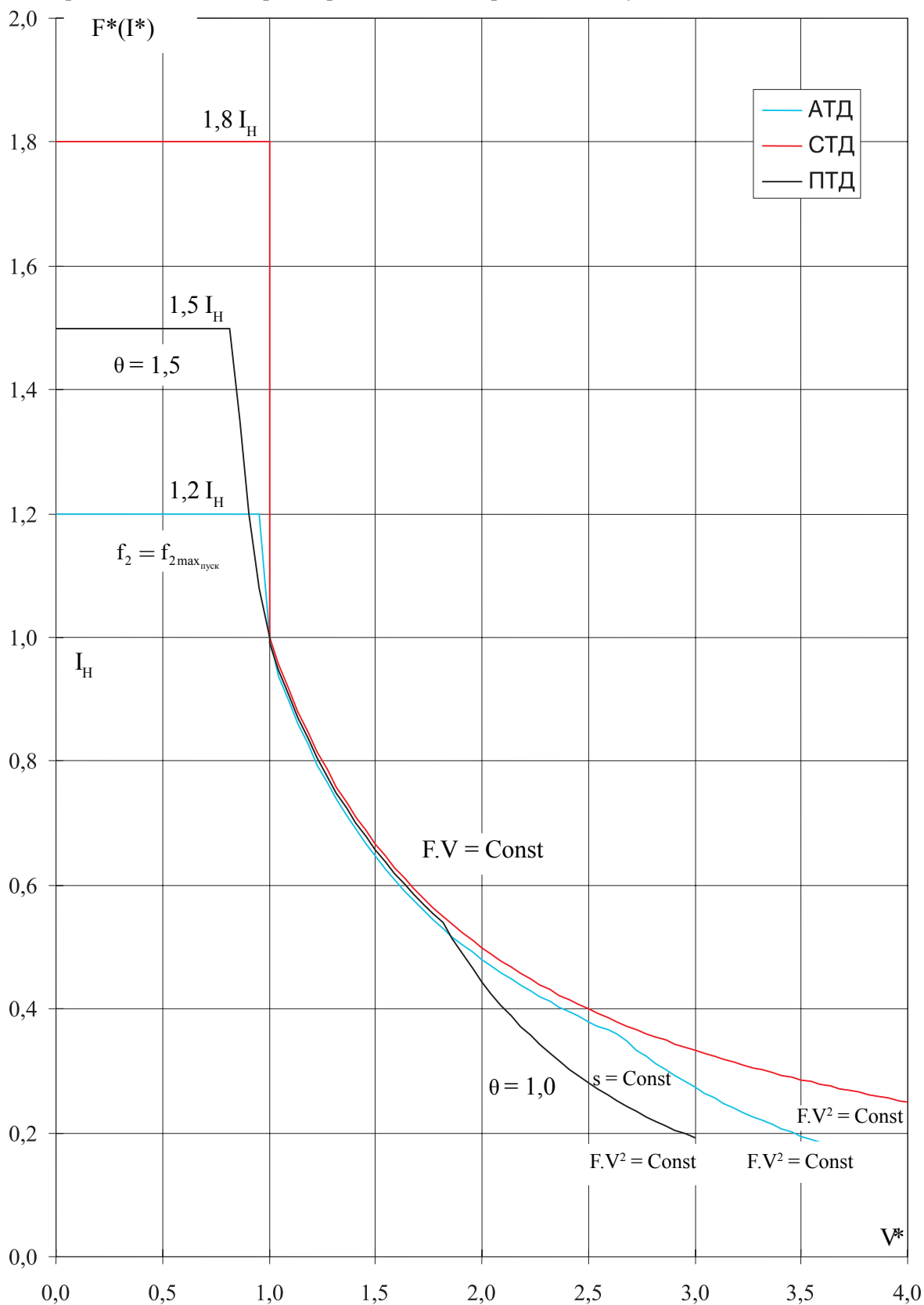
$K_v = 0.38$ ;

• синхронно задвижване:  $K_f = 0.56$ ,

$K_v = 0.25$ .

Ускоряването на влак с претоварване по ток

–  $I^* > 1$  (теглителна сила –  $F^* > 1$ ) в пусков режим довежда до допълнително нагряване на тяговия двигател (фиг.2), което не трябва да превишава допустимите стойности за съответ-



Фиг. 2

ния клас на изолация. Това обстоятелство се отчита при последващо определяне на претоварванията за избран клас на изолация “Н”. Допустимата стойност на температурата за посочения клас на изолация се достига (според европейски източници), съответно:

- при постояннотоково задвижване - за 7 минути при стойности на пусковия ток  $1,5 I_n$  ;
- при асинхронно задвижване – за 10,5 минути при стойности на пусковия ток  $1,2 I_n$  ;
- при синхронно задвижване - за 8 минути при стойности на пусковия ток  $1,8 I_n$  .

Въз основа на горе-посоченото са избрани претоварващите способности на електрозадвиганията. При асинхронно задвижване са избрани три режими на работа:

- за режим “АТД1” по  $F.V = \text{const}$  при  $u = \text{const}$  и  $s = \text{const}$  до  $2,6V_b$ , след което се регулира по  $FV^2 = \text{const}$  до  $3,6V_b$  при  $f_2 = f_{2 \max} = \text{const}$  ;
- за режим “АТД2” по  $F_{\text{ном}} = \text{const}$  при

$$\frac{u}{f_1} = \text{const} \text{ и } f_2 = \text{const} \text{ до } 1,4V_b, \text{ което се}$$

регулира по  $FV^2 = \text{const}$  до  $3,6V_b$  при  $FV^2 = \text{const}$  ;

- за режим “АТД3” по  $F_{\text{ном}} = \text{const}$  при

$$\frac{u}{f_1} = \text{const} \text{ и } f_2 = \text{const} \text{ до } 1,4V_b, \text{ след}$$

което се регулира по  $F.V = \text{const}$  до  $3,1V_b$ , след което по

- $FV^2 = \text{const}$  до  $3,6V_b$  при  $f_2 = \text{const}$ , където:
- $u$  –напрежение на двигателя;
- $f_1, f_2$  -честоти на тока съответно на статорната и роторната намотки;
- $s$  – хлъзгане.

Последният режим (“АТД3”) е теоретично възможен, но на практика изработването на такива специални двигатели с повишени възможности за претоварване по напрежение и честота в настоящия момент е невъзможно.

С избраните закони за регулиране на постояннотокови, асинхронни и синхронни задвижвания след преобразуване в действителни теглителни характеристики могат да се провеждат

на вариантни тягово-енергетични изчисления.

## ИЗВОДИ

- с получените коефициенти на характеристиката могат да се изберат теглителни характеристики с различно насищане на двигателя;
- от получените стойности на коефициента на използване на теглителната сила и скорост на движение може да се определи работния диапазон на универсалната характеристика;
- с избраните закони за регулиране могат да бъдат направени сравнителни тягови енергетични изчисления.
- в резултат на изследването са получени стойности на коефициентите на характеристиката и коефициенти на използване на теглителна сила и скорост на движение за различни тягови задвижвания експлоатирани от наши и европейски жп администрации;
- с избраните закони за регулиране могат да бъдат направени сравнителни тягови енергетични изчисления;

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Попов Р., Електроенергийната ефективност на електрическата тяга-стратегически проблем на БДЖ. Железопътен транспорт, №11, 1992.

[2] Петров И., Енергетичен сравнителен анализ на тягови задвижвания при електрически подвижен състав, Автореферат, София, 1999.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ТОКОИЗПРАВИТЕЛНИ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЛОКОМОТИВИ

Л. Българанов, Т.Йонов

#### АНОТАЦИЯ

*В работата е изведен алгоритъм за управление на напрежението на двигател-вентилаторите в токоизправителни локомотиви, при който разходът на електрическа енергия за охлаждане на електрообзавеждането е минимален и зависи от режима на работа, като не се допуска прегряване на електрообзавеждането над допустимото.*

**Ключови думи:** електрообзавеждане, охлаждане, разход, енергия, оптимално управление, напрежение, двигател-вентилатор.

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че токоизправителните локомотиви имат по-нисък коефициент на полезно действие от постояннотоковите. Основната причина за това е повишения разход на енергия за собствени нужди. Един от най-големите консуматори на такава енергия са **двигател-вентилаторите** [Д-В].

В токоизправителните локомотиви Шкода, които се експлоатират у нас, не е предвидено регулиране на дебита на охлаждащия въздух (освен сезонно) в зависимост от режима на работа на локомотива т.е. Д-В работят непрекъснато с постоянен дебит. Това осигурява облекчен топлинен режим на работа на силовото електрообзавеждане - тягови двигатели, силови токоизправители и изглаждащи реактори, но същевременно води до повишен разход на енергия за собствени нужди, а от там и по нисък среден коефициент на полезно действие на локомотива.

Целта на настоящата работа е да се намери алгоритъм за оптимално управление на напре-

жението на двигател-вентилаторите, при който разходът на енергия за охлаждане на електрообзавеждането е минимален, зависи от режимите на работа на локомотива и не се допуска прегряване на тяговите машини и апарати над допустимото, съгласно техния клас на изолация.

#### II. ОСОБЕНОСТИ ПРИ ТОПЛИННИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ТЯГОВИ ДВИГАТЕЛИ И ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

Поради сложността на топлинните процеси в тяговите двигатели [ТД], тяхното нагряване и охлаждане се определя по приблизителни методи, като се правят следните допускания [1]:

1. Счита се, че двигателят се състои от ограничен брой части(елементи);
2. Теплопроводността на металните елементи се приема равна на безкрайност, а самите те за еднородни тела;
3. Температурата в тези елементи се установява мигновено и се разпределя по целия обем равномерно, като големината и зависи само от

топлинния капацитет на металите;

4. Теплоотдаването от повърхността на металните части се приема по закона на Нютон, пропорционално на температурата на прегряване;

5. Счита се, че топлинния капацитет е постоянен;

6. Работи се със средното превишение на температурата на охлаждащия въздух.

7. Разглежда се най-опасната по отношение на нагриване намотка на ТД, като тя се приема за еднородно твърдо тяло с приведени - топлинен капацитет  $C_p$ , коефициент на теплоотдаване  $B_p$  и загуби на мощност  $\Delta P_p$ .

За ТД в електрическите локомотиви “Шкода” най-нагрятата е намотката на допълнителните полюси [2].

За времето  $dt$  в намотката се отделя определено количество топлина, равна на  $\Delta P_p \cdot dt$ . Част от тази топлина предизвиква повишаване на температурата на намотката с  $d\tau$ , а останалата се отделя от повърхността ѝ в околната среда. Като се вземат предвид тези съставлящи и приетите допускания, се получава следното уравнение за баланса на топлинната енергия в разглежданата намотка

$$\Delta P_p \cdot dt = C_p \cdot d\tau + B_p \cdot dt \quad (2.1)$$

Приведените загуби на мощност  $\Delta P_p$ , на които влияе зависимостта на съпротивлението на намотката от температурата, с приемлива точност могат да се представят по следния начин

$$\Delta P_p = r_0 \cdot (1 + \alpha_0 \cdot \Delta\tau) \cdot I^2 + k_c \cdot \Delta P_c \quad (2.2)$$

където  $r_0$  е съпротивлението на допълнителните полюси при температура на околната среда;

$\alpha_0$  - температурният коефициент на съпротивлението на намотката при температура на околната среда;

$\Delta P_c$  - магнитните загуби в стоманата;

$k_c$  - коефициентът, зависещ от конструкцията на ТД и натоварването му,  $k_c < 1$ .

Ако (2.2) се замести в (2.1) и се обозначи  $\Delta P_e = r_0 \cdot I^2 + k_c \cdot \Delta P_c$ ;  $B_e = B_p - r_0 \cdot a_0 \cdot I^2$  и  $T_e = C_p / B_e$  се получава следното уравнение

$$(\Delta P_e / B_e) \cdot dt = T_e \cdot d\tau + \tau \cdot dt \quad (2.3)$$

Величините отбелязани с индекс “е” се наричат еквивалентни.

Решението на диференциалното уравнение

за баланса на топлинната енергия има вида

$$\tau = \tau_\infty \cdot [1 - \text{EXP}(-t / T_e)] + \tau_0 \cdot \text{EXP}(-t / T_e) \quad (2.4)$$

където  $\tau_\infty$  е установената температура на прегряване, след време  $t = \infty$ ;

$\tau_0$  - температурата на прегряване при  $t = 0$ .

Установената температура на прегряване се определя от следната зависимост

$$\tau_\infty = (\Delta P_e / B_e) = (I^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_c) / (B_p - I^2 \cdot r_0 \cdot \alpha_0) \quad (2.5)$$

Приведеният коефициент на теплоотдаване  $B_p$  в (2.5), за ТД с принудителна вентилация, съгласно [3] се определя от зависимостта

$$B_p = S \cdot \alpha \cdot (1 + k_v \cdot \sqrt{v_v}) \quad (2.6)$$

където  $k_v$ ,  $\beta$  са коефициентите, които отчитат ефективността на охлаждането, като  $k_v = f(\beta)$ ;

$\alpha$  - специфичният коефициент на теплоотдаване;

$v_v$  - скоростта на охлаждащия въздух в ТД;

$S$  - охлаждащата площ на допълнителните полюси.

Скоростта на охлаждащия въздух в двигателя се определя от зависимостта

$$v_v = Q_H \cdot n / S \cdot n_H \quad (2.7)$$

където  $n_H$  е номиналната честота на въртене на двигател-вентилатора;

$n$  - честотата на въртене;

$Q_H$  - номиналният дебит на охлаждащия въздух.

В установен режим на работа двигателният и съпротивителният моменти са равни  $M_g = M_c$  т.е.

$$M_g = c_v \cdot \Phi_v \cdot I_v = c_v \cdot k \cdot I_v^2 = M_c = k_m \cdot n^2 \quad (2.8)$$

където  $k$  е коефициентът на пропорционалност между тока и магнитния поток на Д-В в линейната част на магнитната характеристика;

$I_v$  - котвеният ток на Д-В.

От (2.7) се определя честотата на въртене на Д-В и като се вземе предвид (2.6) се получава

$$B_e = S \cdot \alpha \cdot \left( 1 + \frac{k_v \cdot Q_H}{S \cdot n_H} \cdot I_v \cdot \sqrt{\frac{c_v \cdot k}{k_m}} \right) - I^2 \cdot \alpha_0 \cdot r_0 \quad (2.9)$$

Задачата за оптимално по разход на електрическа енергия управление на Д-В в електрически локомотиви, може да се формулира по следния начин: Търси се закон за управление на напрежението на Д-В т.е.  $U(t)$ , с който се минимизира консумираната за вентилация електрическа енергия, без да се допуска прегряване на тяговото електро-обзавеждане над допустимото. Тази енергия се определя с интеграла

$$E = \int_0^t U \cdot I_v \cdot dt \quad (2.10)$$

при следните ограничаващи условия:

$$|0 \leq \tau \leq \tau_d; 0 \leq U \leq U_H; 0 \leq I \leq I_{max} = I_s \quad (2.11)$$

където  $\tau_d$  е допустимата температура на прегряване на ТД;

$\tau$  - текущата стойност на прегряването на ТД;

$U$  - текущата стойност на напрежението на Д-В;

$U_H$  - номиналното напрежение на двигател-вентилатора;

$I_s$  - пусковият ток на ТД.

Ако в (2.4) се замести (2.5) и се отчете, че  $T_e = C_p / B_e$  се получава

$$\tau = \frac{\Delta P_e}{B_e} \cdot [1 - \text{EXP}(-B_e \cdot t / C_e)] + \tau_o \cdot \text{EXP}(-B_e \cdot t / C_e) \quad (2.12)$$

Еквивалентният коефициент на топлоотдаване  $B_e$  се появява и в числителя и в знаменателя на (2.12). При това положение решението на оптимизационна задача е невъзможно, поради едновременното нарастване на числителя и знаменателя. За да стане решима поставената задача, трябва да се направят някои допускания и опростявания:

1. Като стъпка за решаване на задачата се избира интервал от време значително по-малък от времеконстантата на ТД, която е по-голяма от 20 минути. При това допускане се приема, че котвеният ток и загубите в стоманата на ТД са постоянни в разглеждания интервал [1]. При интервал от няколко секунди до една минута се изпълнява условието  $t / T_e \ll 0,1$ . Ако функцията  $\text{EXP}(-t / T_e)$  се разложи в ред на Маклорен и се вземат само първите два члена т.е.  $\text{EXP}(-t / T_e) = 1 - t / T_e$ , за изчисляване на прегряването се получава следната опростена зависимост [1,4]

$$B_{ej} = S \cdot \alpha \cdot \left[ 1 + \frac{k_v \cdot Q_H}{S \cdot n_H} \cdot A_{ij} \cdot U_j \cdot \sqrt{\frac{c_v \cdot k}{k_m}} + \frac{k_v \cdot Q_H}{S \cdot n_H} \cdot B_{ij} \cdot \sqrt{\frac{c_v \cdot k}{k_m}} \right] - I_j^2 \cdot \alpha_o \cdot r_o \quad (2.18)$$

$$\tau = (\tau_\infty / B_e - \tau_o) t / T_e + \tau_o \quad (2.13)$$

Следователно, прегряването може да се представи като линейна функция на времето

$$\tau_j = a_{oj} + \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot t \quad (2.14)$$

където  $a_{oj}$  е началната стойност на прегряването в  $j$ -ия интервал;

$a_{ij}$  - ъгловият коефициент в  $j$ -ия интервал;

$m$  - броят на интервалите от време.

Коефициентът  $a_{oj}$  е по-голям или равен на нула, а  $a_{ij}$  може да приема положителни (двигателят се нагрява), отрицателни (двигателят се охлажда) или нулеви (установено прегряване) стойности. За избрания интервал се работи със средната стойност на тяговия ток в него т.е.

$$I_j = \bar{I}_j = \text{const.}$$

$$\Delta P_{ej} = \bar{I}_j^2(t) \cdot r_o + k_c \cdot \Delta P_{cj} = \text{const} \quad (2.15)$$

2. След първите един, два пускови процеса прегряването на ТД достига установена стойност [1]. Като се вземат предвид дадените погоре допускания, за избрания интервал, може да се приеме, че трайната и текущата стойност на прегряването са равни. Тогава от зависимостите (2.5), (2.9), (2.14) и (2.15) за прегряването в  $j$ -ия интервал се получава

$$\tau_j = a_{oj} + \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot t = \Delta P_{ej} / B_{ej} = \tau_{\infty j} \quad (2.16)$$

3. Прието е (2.8), че Д-В работи в линейната част на магнитната характеристика, а външната му характеристика  $U(I)$  в областта на малките токове е линейна и се представя по следния начин

$$I_{vj} = A_{ij} U_j + B_{ij} \quad (2.17)$$

Коефициентите  $A_{ij}$  и  $B_{ij}$  са положителни, защото с нарастване на тока расте и напрежението на Д-В. След заместване на (2.17) в (2.9) за коефициентът на топлоотдаване в  $j$ -ия интервал се получава

Ако се положи



$$\frac{\alpha_o \cdot k_v \cdot Q_H}{n_H} \cdot A_{lj} \cdot \sqrt{\frac{c_v \cdot k}{k_m}} = A_{Uj} \quad \text{и}$$

$$S \cdot \alpha + \frac{\alpha \cdot k_v \cdot Q_H}{n_H} \cdot B_{lj} \cdot \sqrt{\frac{c_v \cdot k}{k_m}} - I_j^2 \cdot \alpha_o \cdot r_o = B_{Uj} \quad (2.18)$$

приема вида

$$B_{ej} = A_{Uj} \cdot U_j + B_{Uj} \quad (2.19)$$

Следователно, коефициентът на топло-отдаване е линейна функция на напрежението на Д-В. Като се отчетат допусканията, за топлинната времеконстанта и прегряването в j-ия интервал се получава

$$T_{ej} = C_p / (A_{Uj} \cdot U_j + B_{Uj}) \quad (2.20)$$

$$\tau_j = \Delta P_{ej} / (A_{Uj} \cdot U_j + B_{Uj}) \quad (2.21)$$

### III. РЕШЕНИЕ НА ЗАДАЧАТА

Като се отчетат направените допускания интегралът (2.10) приема вида

$$E_j = \int_0^t (A_{lj} \cdot U_j^2 + B_{lj} \cdot U_j) dt = F(t) \quad (3.1)$$

при ограничаващи условия (2.11)

**Необходимото условие за минимум** на интеграла (3.1) е  $F'(t)$  да е равна на нула т.е.

$$F'(t) = A_{lj} \cdot U_j^2 + B_{lj} \cdot U_j = 0 \quad (3.2)$$

Функцията  $F'(t)$  е квадратно уравнение без свободен член и има две реални нули.  $U=0$ . Това решение няма практически смисъл, защото е очевидно, че при изключен Д-В се реализира най-голяма икономия на енергия. Второто решение е

$$A_{lj} \cdot U_j + B_{lj} = 0 \rightarrow U_j = -B_{lj} / 2 \cdot A_{lj} \quad (3.3)$$

От условието  $A_{lj} > 0$  следва, че при  $U_j = 0$  функцията  $F(t)$  е растяща и когато напрежението расте, то нараства и  $F(t)$ . Следователно, когато напрежението приема минимум, то и  $F(t)$  има минимум, аналогично за максимум.

**Достатъчното условие за минимум** на интеграла (3.1) е втората му производна да е положителна. Условието е изпълнено, защото  $A_{lj}$  и  $B_{lj}$  са винаги положителни, а напрежението на Д-В съгласно (2.11) не може да бъде отрица-

телно. От зависимости (2.16), (2.19) и (3.1) следва, че в j-ия интервал

$$A_{Uj} \cdot U_j + B_{Uj} = \Delta P_{ej} / (a_{oj} + \sum_{j=1}^m a_j \cdot t) = \Delta P_{ej} / \tau_j \quad (3.4)$$

Ако (3.4) се реши спрямо напрежението на Д-В, като се отчете (2.15) се получава

$$U_j = (I_j^2 \cdot r_o + k_c \cdot \Delta P_{ej}) / \tau_j \cdot A_{Uj} - (B_{Uj} / A_{Uj}) \quad (3.5)$$

Зависимостта (3.5) е **търсеното решение за минимум на интеграла** (3.1) т.е. законът за управление на напрежението на Д-В, който осигурява минимален разход на енергия за охлаждане. Напрежението на Д-В е функция на две променливи - температурата на прегряване и загубите на мощност в ТД. Съгласно теорията за търсене на екстремум на функция на две променливи се определят частните производни на (3.6) спрямо товара на ТД и температурата на прегряване

$$\frac{\partial U}{\partial I} = \frac{2 \cdot I_j \cdot r_o}{\tau_j \cdot A_{Uj}} \quad (3.6)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = - \frac{2 \cdot (I_j^2 \cdot r_o + k_c \cdot \Delta P_c)}{\tau_j^2 \cdot A_{Uj}} \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial I^2} = \frac{2 \cdot r_o}{\tau_j \cdot A_{Uj}} \quad (3.8)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \tau^2} = \frac{4 \cdot (I_j^2 \cdot r_o + k_c \cdot \Delta P_c)}{\tau_j^3 \cdot A_{Uj}} \quad (3.9)$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial I \partial \tau} = - \frac{2 \cdot I_j \cdot r_o}{\tau_j^2 \cdot A_{Uj}} \quad (3.10)$$

**Необходими условия за екстремум.** Приравняват се производните (3.6) и (3.7) на нула и се съставя системата уравнения

$$\begin{cases} 2 \cdot I_j \cdot r_o / A_{Uj} \cdot \tau_j = 0 \\ (2 \cdot I_j^2 \cdot r_o + k_c \cdot \Delta P_c) / A_{Uj} \cdot \tau_j^2 = 0 \end{cases} \quad (3.11)$$

От решението на (3.11) се получават две ста-

ционарни точки:  $M_1(0, \infty)$  и  $M_2$  (имагинерно число,  $\infty$ ). Точката  $M_2$  не е решение на системата, защото няма физически смисъл. Стойността  $\tau = \infty$  не принадлежи на интервала на изменение на прегряването, дефиниран с (2.11). Тогава стационарната точка  $M_1(0, \infty)$  придобива вида  $M(0, \tau_d)$ . Ако прегряването в (3.5) се замени с неговата горна граница на изменение  $\tau = \tau_d$ , се получава точка на екстремум за напрежението на Д-В

$$U(\text{extr}) = \frac{I_j^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_{cj}}{A_{Uj} \cdot \tau_d} - \frac{B_{Uj}}{A_{Uj}} \quad (3.12)$$

**Достатъчни условия за екстремум.** Изразът

$$\frac{\partial^2 U}{\partial I^2} \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial \tau^2} - \left( \frac{\partial^2 U}{\partial I \partial \tau} \right)^2 \quad (3.13)$$

който е съставен от вторите производни, се записва по следния начин

$$\frac{2 \cdot r_0}{A_{Uj} \cdot \tau_j} \cdot \frac{4 \cdot (I_j^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_c)}{A_{Uj} \cdot \tau_j^3} - \left( -\frac{2 \cdot I_j \cdot r_0}{A_{Uj} \cdot \tau_j^2} \right)^2 = 2 \cdot r_0 \cdot \frac{2 \cdot I_j^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_{cj}}{A_{Uj}^2 \tau_j^4} > 0 \quad (3.14)$$

Втората производна (3.9) се записва във вида

$$\frac{\partial^2 U}{\partial I^2} = \frac{2 \cdot r_0}{A_{Uj} \cdot \tau_j} > 0 \quad (3.15)$$

**Достатъчното условие за екстремум** е (3.14) и (3.15) да са с еднакви знаци, а условието (3.5) да има минимум е този знак да е положителен.

Съпротивлението, токът на ТД, загубите на мощност и прегряването са винаги положителни. Следователно, знаците на (3.14) и (3.15) са винаги положителни, защото  $A_U$  може да има само положителна стойност. От (3.14) и (3.15) следва, че в стационарната точка  $M(0, \tau_d)$  напрежението на Д-В има екстремум и той е минимум.

Областта на изменение на прегряването  $t$  и товарът  $I$  на ТД е правоъгълник. От условието  $I \geq 0$  и  $U \geq 0$  се получава

$$I_j^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_{cj} \geq B_{Uj} \cdot \tau_j \quad (3.16)$$

От (3.16) следват четири възможности:

1. Ако  $I > 0$  и  $U = 0$  - движение с много малък ток на ТД и при него напрежението на Д-В се анулира. Тогава от (3.16) следва

$$I_j^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_c = B_{Uj} \cdot \tau_d \quad (3.17)$$

като  $F(t)_{\min} = 0$ ;

2. Когато  $I > 0$  и  $U > 0$  - движение с меж-

динни стойности на тяговия ток и съответната стойност на напрежението на Д-В. Тогава

$$I_{sj}^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_{cj} \geq I_j^2 \cdot r_0 + k_c \cdot \Delta P_{cj} \geq B_{Uj} \cdot \tau_d \quad (3.18)$$

като минимумът на напрежението  $U$  се получава, когато  $I \rightarrow 0$  и  $\tau = \tau_d$ , като  $F(t)_{\min} > 0$ ;

3. Ако  $I = 0$  и  $U > 0$  - този режим на работа на вентилатора се получава при прегряване над допустимото, защото при ток на ТД равен на нула, следва, че и напрежението на Д-В трябва да се анулира. Този режим няма практически смисъл. От (3.17) следва

$$k_c \cdot \Delta P_{cj} \geq B_{Uj} \cdot \tau_d \quad (3.19)$$

като минимумът на напрежението  $U$  се получава, когато  $I = 0$  и  $\tau = \tau_d$  като  $F(t)_{\min} > 0$ ;

4. Когато  $I = 0$  и  $U = 0$  - режим на движение по инерция. Минимумът на  $U$  се получава за всяко  $\tau$ , за което е изпълнено условието

$$k_c \cdot \Delta P_{cj} = B_{Uj} \cdot \tau_d \quad (3.20)$$

като  $F(t)_{\min} = 0$ .

#### IV. ЧИСЛЕН ПРИМЕР И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като са използвани получените по-горе зависимости, с помощта на компютър е моделиран процесът на нагряване и охлаждане на ТД,

при управление на напрежението на Д-В съгласно изведения по горе закон (3.5), и движение в участък с тежък променлив профил. Определено е количеството енергия, което се икономисва при двидние на влак с тегло 800 тона.

На фиг.4.1 са дадени зависимостите на загубите на мощност  $\Delta P_e$ , напрежението на Д-В  $U$  и температурата на прегряване на ТД  $t$  във функция на времето. Избраната стъпка на изчисление е 1 минута. Вижда се, че прегряването бързо достига до установен режим, след което се получава повторение на резултатите, поради това че влакът изминава многократно участък с един и същи профил.

На фиг.4.2 е показана зависимостта на мощността на Д-В във функция от времето. Защрихованите площи са пропорционални на разхода на енергия за вентилация. Общата енергия за охлаждане на електро-обзавеждането в една талига, за разглеждания участък, е 18,88 kWh, а без регулиране на напрежението на Д-В -34 kWh. Следователно, при регулиране на напрежението на Д-В, съгласно изведения по горе закон, икономията на енергия е 47%. За всички вентилатори в локомотива (4 броя), консумираната енергия при съществуващата система на вентилация е 168 kWh, а при регулиране на напрежението на Д-В - 89 kWh. Икономисаната енергия води до повишаване на средния КПД на локомотива от 0,86 до 0,891.

При движение в по-лек участък еквивалентните загуби на мощност са по-малки и икономисаната енергия нараства значително фиг.4.3 и 4.4, а това води до по-голямо повишаване на средния КПД на локомотива (0,899).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Изведен е закон за оптимално управление на напрежението на двигател-вентилаторите, който осигурява минимален разход на енергия за охлаждане, без да се допуска прегряване им над допустимото.

2. Числените примери показват, че прилагането на закона за оптимално управление, води до значително намаляване на разхода на енергия за охлаждане и до повишаване на средния КПД на локомотива.

3. Точни и обобщени резултати за повишаването на средния КПД на токоизправителните локомотиви, при прилагането на

изведения закон за управление на напрежението на двигател-вентилаторите, могат да се получат само след пълни изпитания в реални условия.

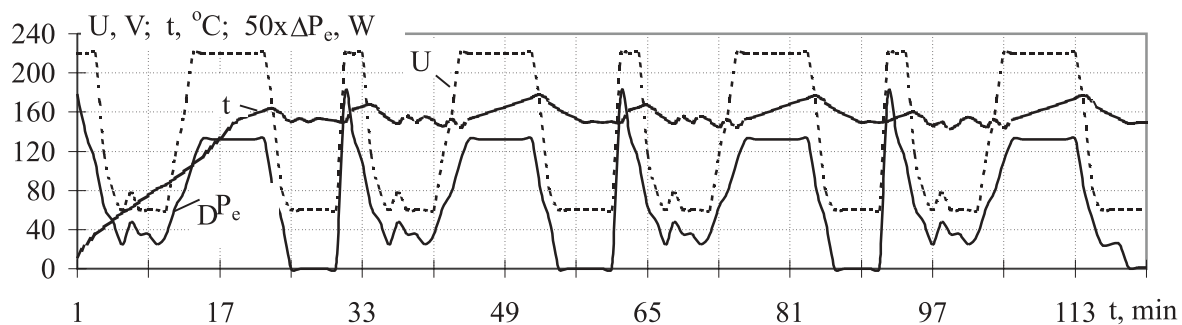
## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н., Теория злектрической тяги, Транспорт, 328 стр., Москва, 1983.

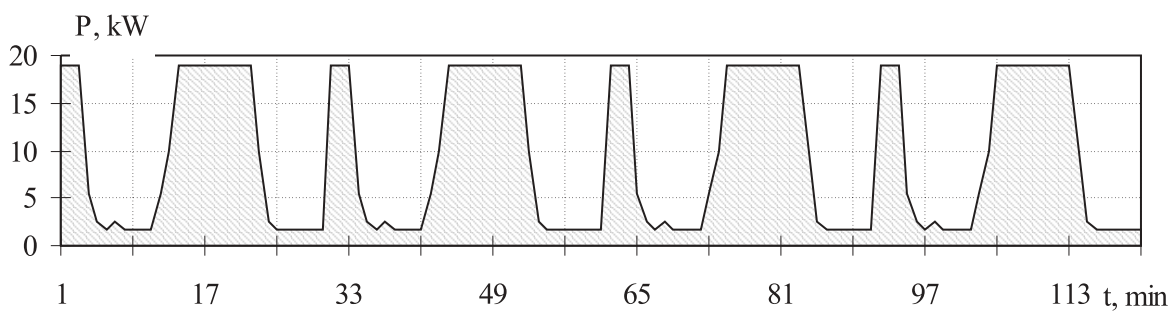
[2] Стайков Г. и др., Работни режими на електрически локомотиви, с. Железопътен транспорт, №12, 16 - 21 стр., С., 1973.

[3] Копилов И., Проектиране на електрически машини, Техника, 532 стр., 1988.

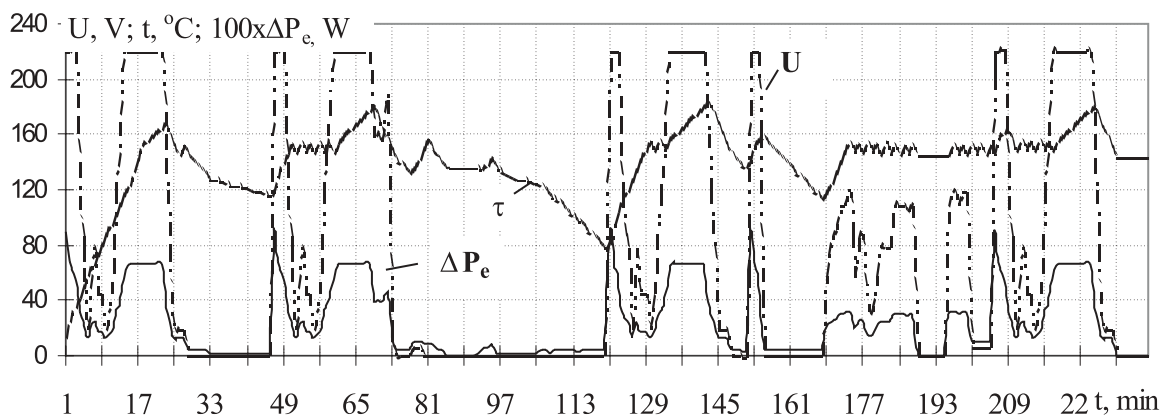
[4] Ибришимова Н.П., Минков П.Т., Електрически транспорт, том I, ТУ - София, 1972.



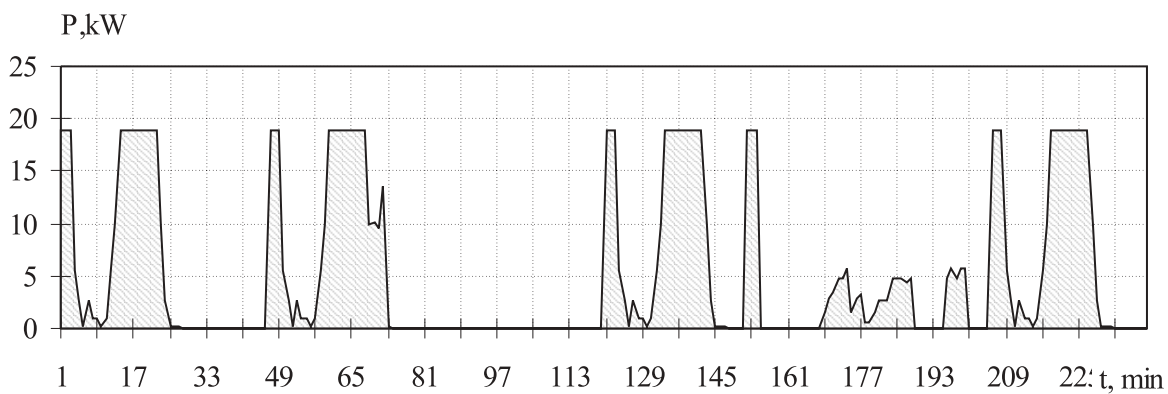
Фиг. 4.1



Фиг. 4.2



Фиг. 4.3



Фиг. 4.4

### **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**. За информация и контакти -катедра: **“ЛОКОМОТИВИ И ВАГОНИ”**.

### **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 тестовите за определяне на темперамента и интелекта. За информация и контакти -катедра: **“ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА ТЕХНИКА”**.

### **Механизация и автоматизация на товаро-разтоварните и складови работи**

Разполага с три стенда: стенд-статично изпитване на товарни единици, стенд-вибро изпитване на товарни единици и стенд-динамично изпитване на товарни единици и тензометрични измервания. Лабораторията е оборудвана с тензометрична апаратура за измерване на параметрите при транспортно-манипулационните процеси. В лабораторията се обучават студенти от специалностите **“Транспортна техника и технологии”**, **“Технология и управление на транспорта”** и **“Подемно транспортна и строителна техника”**. За информация и контакти-катедра: **“ПОДЕМНО ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ”**

### **МАШИННИ ЕЛЕМЕНТИ**

В лабораторията се провеждат упражнения със студенти от задочни и редовни курсове на обучение по образователно-квалификационни степени “специалист” и “бакалавър”. Лабораторните упражнения имат за цел да се изследват някои по-важни за практиката характеристики на машинни елементи и механизми: съединения на машинните елементи (резбови, пресови, еластични елементи), машинни елементи на въртливо движение (валове, плъзгащи лагери, еластични съединители) и механични предавки (зъбни, червячни и ремъчни предавки). Изследванията се провеждат чрез специализирани стендове, в които са заложени съвременни методи за измерване на физико-механични величини. Обучаемите получават практически навици за експериментално изследване на характеристиките на машинни елементи. За информация и контакти - катедра : **“МАШИННИ ЕЛЕМЕНТИ”**.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### БЛУЖДАЕЩИ ТОКОВЕ В СОФИЙСКОТО МЕТРО

Любомир Българанов, Тодор Йонов

#### АНОТАЦИЯ

*В работата са обобщени получените данни от извършеното теоретично и практическо изследване върху големината на блуждаещите токове в Софийското метро. Направен е анализ на получените резултати и са посочени пътища за ограничаване на блуждаещия ток и намаляване на опасността от електрокорозия.*

**Ключови думи:** блуждаещи токове, метрополитен, потенциал релса - земя, преходно съпротивление релса – земя, интензивност на блуждаещият ток .

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Релсовият път на електрифицирания релсов транспорт се явява обратен проводник в системата на тяговото електроснабдяване и в следствие на това източник на блуждаещи токове. При това той и закрепващите го елементи са подложени на интензивно електрокорозионно разрушение. Токовете на утечка образуват блуждаещите токове в земята и водят до споменатата по-горе опасност. Съществуващите изисквания за поддържане на определено ниво на изолацията между релсите и земята не изключват напълно наличието на токове на утечка. Тези токове при железопътен и трамваен транспорт могат да достигат до 100А/км, а при метро до 5 А/км, а преносът на метал от релсите и закрепващите ги елементи съответно до един тон на километър за година, като се изходи от електрохимическия еквивалент 9 kg/Агод.

На електрокорозия са подложени само тези участъци от релсите и закрепващите ги елементи, по които се затваря токовата верига в електролитната среда. Ролята на такава среда изпълнява траверсата (дървена или железобетон-

на), която е пропита с влага или е с овлажнена повърхност. Електрокорозия се наблюдава и в случаите когато протича ток между два метални детайла (например релса - подложка, подложка закрепващ болт и др), ако между тях няма контакт, а токът протича по слоя влага между тях. Токът на утечката зависи от големината на потенциала релса-земя (при метро стената на тунела или металната конструкция) и съпротивлението на веригата на утечката или от преходното съпротивление. В настоящата работа са обобщени получените по аналитичен и практически път резултати за големината на блуждаещите токове в Софийското метро.

Анализирани са получените резултати и са посочени най-често прилаганите методи за ограничаване на големината на блуждаещите токове.

#### II. АНАЛИТИЧНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА ТОКОВЕТЕ И ПОТЕНЦИАЛИТЕ В РЕЛСОВАТА МРЕЖА

Тъй като релсите изпълняват функцията на

обратен проводник при електрическия транспорт, а утечката на тяговите токове от тях определя големината на блуждаещите токове в земята, то техните параметри са от първостепенно значение. Параметрите които влияят на големината на блуждаещите токове са преди всичко надлъжното съпротивление и преходното съпротивление релса – земя. Колкото по ниско е надлъжното съпротивление и по-високо нивото на изолацията релса – земя толкова по-малки са блуждаещите токове и обратно. Тези параметри се наричат първични. В Софийското метро се използват релси от два типа - P50 и P55 с надлъжно съпротивление  $r_p = 0.022 \Omega \cdot km$  ( $0.021 \Omega \cdot km$ ) и изисквано преходно съпротивление релса – земя  $r_{p-3} \geq 1.5 \Omega \cdot km$ . [1,2].

Вторични параметри на релсовата верига са константата на разпространение  $a_p$  [1/km] и вълновото съпротивление  $m_p$  [ $\Omega$ ]. Те се определят от зависимостите

$$\alpha_p = \sqrt{r_p / r_{p-1}} \quad (2.1)$$

тогава  $a_p = (0.0524 \div 0.121)$

$$m_p = \sqrt{r_{p-3} \cdot r_p} \quad (2.2)$$

или  $m_p = (0,419 \div 0,033) \Omega \cdot km$

Големините на тези параметрите могат да се определят и от номограмата дадена в [1].

Пълното съпротивление на релсовия път се определя от сечението на релсата и релсовите съединители. Когато съпротивлението на релсовите съединения не може да се измери то се отчита като се приема от 20 до 25% увеличение на съпротивлението на релсата. В Софийското метро релсовите нишки са заварени и такова увеличение на надлъжното съпротивление не се прави.

Основната част от големината на преходното съпротивление релса – земя се определя от съпротивлението между релсата и повърхността на тунела (земята). За метро до 100% от съпротивлението се смята, че е от плътната конструкция, а останалото е съпротивление на земята. При изчисленията е работено с

$r_{p-3} = 1,5 \Omega \cdot km$ . Най-високи преходни съпротивления се наблюдават при метрото, което се обуславя от отсъствието на замърсяване, постоянното измиване на тунелите, постоянните кли-

матични условия и вентилацията на тунелите.

Минималния интервал от време за движение на моторите в Софийското метро е около 4 min, при средна скорост на движение (35 – 49) km/h. Тогава за четири минути се изминава разстояние от 2,3 до 2,7 km. При разстояния между станциите от 0,9 до 1,5 km, се приема, че във фидерната зона има само едно транспортно средство. В този случай тока се приема за равен на тока на транспортното средство, а товара за съсредоточен. Тогава за участък с ограничена дължина и двустранно хранване са в сила следните зависимости

$$I_p(x) = I_x \cdot \frac{sh[\alpha_p \cdot (L - x)]}{sh(\alpha_p \cdot L)} \quad (2.3)$$

$$U_{p-3}(x) = \frac{I_x \cdot m_p}{th(\alpha_p \cdot L)} \cdot \frac{ch[\alpha_p \cdot (L - x)]}{ch(\alpha_p \cdot L)} \quad (2.4)$$

където L е дължината на фидерната зона, а x е текущата променлива като ( $0 < x < L$ ).

В резултат се образуват анодни зони (утечка на тяговия ток към земята) и катодни – в които токът се връща от земята към релсата.

Съществуват две точки с нулев потенциал  $x_0'$  и  $x_0''$ . Те се определят от следните зависимости

$$x_0' = \frac{1}{2 \cdot \alpha_p} \cdot \ln \frac{I_0' / I_n}{e^{-\alpha_p \cdot a} - (I_0'' / I_n) e^{-\alpha_p \cdot L}} \quad (2.5)$$

$$x_0'' = \frac{1}{2 \cdot \alpha_p} \cdot \ln \frac{e^{-\alpha_p \cdot a} - (I_0' / I_n)}{(I_0'' / I_n) e^{-\alpha_p \cdot L}} \quad (2.6)$$

където a е разстоянието между товара и близкия обратен фидер.

Токовете  $I_0'$  и  $I_0''$  са токове на обратните фидери и се определят от

$$I_0' = \frac{I_n \cdot x}{L} \quad (2.7)$$

$$I_0'' = \frac{I_n (L - x)}{L} \quad (2.8)$$

Потенциалът релса - земя във всяка точка се определя съгласно следната зависимост

$$U_{p-3}(x) = \frac{I_n \cdot m_p}{2} \cdot e^{-\alpha_p \cdot (a-x)} - \frac{I_0' \cdot m_p}{2} \cdot e^{-\alpha_p \cdot x} - \frac{I_0'' \cdot m_p}{2} \cdot e^{-\alpha_p \cdot (L-x)} \quad (2.9)$$



Частта от тяговия ток, който протича от релсата към земята (токът на утечка) в рамките на анодната зона, образува блуждаещите токове, които достигат максимума си в точките с нулеви потенциали. Интегралното значение на блуждаещия ток, който се “генерира” от тяговия товар в земята т.е. сумарният ток на утечка  $I_{\Sigma}$ . За всеки момент от време при движение на съсредоточен тягов товар по участъка  $L$  и нормално

двустранно захранване, този ток се определя от зависимостта

$$I_{\Sigma} = I_n \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{(ch\alpha_p \cdot L - ch\alpha_p \cdot (L-x))}{sh^2\alpha_p \cdot L}} \right] \quad (2.10)$$

а при едностранно захранване в аварийен ре-

$$I_{\Sigma} = I_p \left[ 1 - \left( ch\frac{\alpha_p x}{2} - cth\frac{\alpha_p L}{2} \cdot sh\frac{\alpha_p x}{2} \right) - \frac{sh\frac{\alpha_p x}{2}}{sh\frac{\alpha_p L}{2}} \right] \quad (2.11)$$

жим

Създаването от релсовата мрежа електрическо поле на блуждаещите токове в земята се подчинява на определена закономерност на разпределение на потенциалните точки по отношение на нулевия потенциал.

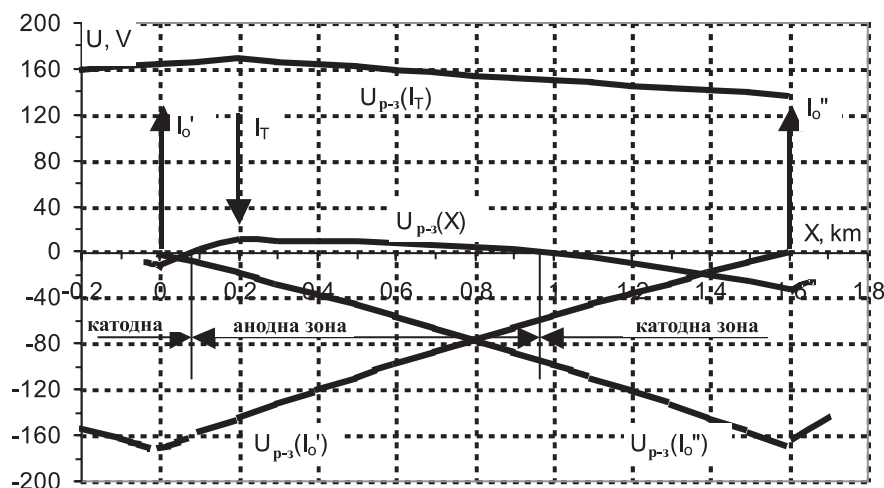
При определяне на стойностите на потенциала релса - земя на теория се предполага, че токът се разпределя пропорционално между двете станции. Това на практика не винаги е така. За да се получат резултати максимално близки до действителните са направени измервания на тока в подстанциите на метрото. По долу са дадени получените резултати от изчисленията като са използвани данни от измерванията на тока в подстанцията. Поради съкратеният обем тук се дават данни само за права посока за тягова

подстанция [ТПС] 11 “Сердика”(таблица 2.1).

В таблица 2.1 са показани резултатите от аналитичното определяне на сумарния ток на утечка и показателя на относителната интензивност на утечка на тяговия ток  $\eta = I_{\Sigma}/I$ . По този показател е удобно да се съди за ефективността на различните мерки прилагани за намаляване на утечката на тяговия ток.

На фигура 2.1 са показани получените по аналитичен път резултати за потенциала релса - земя във функция на тяговия ток  $U_{p-3}(I_T)$ , потенциала релса - земя във функция на токовете на обратните фидери  $I_0'$  и  $I_0''$  и потенциала релса - земя във функция от дължината на фидерната зона  $U_{p-3}(L)$ , за ТПС “Сердика”.

Показаният вид на потенциалните диаграми



Фиг. 2.1

Таблица 2.1

L, m	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1583
$I_{\Sigma Y}$	25.3	50.5	100.4	149.7	198.4	246.6	294.1	341.1	383.6
$\eta$	0.0063	0.0121	0.0239	0.0356	0.0472	0.0587	0.07	0.0812	0.0913

на релсовата мреже може да се промени при неравномерно потребление на енергия (спускане и изкачване), използване на рекуперативно спиране или неравномерно разпределение на товара между подстанциите при децентрализирано захранване. Последното обстоятелство води до това, че например, по цялата дължина на линията може да има знакопроменлива зона за потенциалите. Трябва да се отбележи, че такава знакопроменлива зона се явява като резултат от усредняване на потенциалите за някакъв интервал от време. Моментните потенциални диаграми винаги имат само анодни и катодни зони.

### III. РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРАКТИЧЕСКИТЕ ИЗМЕРВАНИЯ

Целта на практичките измервания е да се определи наличието и големината на блуждаещите токове и да се провери корозионната опасност на металните съоръжения.

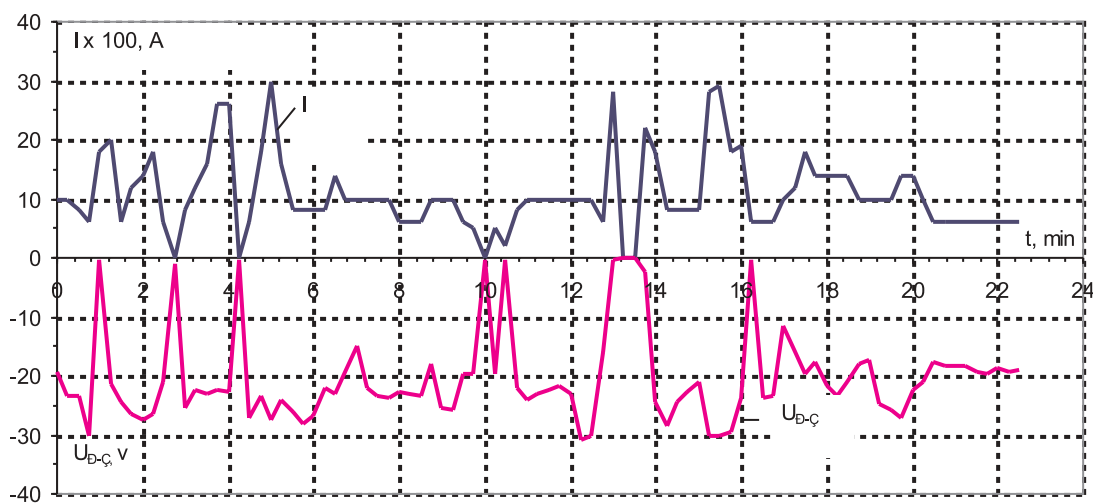
Измерванията на потенциала на земята спрямо отрицателния полюс е извършено с регистриращ волтметър с възможност за измерване в двете посоки. Измерванията са проведени в продължение на един час в условията на нормална работа в часовете на максимално нато-

варване.

В случая влаковете са през 4 минути, или 12 броя на час. За метро се измерва преминаването на поне 10 състава [1]. Големината на тока на подвижния състав се измерва с монтираната в подстанцията измервателна апаратура. Всички измервания са извършени през 15s. Резултатите са дадени на фигура 3.1 (за ТПС 11 “Сердика”).

Измерването на съпротивлението на контурите релса-траверса, релса-метална конструкция, релса-тунел се правят по време, когато няма движение - през нощта.

Съпротивлението релса-траверса се измерва с мегаомметър, при напрежение не по-малко от 1500V. Измерват се три релси през всеки десет, на удобни за целта места. В тунелите се използват бетонови или импрегнирани дървени траверси. Гумени изолационни подложки има само при бетоните траверси. Измерванията се правят в сухо и мокро състояние на релсовия път. В таблица 3.1 са дадени резултатите от измерването на съпротивлението релса - земя за ТПС 11 “Сердика”. При нея траверсите са бетонни и с размери 120x115 mm. Направени са измервания и при залети с вода релси и траверси. При това всички измерени съпротивления са със нулева стойност.



Фиг. 3.1

Номер на релсата	1	2	3	13	14	15	25	26	27
Лява, МΩ	0	0	0,5	0,5	1	0	0,75	0,5	0,5
Дясна, МΩ	1	0	0	0	0	2	2,5	0,25	0,1

#### IV. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

От първичните параметри на релсовия път, най-голям влияние върху големината на блуждаещия ток има стойността на съпротивлението релса-земя. При реални разстояния между подстанциите и поддържане на нормираните преходни съпротивления, токът на утечка при метро не трябва да надвишава  $0.1 \div 0.2\%$  от сумарния тягов ток. От данните в таблица 2.1 се вижда, че той се изменя в диапазон  $0.6 \div 9\%$ . Това показва, че относителната интензивност на блуждаещите токове е по-голяма от допустимата, или че има завишена корозионна опасност.

От друга страна зависимостта  $\eta(L)$  илюстрира влиянието на разстоянието между подстанциите върху интензивността на блуждаещия ток. За метро нормите съгласно [1] са до  $5.5\%$  при разстояния между подстанциите до един километър и  $25\%$  при разстояние до пет километра. В случая при разстояние един километър е  $\eta=5.8\%$ , което показва повишена корозионна опасност. Зависимостта  $\eta(L)$  трябва да се има в предвид и при по-нататъшното изграждане на метрото, като следва да се намали разстоянието между хранващите фидери. Последното е важно при навлизането в трамвайния тунел под бул. “Драган Цанков”, където разстоянието между двете подстанции е повече от два километра.

За намаляване на блуждаещите токове е необходимо да се намалява надлъжното съпротивление на релсите. При ново проектиране и продължение на трасето е желателно да се премине към използването на по-тежки релси.

От таблица 3.1 се вижда, че непосредствено до началото на навлизане в тунела, при първите  $10 \div 20$  траверси се наблюдава понижено съпротивление релса – земя, като при навлизане в тунела то нараства. Вероятната причина в случая е замърсени повърхности.

На потенциалната диаграма (фигура 2.1) има ясно изразени анодна и катодни зони, което показва наличието на блуждаещи токове. От изчисленията се вижда, че анодната зона е с дължина  $1100\text{ m}$ , при обща дължина на фидер-

ната зона  $1580\text{ m}$ , или  $69\%$  от общата дължина.

Съвкупността от разгледаните фактори показва, че от гледна точка на минимизиране на блуждаещите токове и зоните на тяхното разпространение, винаги трябва да се отдава предпочитание на вариант с по малки разстояния между хранващите точки и тяговия товар. От тази гледна точка системата с децентрализирано електроснабдяване на електрическия транспорт е за предпочитане.

Големината на блуждаещите токове в земята зависи не само от разгледаните фактори но и от характера на разпределение на товара между подстанциите. При сегашното хранване на метрото в София В ТПС от “Сливница” до “К.Величков” трансформаторите са еднотипни и не се очаква неравномерно разпределение на товарите. Не е така при свързването на 10-та и 11-та тягови подстанции, работещи в паралел. При 11 ТПС, са използвани трансформатори на фирмата “Сименс”, които са различни от тези на 10 ТПС. Между тях се очаква неравномерно натоварване.

Наличието на блуждаещ ток от електрическия транспорт в подземните съоръжения може да се установи лесно. Потенциалът на съоръжението по отношение към земята постоянно се изменя, както по знак, така и по големина със закономерност, аналогична на изменението на тяговото натоварване.

#### V. ИЗВОДИ И ПРЕПЪРЪКИ

1. Характерно за метрото е, че то не се явява източник на блуждаещи токове за градските подземни съоръжения. Това се обяснява основно с високото ниво на изолация в и частично екраниращия ефект на тунелите, въпреки, че за самите тунели и за вътрешнотунелните съоръжения има проблеми свързани със защитата от собствени блуждаещи токове.

2. При практическите измервания са установени стойности на потенциала релса – земя до  $28\text{V}$ , които са много близо до допустимите  $30\text{V}$ . Препоръчва се поради високите максимални стойности на потенциала релса – земя получени при измерванията да се оборудват контролни измервателни пунктове [КИП] във всяка под-

станция.

3. Необходимо е да се измерва съпротивлението на изолационните подложки поне веднъж на шест месеца. Измерването да се провежда с мегаомметър за напрежение не по-малко от 500V, като измерванията се правят в сухо и мокро състояние на релсите. Съпротивлението трябва да бъде не по-малко от 1000-1500  $\Omega/V$ .

4. При стойности на потенциала релса – земя повече от 30V е необходимо измерванията на съпротивлението на изолационните подложки да се направят незабавно.

5. В ТПС на станция “Сердика” е констатирано съпротивление на контура релса – земя нула, или на практика там изолация няма. При такова състояние се очаква повишение на блуждаещия ток. Там е необходима проверка за на-

личие на контакт или ако е необходимо подмяна на изолационните подложки.

6. Необходимо е недопускане на наличие на вода в тунелите. При намокряне на релсите, както това става при измиване на тунелите, има нулеви стойности на съпротивлението, което на практика показва, че при промяна на условията е възможно да протече блуждаещ ток с висока стойност.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Шевченко В.В, Н.В. Арзамасцев, С.С.Бодрухина, *Електроснабжение наземного городского электрического транспорта*, М., Транспорт, 1987, 272 стр.

[2] Котелников А.В., *Блуждающие токи электрифицированного транспорта*, М., Транспорт, 1986, 277 стр.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА РАЗХОДА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ ВЪВ ВТУ „ТОДОР КАБЛЕШКОВ“ И СРЕДСТВА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВЕНИТЕ И КОЛИЧЕСТВЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНОТО ПОТРЕБЛЕНИЕ

Георги Димитров

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада е направен анализ на потреблението на електрическа енергия във ВТУ „Т. Каблешков“ през периода 1998-2001г. Изследвано е развитието на общото електроенергийно потребление за разглеждания период, като е обърнато е особено внимание на разхода за комунално-битови нужди. Направен е анализ на факторите които влияят на промените в консумацията на електрическа енергия и са предложени технически и организационни мероприятия, чрез които може да се постигне снижаване електроенергийния разход.*

**Ключови думи:** Електроенергия, потребление, икономия.

Електрическата енергия представлява универсален енергоносител поради благоприятните качества, които притежава: лесно пренасяне с минимални загуби на големи разстояния; възможност за директно преобразуване в други видове енергия. По тези причини електрическата енергия е най-масово използвания източник на енергия в икономиката и бита.

Разпределението на електрическата енергия към крайните потребители се осъществява чрез многократното ѝ трансформиране от едно ниво на напрежение към друго, по-ниско ниво. В този процес участват множество понижаващи подстанции и трансформаторни постове.

Висшето транспортно училище „Тодор Каблешков“ е един от множеството консуматори, присъединени към електроенергийната система /ЕЕС/ на Република България. То спада към трета категория потребители. Електрозахранването на консуматорите ниско напрежение /НН/ във ВТУ се осъществява от три броя трансформаторни поста /ТП/, захранвани от две районни подстанции – Трансформаторна подстанция

„Александър Наумов“ и подстанция „София-изток“.

В два от трансформаторните постове (№№ 3 и 4) има инсталирани силови понижаващи трансформатори с единична мощност 630kVA, които получават захранване от П/СТ. „Ал. Наумов“, чрез фидери 10kV. В трансформаторен пост № 2 има инсталиран понижаващ трансформатор с мощност 400kVA и той се захранва с фидер 10kV от П/СТ. „София изток“.

Търговското измерване на електрическата енергия се извършва по три тарифи (върхова, дневна и нощна), чрез тройнотарифни електромери. Електромерите са свързани към съответните шини в зависимост от мощността на трансформаторите в трафопостовете както следва:

- за ТП 3 и 4 – към шини 10kV;
- за ТП 2 – към шини 0,4kV.

Тази особеност при търговското измерване на електрическата енергия е свързана с действащата в Република България нормативна уредба.

С решение на Държавната комисия по енер-

гийно регулиране /ДКЕР/ от 04.01.2002г. са утвърдени цените на активната електрическа енергия, използвана за стопанска и обществена дейност от държавните и общинските фирми, от юридически и физически лица показани в таблица 1.

Таблица 1

Начин на измерване	Зони в денонощието	Цена (лв./кВтч)		
		Ниво на напрежение		
		ВН	СрН	НН
1. С три скали	върхова	0.122	0.137	0.163
	дневна	0.076	0.085	0.101
	нощна	0.046	0.052	0.062
2. С две скали	дневна	0.098	0.109	0.130
	нощна	0.046	0.052	0.062
3. С една скала		0.093	0.104	0.124

Съгласно чл. 19 от “Наредбата за прилагане на цените на топлинната енергия, на брикетите за населението и на природния газ”, за учебните заведения не се прилага измерване на използваните количества реактивна енергия.

Потреблението на електрическа енергия във ВТУ “Т. Каблешков” е целогодишно и денонощно. Характерно за електропотреблението е, че то не е равномерно в денонощен план, т.е. съществуват часови интервали с повишена консумация и такива с минимална консумация. Наред с това товаровата диаграма се характеризира и с ясно изразен сезонен характер.

В настоящото изследване не е направен обстоен анализ на товаровата диаграма, но нейното детайлно проучване би дало възможност за вземане на управленски решения с цел пре-

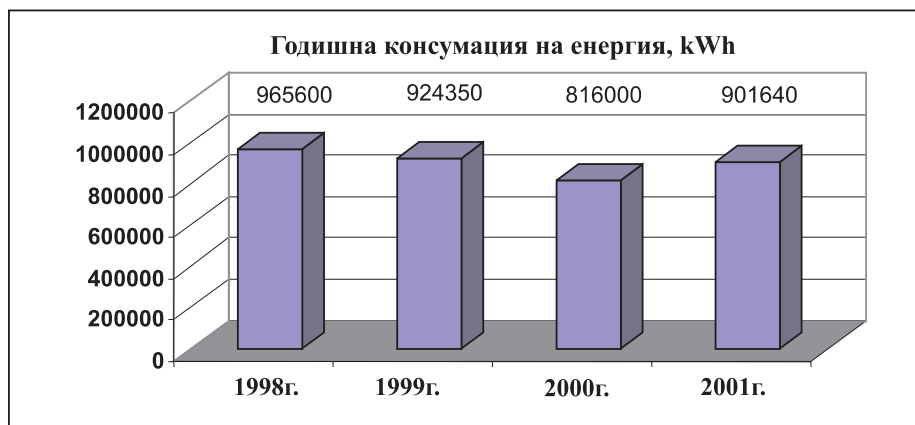
разпределение на част от товарите от върховата към дневната и нощната тарифни зони.

В таблица 2 е показано електроенергийното потребление по месеци за периода 1998-2001г.

Таблица 2

Години	1998г.	1999г.	2000г.	2001г.
Месеци	kWh	kWh	kWh	kWh
януари	90910	100040	77500	85620
февруари	103650	93070	69500	84510
март	85630	88170	100000	82780
април	77680	80610	61000	67000
май	59270	62460	64300	63200
юни	54290	47650	59200	70200
юли	66600	69440	45700	58700
август	48900	50710	43700	40100
септември	66480	57200	40520	53250
октомври	97660	67000	81580	89550
ноември	108950	91500	92500	97300
декември	105580	116500	80500	109430
<b>Общо:</b>	<b>965600</b>	<b>924350</b>	<b>816000</b>	<b>901640</b>

От диаграмата на фиг. 1 се вижда, че през разглеждания период (1998-2001г.) тенденцията в общото потребление има непостоянен характер. През периода 1998-2000г. Има тенденция към намаляване на разхода на електрическа енергия, а през 2001г. Той бележи ръст с 10%, спрямо 2000г. Първоначалната тенденция на спад в електроенергийното потребление по всяка вероятност се дължи на започналата през 1998г. Постепенна девоенизация на училището, която приключва през месец август 2000г. През този период постепенно една част от консуматорите бяха изключени или работеха слабо натоварени. От месец септември 2000г. Висшето транспортно училище работи като цивилно учебно заведение. От тогава насам бяха обя-



Фиг. 1



вени редица търгове и част от сградния фонд беше отдаден под наем на външни фирми. Нарастването на общия разход на електроенергия през 2001г. Най-вероятно се дължи на упражняваната от фирмите наемателки дейност (стопанска и нестопанска).

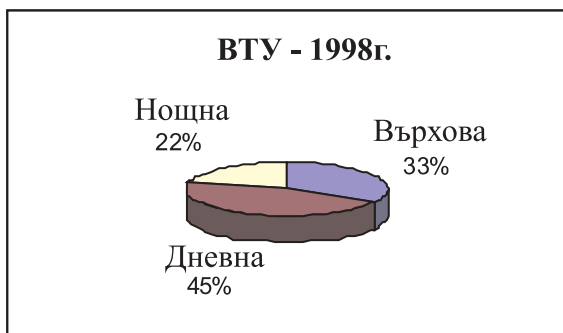
Детайлното разглеждане на консумацията на енергия по тарифни зони показва, че независимо от обема ѝ дяловото разпределение почти не се отличава през отделните години на разглеждания период (фиг. 2, 3, 4 и 5).

На територията на училището има изградени и функциониращи две общежития. При сега съществуващата схема на електрозахранване и ел. измерване може да се получи реална информация за консумацията на електрическа енергия за битови нужди само за общежитие № 2, в което основно са настанени студенти от училището. Това е възможно тъй като общежитието е присъединено като единствен консуматор към ТП 4.

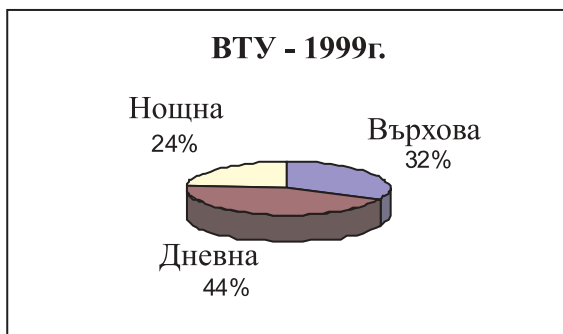
Данните от измерванията за консумираната електрическа енергия от общежитие № 2 по месеци и тарифи за разглеждания период са дадени в таблица 3. За сравнение в таблицата са дадени и стойностите на общо консумираната от ВТУ електрическа енергия

При направеният анализ на тази група консуматори могат да се направят няколко извода:

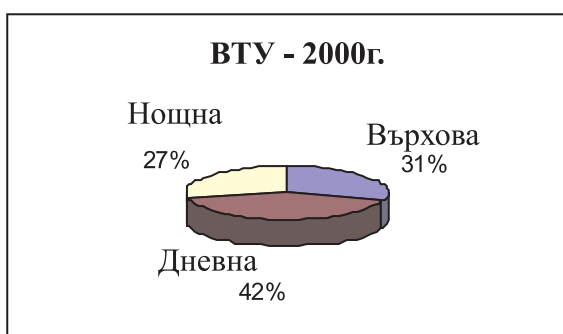
1. През периода 1998-2001г. Разходът на електрическа енергия бележи ръст, въпреки, че броят на настанените в общежитието курсанти и студенти бележи известен спад (фиг. 6). Тази тенденция в повишаване на разхода се дължи преди всичко на занижения контрол върху използваните в стаите електрически уреди, предимно нагревателни такива. Докато през 1998г. делът на консумираната от общежитие № 2 електрическа енергия спрямо общия разход на училището е била 12,6%, то през 2001г. това съотношение е 22,3%, т.е. наблюдава се ръст с около 10%, при общо снижение на разхода във



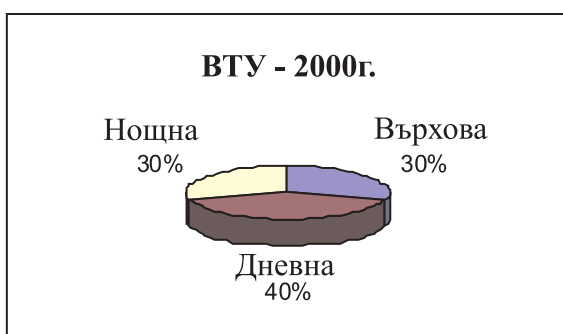
Фиг. 2



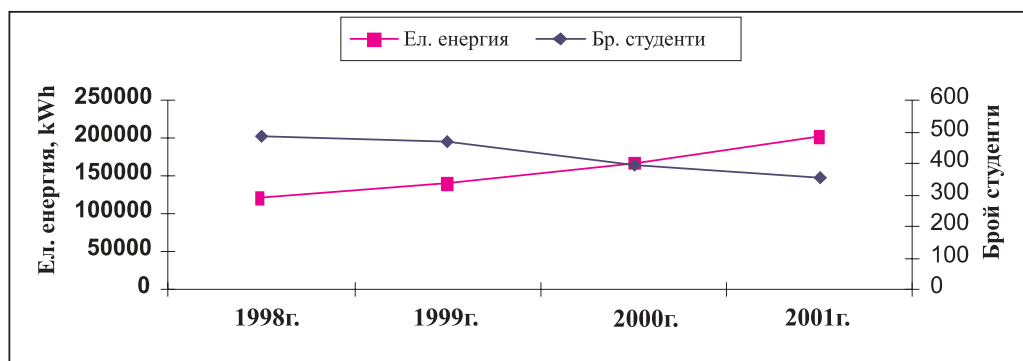
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



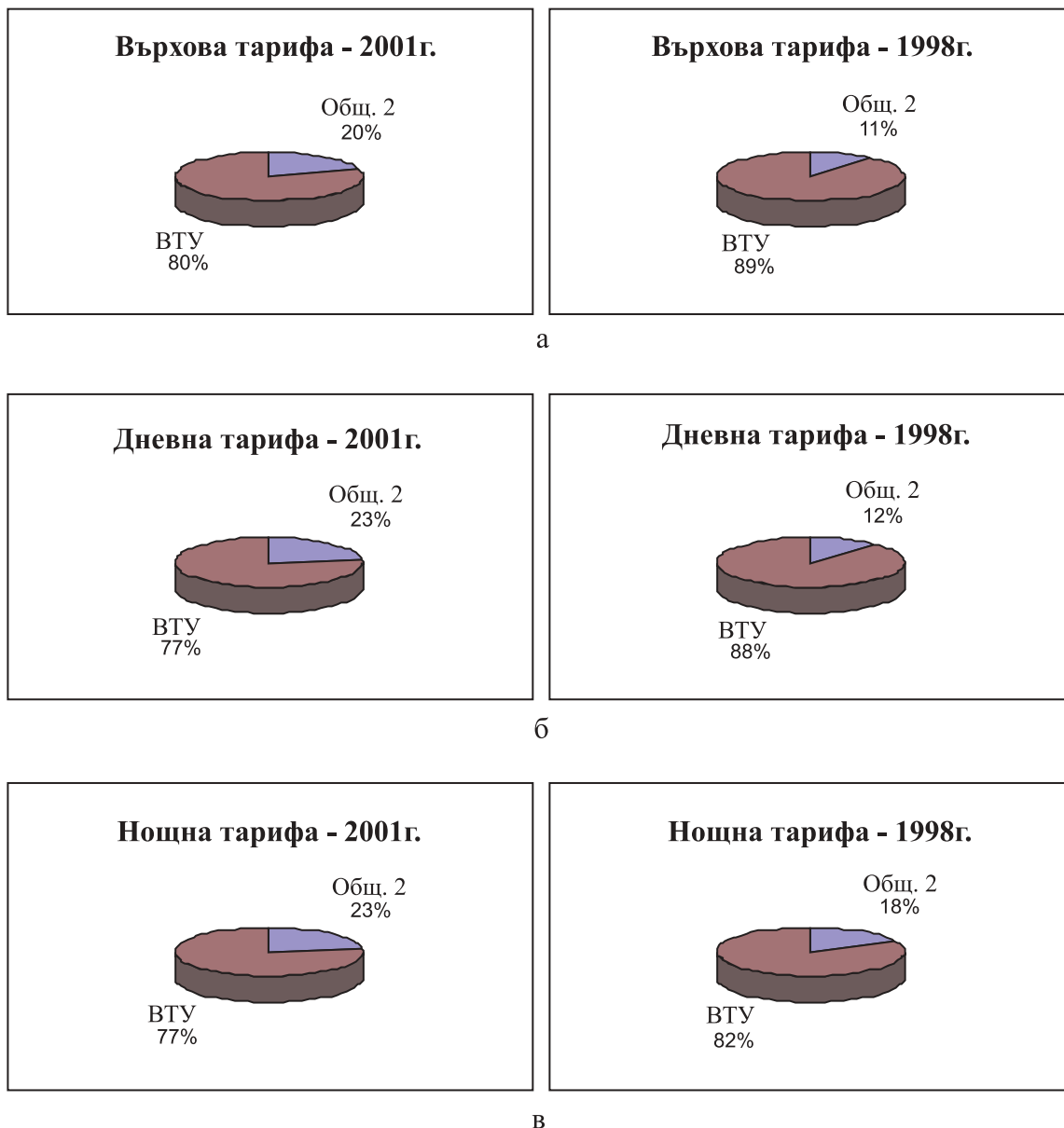
Фиг. 6



Година		1998		1999		2000		2001	
Консуматор		Общ. 2	ВТУ	Общ. 2	ВТУ	Общ. 2	ВТУ	Общ. 2	ВТУ
Месец	Тарифа	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
януари	Върхова	3240	30370	4400	30700	4000	24000	5960	24870
	Дневна	4740	42070	6260	47750	6000	36000	8840	35080
	Нощна	3250	18470	4090	21590	5000	17500	7340	25670
	<b>Общо</b>	<b>11230</b>	<b>90910</b>	<b>14750</b>	<b>100040</b>	<b>15000</b>	<b>77500</b>	<b>22140</b>	<b>85620</b>
февруари	Върхова	3460	34080	3870	27950	3000	21500	6040	25060
	Дневна	4930	46490	5510	43550	5000	33000	8750	34230
	Нощна	3650	23080	3900	21570	4000	15000	7350	25220
	<b>Общо</b>	<b>12040</b>	<b>103650</b>	<b>13280</b>	<b>93070</b>	<b>12000</b>	<b>69500</b>	<b>22140</b>	<b>84510</b>
март	Върхова	2710	28210	3650	26420	7000	31000	1500	24630
	Дневна	4010	39200	5250	41630	8000	43000	2310	33660
	Нощна	2870	18220	3870	20120	6000	26000	1710	24490
	<b>Общо</b>	<b>9590</b>	<b>85630</b>	<b>12770</b>	<b>88170</b>	<b>21000</b>	<b>100000</b>	<b>5520</b>	<b>82780</b>
април	Върхова	2670	27990	3330	27980	3000	20400	4000	21500
	Дневна	3730	32630	4900	34790	5000	24600	6000	26800
	Нощна	3090	17060	3370	17840	4000	16000	4000	18700
	<b>Общо</b>	<b>9490</b>	<b>77680</b>	<b>11600</b>	<b>80610</b>	<b>12000</b>	<b>61000</b>	<b>14000</b>	<b>67000</b>
май	Върхова	1880	21760	2450	20520	2500	19900	4000	19900
	Дневна	2800	24860	3900	27500	4000	25900	7000	26200
	Нощна	2340	12650	2610	14440	2700	18500	5000	17100
	<b>Общо</b>	<b>7020</b>	<b>59270</b>	<b>8960</b>	<b>62460</b>	<b>9200</b>	<b>64300</b>	<b>16000</b>	<b>63200</b>
юни	Върхова	1940	19450	2730	19510	2800	18700	4000	19800
	Дневна	2250	22820	3640	14540	4000	23500	7000	28500
	Нощна	2950	12020	2730	13600	2800	17000	5000	21900
	<b>Общо</b>	<b>7140</b>	<b>54290</b>	<b>9100</b>	<b>47650</b>	<b>9600</b>	<b>59200</b>	<b>16000</b>	<b>70200</b>
юли	Върхова	1850	20980	3270	24990	3250	12700	2710	15000
	Дневна	3720	30080	4360	27960	4500	18000	5070	26000
	Нощна	2430	15540	3270	16490	3300	15000	3620	17700
	<b>Общо</b>	<b>8000</b>	<b>66600</b>	<b>10900</b>	<b>69440</b>	<b>11050</b>	<b>45700</b>	<b>11400</b>	<b>58700</b>
август	Върхова	2650	17020	2000	11000	2600	12800	3000	12000
	Дневна	2630	20170	4000	23800	3000	15860	3000	12000
	Нощна	2020	11710	3000	15910	2700	15040	3000	16100
	<b>Общо</b>	<b>7300</b>	<b>48900</b>	<b>9000</b>	<b>50710</b>	<b>8300</b>	<b>43700</b>	<b>9000</b>	<b>40100</b>
септември	Върхова	2520	21590	2000	20000	2100	12410	1950	15410
	Дневна	3790	26020	3000	23700	3000	15800	3630	19400
	Нощна	2710	18870	2000	13500	2100	12310	3020	18440
	<b>Общо</b>	<b>9020</b>	<b>66480</b>	<b>7000</b>	<b>57200</b>	<b>7200</b>	<b>40520</b>	<b>8600</b>	<b>53250</b>
октомври	Върхова	3610	35790	3000	23000	5520	27590	6050	28190
	Дневна	5480	41790	4600	29000	8580	34340	9370	36800
	Нощна	3750	20080	3000	15000	5200	19650	5980	24560
	<b>Общо</b>	<b>12840</b>	<b>97660</b>	<b>10600</b>	<b>67000</b>	<b>19300</b>	<b>81580</b>	<b>21400</b>	<b>89550</b>
ноември	Върхова	4230	33480	4000	28000	7000	31500	6000	30300
	Дневна	6410	54390	5000	45000	10000	40000	10000	39000
	Нощна	4110	21080	4000	18500	6000	21000	7000	28000
	<b>Общо</b>	<b>14750</b>	<b>108950</b>	<b>13000</b>	<b>91500</b>	<b>23000</b>	<b>92500</b>	<b>23000</b>	<b>97300</b>
декември	Върхова	3810	31200	5000	35500	5000	19500	9000	30100
	Дневна	5880	51050	9000	50000	7000	30000	14000	50330
	Нощна	4000	23330	6000	31000	8000	31000	9000	29000
	<b>Общо</b>	<b>13690</b>	<b>105580</b>	<b>20000</b>	<b>116500</b>	<b>20000</b>	<b>80500</b>	<b>32000</b>	<b>109430</b>

ВТУ с 6,7% Разгледани по тарифни зони тези съотношения са приблизително същите (фиг. 7, а, б, в).

2. Особено съществен е ръстът на консумираната електрическа енергия през зимните месеци, като консумацията през тях нараства 1,5-



Фиг. 7

2 пъти. На фиг. 8 е направено сравнение за консумираната от общежитие № 2 електрическа енергия през месеците юни и декември 1998г. и 2001г.

Повишаването на електроенергийната ефективност е сложен и продължителен процес, свързан със съответни инвестиционни разходи и организационни мероприятия.

От технико-икономическа гледна точка снижаването на разходите за електрическа енергия може да стане по няколко основни начина:

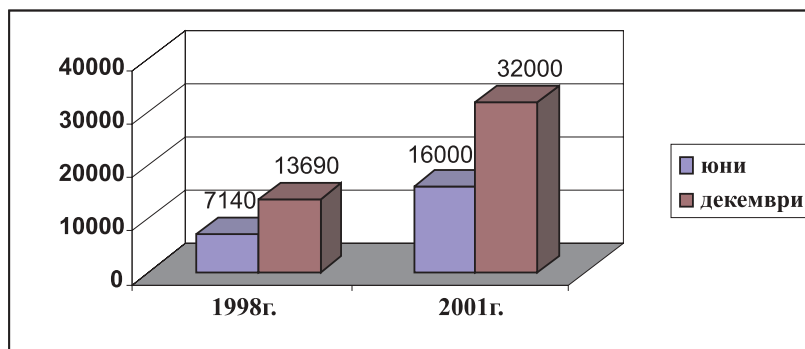
- чрез подходящ избор на начин за измерва-

не;

- чрез абсолютно снижаване на разхода на електрическа енергия.

Тук ще бъдат посочени само по-главна част от възможните мероприятия.

Съгласно действащата в момента нормативна уредба утвърдените начини за измерване на ел. енергия са измерване с три скали, с две скали и една скала (виж табл. 1). Съществуващият в момента режим на работа във ВТУ определя основната консумация на електрическа енергия (70-75%) да става в периода 7 ÷ 19 часа,



Фиг. 8

т.е. попадаща в дневната и върховата тарифни зони. Възможният начин за оптимизация е преминаване от измерване по три скали към измерване по две скали. При съществуващото обаче дялово разпределение по тарифни зони (фиг. 2 ÷ 5) това би довело до нарастване на финансовите разходи за електрическа енергия с 2 ÷ 3%. Прилагането на този метод би било оправдано ако в бъдеще се намали относителният дял на върховата енергия спрямо тази на дневната при запазване на сегашния абсолютен разход.

Вторият възможен начин за намаляване разходите за електрическа енергия е чрез снижаване на абсолютната консумация, без обаче това да води до нарушаване на учебния и технологичния процес. Това може да бъде постигнато чрез внедряване на енергоспестяващи технологии и ограничаване на възможностите за необоснован преразход на електроенергия. В този аспект на първо място е необходимо по етапно да бъдат подменени всички осветителни тела с лампи с нажежаема спирала /Л.Н.С./ в коридорите на учебните корпуси с луминисцентни осветителни тела. Последното би довело освен до намаляване на консумираната енергия за осветление и до значително подобряване на осветеността.

Както вече беше посочено в последните го-

дини значителен ръст бележи консумацията на електроенергия в общежитията на ВТУ, както в дялово отношение така и в абсолютна стойност. Там съществуват най-големи резерви за намаляване на необосновения енергиен разход, чрез ограничаване на възможностите за преразход. В този аспект е необходимо да се монтират в разпределителните ел. табла токоограничители за всяка стая, които да не позволяват включването на мощни електрически консуматори, особено през зимния период. Наред с това по време на изследването беше установено, че на много места осветителните тела в санитарните помещения на стаите светят почти без прекъсване през цялото денонощие. Целесъобразно е съществуващите влагозащитни тела с Л.Н.С. да бъдат подменени с подходящи луминисцентни такива.

Цялостната дейност по подобряване на електроенергийната ефективност във ВТУ е продължителен процес. Чрез последователно прилагане на обосновани технико-икономически мерки, за няколко години е възможно постигане на значителен икономически ефект.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Стоянов Ст.Д.и колектив, Справочник по енергетика, том 3, АВС Техника, 1997г., София.  
 [2] Статистически данни от ВТУ “Тодор Каблешков”, 1998?2001г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕКСПЕРТНИ СИСТЕМИ ЗА ИНЖЕНЕРНО ПРОЕКТИРАНЕ

Красимира Швертнер

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се разглежда изграждането на експертни системи и тяхното приложение в проектната инженерна дейност. Описани са различните аспекти на създаване и приложение на експертните системи в инженерното проектиране.*

**Ключови думи:** експертни системи, представяне на знания, експертиза

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Като задача проектирането е дейност на изграждане на концепции и детайлни инструкции, които определят производството на машини и системи. Това е неограничен зле структуриран проблем – търсене на алтернативни решения в голямо пространство от възможности. Процесът е итеративен – серий от действия и оценки, които показват прогресия от неопределени спецификации към физическо изпълнение. ЕС (експертна система) е компютърна програмна система, която вгражда знанието за дадена област на експертност и прилага това знание при решаването на дадена задача.

ЕС изпълняват процеса на проектиране като търсене през проектно абстрактно пространство чрез последователно прилагане на оператори към спецификацията на инженерната задача до удовлетворяване на целите на проектирането и на ограниченията на задачата.

ЕС позволяват на експерта да взаимодейства директно с системата за да разшири областта на проектиране с цел удовлетворяване на проектните спецификации.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕС В ИНЖЕНЕРНОТО ПРОЕКТИРАНЕ

ЕС намират успешно приложение при много задачи по инженерно проектиране. Една такава система е DOMINIC, програма за проектиране в машиностроенето. DOMINIC ефективно решава полезен клас от проблеми, които имат фиксирано, крайно множество от проектни променливи, характеризиращи решението. Частите за оценка трябва да бъдат подходящо зададени и целите на проектирането трябва да бъдат изразени като желани обхвати от стойности.

ЕС DOMINIC може да бъде подходящо интегрирана със съществуващите софтуерни приложения и бази данни в машиностроенето.

#### АРХИТЕКТУРА НА ЕС DOMINIC

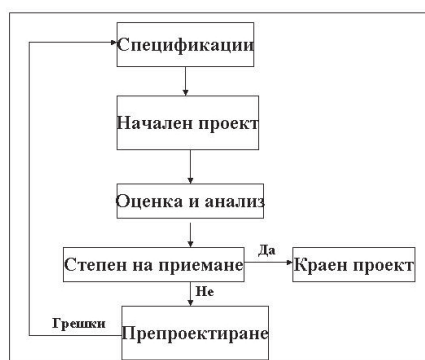
Архитектурата на DOMINIC включва следните компоненти:

- база знание (факти и правила);
- база данни (входни данни);
- машина за извод (метод за прилагане на правилата към проблема на проектиране);
- компонент за обяснение;
- потребителски интерфейс ;
- работно пространство.

DOMINIC е обобщена архитектура за изпълнение на проектиране в машиностроенето. Процесът на проектиране е характеризирани итеративно, като се оценява и променя проекта

(препроектиране) докато се срещнат ограниченията и целите на задачата. Често проектирането е препроектиране на съществуващ проект към удовлетворяване на нови изисквания или елиминиране на някои ограничения. Препроектирането е критична дейност, която насочва проекта към сходящо в една точка приемливо решение.

В DOMINIC препроектирането е изпълнено приблизително като нарастващ алгоритъм, на базата на таблица на зависимости и експертни евристики, които свързват целевите смени в проекта към желани приближавания към целите. Проектирането е итеративно подобряване, включително оценяване и препроектиране. Проектирането включва 5 модула: спецификация на проблема, начален проект, оценка, степен на приемане и препроектиране.



Модел на оценяване и препроектиране

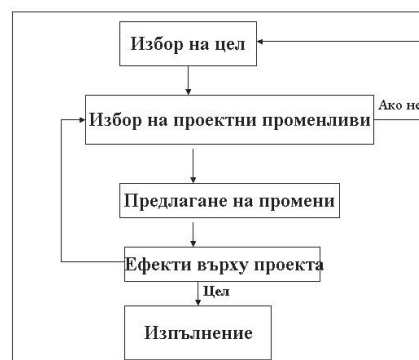
Фиг.1

Експерт в областта взаимодейства с програмата на DOMINIC за да осигури необходимите експертни знания за новия проект. Тези знания, заедно с информацията, специфична за проблема, получена от потребителя формира БЗ, необходима чрез DOMINIC да реши проблемите на новия проект. DOMINIC може да пресметне грубия начален проект, снабден с шаблони чрез експертните знания в областта. DOMINIC може също да приеме проект, осигурен от информацията на потребителя, който специфицира проекта. Проектът се анализира чрез оценяване на изпълнението на всяка от целите на заданието, като се сравняват с желаното изпълнение (определящи нива на удовлетворение) и като се комбинират за да се получи цялостна оценка на проекта. Ако тази оценка е приемлива, тогава процеса на проектиране е завършен. В останалите случаи проекта се препроектира докато стане приемлив проект.

## ПРЕПРОЕКТИРАНЕ

Модулът на препроектиране определя коя проектна променлива да се смени и колко много да се смени. Препроектирането се изпълнява в 4 стъпки. Програмата първо избира целта за насочване. Целите са подредени относно приоритети, като са специфицирани от потребителя и е необходимо внимателно насочване, като се определя през фазата на оценка. Първата цел в списъка е определена. Избраната цел ще бъде сменена достатъчно за да произведе подобрение в оценката на модела.

Проектната променлива е избрана да произведе смяната в целта. Програмата използва евристични знания, осигурени от експерта за това, коя проектна променлива да се смени първо за да произведе смяната в определената цел. Тези знания рефлектират в експертната оценка на експерта, за която проектните променливи произвеждат най-много смени в целта-приемник с най-малко вреден ефект на другите проектни цели. Смените на проектната променлива са пресметнати с използване на знания за това, как проектните променливи и цели са свързани. Модулът на препроектиране цели проектна смяна, която посочва, че смяната не нарушава обхвата на ограниченията за проектната променлива и предполага нейния ефект върху целия проект, използвайки отново знанията за връзките между проектната променлива и целта. Ако всяко от тези ограничения или приемливия обхват или цялата проектна оценка са нарушени, целевата смяна трябва да бъде модифицирана да бъде с приемлив обхват. Ако проектната променлива е вече в лимита на нейния обхват, смяната се връща назад и друга проектна променлива трябва да се използва или друга цел да бъде избрана при необходимост.



Процес на препроектиране

Фиг.1

## ПРЕДСТАВЯНЕ НА ЗНАНИЯ

Областта на представяне е описана чрез параметрите на проекта, проектните променливи и цели. Параметрите на проекта са фиксирани изисквания, ограничения или спецификации (например даден обект трябва да има ширина 2.5 мм). Проектните променливи определят физическите дименсии или обекти в крайния проект. Те са параметри, които дефинират проекта и са манипулирани през процеса на препроектиране. Например действителната дължина на обекта или неговия композиционен материал са проектни променливи. Целите са параметри, които измерват качеството на проекта. Това качество може да бъде измерено, например, в термини на стойността на проекта и изпълнителното време. Така критериите са измерени с приблизителни оценки, които връщат оценката на проектното качество за определен критерий. Тези качествени оценки, които ръководят препроектния процес, са комбинирани за да произведат оценка на цялостното изпълнение на проекта.

Модулът на препроектирането изследва евристични и числови знания за проектни променливи с цел предлагане смени на проекта. Евристичните знания ръководят кои проектни променливи да се сменят. Като се използват евристични знания за това, какви променливи да се сменят се редуцира броят на разглежданите променливи и програмата прави бързо желаните смени. Експертът изброява за всяка цел съответните проектни променливи в реда, в които те трябва да се опитат да сменят тази цел. Тези знания се съхраняват в подреден списък за всяка цел. Таблицата на зависимост е масив от числови релации (наречена зависимости) между проектните променливи и целите. Зависимостите свързват проектните променливи и цели, така че проектната оценка чрез целите да произвежда ефект чрез смяна на проектните променливи. Модулът на препроектиране използва зависимостите за да определя колко много да се сменят проектните променливи за да произведат желаните смени в целите и да предположат ефекта на предложена смяна на проектни променливи с необходимост да започне стойностен анализ.

За да започне проектиране, зависимостите са приблизително указани от експерта. DOMINIC решава проблема като зависимостите са сметнати емперично от смените на проекта. Зависимостите са логаритмични отклонения от вида:

$$Y_{new}/Y_{old} = |X_{new}/X_{old}|^D \quad (1)$$

където  $Y_{new}$  е стойността на желаната цел,  $Y_{old}$  е стойността на бъдещата цел,  $X_{old}$  е стойността на текущата проектна променлива и  $X_{new}$  е стойността на проектната променлива, необходима да произведе стойността на желаната цел и  $D$  е зависимостта, свързваща целта и проектната променлива. Изискваната смяна на проектната променлива  $X_{new}$  е пресметната от това дадено равенство, дадените желана и текуща стойности на цели, текуща стойност на проектна променлива и връзката цел/проектна променлива.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРЕПРОЕКТИРАНЕ

Проектът на DOMINIC е мотивиран от интереси, включващи общо придвиждане, интегриране на различни типове знания, придвиждане ефектите на смените и стартирането на частите на стойностния анализ и структуриране на знанията за определен проблем. В DOMINIC знанията за предметната област са отделени от механизма за извод на проекта. Чрез въвеждане на съответна БЗ DOMINIC може да реши различни проектни проблеми в различни области. Това не предполага, че DOMINIC може да реши всеки проблем. DOMINIC е проектиран да обхване специално клас от проектни проблеми на машинното инженерно проектиране и много знания на инженерното проектиране са включени в механизма на извод.

DOMINIC е хибридна система от евристични и числови методи. Смените на проекта са избрани чрез по-подходящия от двата метода: евристичният метод избира какво да се смени, а числовите зависимости избират степента на смяна. Понеже пространството на проектиране е комплексно, неговото търсене е добре ограничено чрез двата вида знания.

Частите на анализа оценяват ефекта от смените на проекта. Често частите на инженерния анализ могат да бъдат много полезни, но изискват време. Докато таблицата на зависимостите ограничава релациите между проектните променливи и цели, при ефекта от предлаганите смени може да бъде предвидена разумна сигурност и точност с извикване на частта на анализ докато смяната на проекта е актуално направена. Тези предикати осигуряват, че смените на проекта са определени и не са такива, че да създават проект с ниско качество.

Главната цел в развитието на DOMINIC е да се демонстрира обща архитектура да решаване на проблеми на инженерното проектиране в машиностроенето. Системата е тествана в различни области: стандартни V-раменни системи за движение и алуминиеви бутала, като резултатите и в двете проектни области са много добри. DOMINIC е разработена на FORTRAN и LISP.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

ЕС са компютърно базирани системи, които представят знания и ги правят достъпни за потребителите в подходяща форма за решаването на специфични проблеми. ЕС намират голямо приложение в индустрията за целите на инженерното проектиране, повреди в технически системи, асемблиране на технически системи и други.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Harmon Paul, David King, Expert Systems: Artificial Intelligence in Business, New York; John Wiley&Sons, 1985  
[2] Harmon Paul, Rex Maks and William

Morrissey, Eexpert System Tools and Applications, New York; John Wiley&Sons, 1988

[3] Kamel, Magdi N. A Prototype Rule Based Front End Expert System for Integrity Enforcement in Relational Data Bases, Expert Systems with Applications: An International Journal 8(1), 1995

[4] Laffey, T.J., Perkins, W. A., and Firschein, O. LES: a model-based expert system for electronic maintenance. Proceedings of the Joint Services Workshop on AI in Maintenance, October 4-6, 1984, pp.1-17.

[5] Patterson D.W., Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems, Englewood Cliffs, N.J., Printice Hall, 1990

[6] Richter D., Grabowski H. Engineering Information in Data Bases and Knowledge Based Systems, Techno- Data'90, Akademie-Verlag, Berlin, December, 1990

[7] Turban E., Expert Systems and Artificial intelligence, New York, N.Y., Macmillan, 1992

[8]Watkins P., L. Eliot, eds, Expert Systems for Business and Management, Englewood cliffs, New York; Prentice-Hall, 1991

[9] Wright, J.R, Vesonder, Gregg T, Expert Systems in Telecommunications, Expert Systems with Applications(2), pp (127-136), 1990





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛ НА СКЛАДОВО СТОПАНСТВО

Сергей Недев, Викенти Спасов, Емил Йончев

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада е описан математически модел на склад, с който може да се изследва натоварването на склада, средния престой на транспортните средства, на отделните стоки в склада, натовареността на вътрешно-складовите транспортни средства и др.*

**Ключови думи:** складове, математическо моделиране, обобщени мрежи

В доклада се предлага имитационен модел на складово стопанство, изграден на базата на Обобщени мрежи (ОМ), предложени като теория през 1981г. от К. Атанасов. ОМ представляват развитие на създадените за целите на моделирането още през 1962г. мрежи на Петри и техните следващи модификации. При ОМ към графичната структура, динамичните елементи и времевата компонента е добавена и нова - характеристика на ядрата. Характеризиращата функция на ОМ съществено спомага за разширяване на моделиращите възможности на тези мрежи.

Предлаганият модел е на склад от проходен тип за съхранение на палетизирани товари [3]. Условно е прието, че в склада могат да бъдат съхранявани максимално 900 палети. Складът има две рампи за товарене и две за разтоварване. Обслужва се от четири броя електрокари. Не съществуват никакви пречки тези параметри да бъдат променяни с оглед адаптиране на модела към конкретни съществуващи (или проектирани) складове.

Структурата на предлагания математически модел е показана на фиг.1.

Всяко ядро на модела има следната начална характеристика:

$$\langle V, C, D, E, F, G, T_a \rangle$$

където параметрите  $V, C, D, E, F, G, T_a$  са естествени числа, а параметрите  $V$  и  $G$  са списъци.

Списъкът  $V$  се състои от десет естествени

числа,  $b_i, i \in [1, 10]$ .

Параметърът  $C$  е признак за вида на ядрото  $C \in [1, 3]$ . В мрежата има три вида ядра – представящи автомобилите, които идват за товарене или за разтоварване ( $C=1$ ); палетите, съхранявани в склада ( $C=2$ ) и електрокарите ( $C=3$ ).

Параметърът  $D$  е идентификационен признак на електрокарите. За всяко едно ядро – електрокар  $D$  има уникална стойност от 1 до 4. При ядрата-палети този параметър има стойност от 0 до 4, а при ядрата-автомобили стойността на  $D$  винаги е нула.

Параметърът  $E$  е признак за разклонение при прехода  $Z_5$ . Използва се само от ядрата- електрокари.

Параметърът  $F$  е признак за преминаване на ядро-електрокар или ядро-палета през позиции  $I_3$  ( $F=1$ ),  $I_4$  ( $F=2$ ),  $I_{913}$  ( $F=3$ ),  $I_{914}$  ( $F=4$ ).

Списъкът  $G$  се използва за разклонение на ядрата-електрокари и при прехода  $Z_3$ . Това е списък от четири естествени числа, всяко от които може да бъде 0 или 1. Първото ( $g_1$ ) съответства на позиция  $I_3$ , второто ( $g_2$ ) – на позиция  $I_4$ , третото ( $g_3$ ) – на позиция  $I_{913}$ , четвъртото ( $g_4$ ) – на позиция  $I_{914}$ . Стойностите на елементите на този списък се определят от характеризиранията функция на позиция  $I_{922}$ .

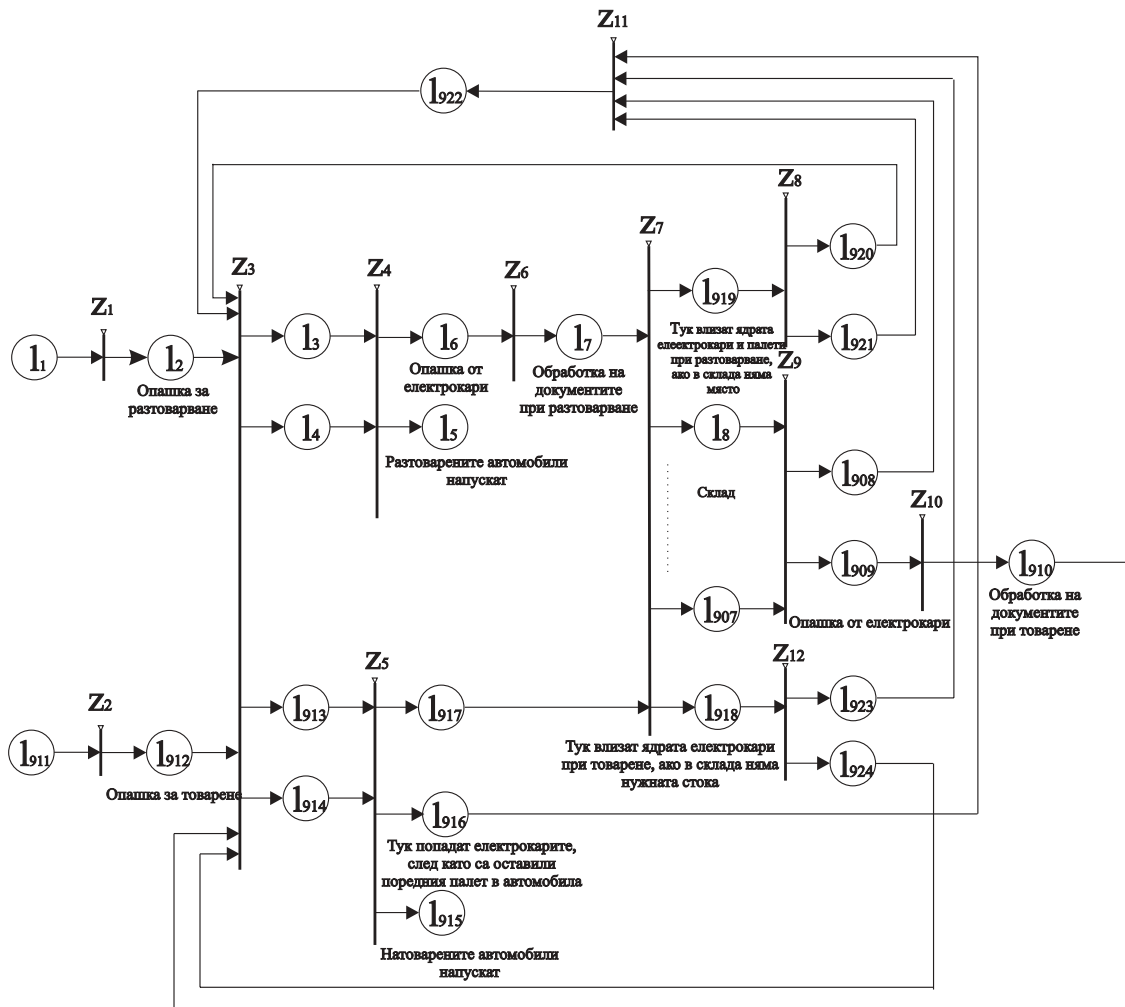
Параметърът  $T_a$  отразява времетраенето на различните процеси при обработката на товари-те.

Първоначално в предлагания модел са раз-

Инж. Сергей Недев – гл. асистент д-р, ТУ София

Инж. Емил Йончев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”

Инж. Викенти Спасов – доц. д-р, ВТУ “Т. Каблешков”



Фиг. 1

положени задължително само четири ядра в позиция  $I_{922}$  със следната характеристика:

$$b_i=0, i \in [1,10]; C=3; D=k \in [1,4]; E=0; F=0; g_i=0, j \in [1,4]; T_a=0$$

Би могло също така първоначално да има определен брой ядра с признак  $C=2$ , разположени в позиции  $I_8 \div I_{907}$ , което ще означава, че моделирането започва при наличието на определен брой палети в склада. Това обаче не е задължително.

Позициите на разглеждания модел  $I_1$  и асоциираните към тях характеризиращи функции  $\Psi_i$  имат следния смисъл:

$I_1$  – по зададен закон за разпределение в тази позиция се генерират ядра с  $C=1$ . Те символизират пристигащите за разтоварване автомобили. По случаен закон за всяко ядро се генерира броят стоки, които докарва автомобила и колко палета ( $b_i$ ) са от всяка стока. Сумата от всички палети не може да надвишава едно случайно число  $X$ , като  $X \in [1,100]$  за различните видове

автомобили. Освен това не може да има празен автомобил, т. е. в него трябва да има поне един палет. Следователно генерираните в тази позиция ядра-автомобили имат следната характеристика:

$$\langle (b_1, b_2, \dots, b_{10}), 1, 0, 0, 0, (0, 0, 0, 0), 0 \rangle$$

$I_2$  – символизира опашката от автомобили, чакащи да се освободи рампа за разтоварване. Автомобилите се подреждат според времето си на престой в тази позиция.

$\Psi_2$  – задава като характеристика на ядрата времето на техния престой в позиция  $I_2$ .

$I_i$  – символизира рампите за разтоварване ( $i=3,4$ ): Тук от позиция  $I_2$  влизат ядрата автомобили ( $C=1$ ), а от позиция  $I_{922}$  – ядрата електрокари ( $C=3$ ). Във всеки един момент от времето в тази позиция може да има не повече от едно ядро с признак  $C=1$ .

Щом в позиция  $I_1$  попадне ядро-автомобил от позиция  $I_2$ , в нея се генерират  $X$  ядра с  $C=2$  (ядра-палети), като техните  $b_i$  характеристики се

определят на базата на същите на ядрото автомобил. От всички  $b_i$  характеристики на дадено ядро-палет само една е със стойност 1. Всички останали имат стойност нула. Броят на ядрата-палети с  $b_i=1$  е равен на стойността на  $b_i$  в характеристиката на ядрото-автомобил, намиращо се в позиция  $I_i$  ( $i=3,4$ ). Генерираните в тази позиция ядра-палети имат следната характеристика:

$$\langle b_1, b_2, \dots, b_{10}, 2, 0, 0, 0, (0, 0, 0, 0), 0 \rangle$$

$\Psi_i$  - установява признака  $F$  в нужната стойност за ядрата-палети и ядрата-електрокари ( $i=3,4$ ). При  $i=3 \Rightarrow F=1$ , а при  $i=4 \Rightarrow F=2$ . Това е необходимо за да могат ядрата-палети да се върнат в същата позиция, където са били генерирани, ако се окаже, че в склада няма място. За ядрата-електрокари този признак служи за разклонение при преход  $Z_9$ .

При попадане на ядро-електрокар в позиция  $I_i$  ( $i=3,4$ ), характеризиращата функция  $\psi_i$  ( $i=3,4$ ) присвоява на едно от намиращите се в тази позиция ядро-палети стойността на идентификационния признак  $D$  на ядрото-електрокар.

Ядрото-палет се избира по случаен закон от всичките такива, намиращи се в позиция  $I_i$  ( $i=3,4$ ) и имащи признак  $D=0$ . Характеризиращата функция нулира също така всички елементи ( $g_i$ ) на списъла  $G$  на ядрата - електрокари.

$I_5$  - тук преминават разтоварените вече автомобили (ядра с  $C=1$ ) от позиции  $I_3$  и  $I_4$ . Те ще преминават в  $I_5$  когато в позиции  $I_i$  ( $i=3, 4$ ) свършат ядрата-палети (ядра с  $C=2$ ). Преминалите в позиции  $I_5$  ядра напускат мрежата.

$I_6$  - след като в позиция  $I_i$  ( $i=3, 4$ ) попадне ядро с  $C=3$ , то веднага преминава в позиция  $I_6$  заедно със съответното му ядро с  $C=2$  ( признак  $D$  на двете ядра има една и съща стойност). Тази позиция символизира опашката от електрокари чакащи обработката на документите на палета, преди той да бъде поставен в склада.

$\Psi_6$  - задава като характеристика на ядрата времето на техния престой в позиция  $I_6$ .

$I_7$  - символизира мястото, където се обработват документите на разтоварените палети. Тук идват ядра с  $C=3$  от  $I_6$ . Преминаването става според максималното време на престой на тези ядра в  $I_6$  и когато позиция  $I_7$  е празна. Заедно с ядрото- електрокар преминава и съответното му ядро - палет.

$\Psi_7$  - задава като характеристика на ядрата  $T_\alpha + t_1$ , където  $t_1 = N_{sec}$ . Параметърът  $N_{sec}$  може да бъде константа или число, формирано по определен случаен закон. Времето  $t_1$  е равно на вре-

мето за обработка на документите на палета и времето за придвижване на електрокара до клетката в склада и обратно до автомобила.

$I_i$  - тази позиция символизира мястото, на което се съхранява един палет в склада ( $i=8, 9, \dots, 907$ ). За да премине в тази позиция ядро с  $C=3$  от позиция  $I_7$ , съответната позиция  $I_i$  трябва да е празна. Заедно с това ядро преминава и съответното му ядро с  $C=2$ .

При товарене електрокарите взимат ядрата - палети от склада по съвпадение на съответната характеристика  $b_i$ . При наличието на няколко ядра-палети със съвпадаща характеристика  $b_i$  в позиции  $I_8 - I_{907}$  се взема това с най голям престой. По този начин се отчита срока на годност на стоката.

$\Psi_i$  - задава като характеристика на ядрата - палети ( $C=2$ ) времето на техния престой в позиция  $I_i$  ( $i=1, 2, \dots, 907$ ). Характеризиращата функция нулира признаци  $D$  на ядрата-палети, ако те са дошли от позиция  $I_7$ . При попадане в  $I_i$  на ядро-електрокар от позиция  $I_{917}$ , характеризиращата функция присвоява стойността на новия идентификационен признак  $D$  на намиращото се в позиция  $I_i$  ( $i=1, 2, \dots, 907$ ) ядро-палет.

$I_{908}$  - тук попадат ядрата-електрокари след като са оставили в склада поредното разтоварено ядро- палет.

$I_{909}$  - в тази позиция попадат ядрата- електрокари заедно със съответните им ядра-палети, взети от склада (двете ядра имат един и същи признак  $b_i$ , равен на единица). Тук те образуват опашка, чакаща обработка на документите при товарене. Позицията е аналогична на позиция  $I_6$ .

$\Psi_{909}$  - задава като характеристика на ядрата времето на техния престой в позиция  $I_{909}$ .

$I_{910}$  - символизира мястото, където се обработват документите на палетите при товарене. Позицията е аналогична на позиция  $I_7$ . В позиция  $I_{910}$  идват ядра-електрокари ( $C=3$ ) от позиция  $I_{909}$ . Преминаването става според максималното време на престой на ядрата в позиция  $I_{909}$  и когато позиция  $I_{910}$  е празна.

$\Psi_{910}$  - задава като характеристика на ядрата  $T_\alpha + t_2$ , където

$$t_2 = M_{sec}$$

Времето  $t_2$  е аналогично на времето  $t_1$ . Двете времена могат да се образуват по еднакъв или различен начин в зависимост от реалното положение на нещата в конкретен склад.

Характеризиращата функция  $\Psi_{910}$  също така присвоява на признака  $E$  на ядрата-електрока-

ри стойност 1.

$l_{911}$ -аналогична е на позиция  $l_1$ , само че тук по зададен закон на разпределение се генерират ядра с  $C=1$ , които символизират пристигащите за товарене автомобили. Генерираните ядра имат същата характеристика като тези, генерирани в позиция  $l_1$ . Тук признаците  $b_i$  показват количеството палети от даден вид стока, които е необходимо да бъдат натоварени.

$l_{912}$ -аналогична на позиция  $l_2$ . Опашка за товарене. Автомобилите се подреждат според времето си на престой в тази позиция.

$\Psi_{912}$ -задава като характеристика на ядрата времето на техния престой в позиция  $l_{912}$ .

$l_i$  - символизира рамките за товарене ( $i=913, 914$ ). Тези две позиции са аналогични на позиции  $l_3$  и  $l_4$ . Тук от позиция  $l_{912}$  влизат автомобилите за товарене (ядра с  $C=1$ ), от позиция  $l_{922}$  - празните електрокари (ядра с  $C=3$ ), а от позиция  $l_{910}$  - пълните електрокари (ядра с  $C=3$  и съответните им ядра с  $C=2$ ).

$\Psi_i$  - установява признака  $F$  в нужната стойност задължително за ядрата-електрокари ( $i=913, 914$ ). При  $i=913 \Rightarrow F=3$ , а при  $i=914 \Rightarrow F=4$ . Това е необходимо за да могат ядрата-електрокари, след като вземат палет от склада, да се върнат заедно с него при съответния автомобил. За ядрата-палети и ядрата-автомобили този признак в тези позиции е без значение. Същият признак  $F$  се използва и за разклонение на ядрата-електрокари при преход  $Z_9$ .

Характеризиращата функция  $\Psi_i$  нулира признак  $D$  на попадащите в позиция  $l_i$  ядра-палети.

Характеризиращата функция  $\Psi_i$  нулира и всички елементи ( $g_k$ ) на списъка  $G$  на ядрата - електрокари, намиращи се в позиция  $l_i$  ( $i=913, 914$ ).

Ако в позиция  $l_i$  ( $i=913, 914$ ) попадне ядро с  $C=2$  и  $E=0$ , стойността на един от елементите на списък  $B$  на ядрото-автомобил, намиращо се в  $l_i$ , който има стойност по-голяма от нула, се намалява от характеризиращата функция  $\Psi_i$  с 1. Същият елемент от списък  $B$ , този чийто стойност ще се намали с 1, се избира по случаен закон между тях.

Ако в позиция  $l_i$  ( $i=913, 914$ ) попадне служебно ядро ( $C=4$ ), характеризиращата функция  $\Psi_i$  увеличава с 1 стойността на този елемент от списък  $B$  на намиращото се в  $l_i$  ядро-автомобил, чийто съответен елемент  $b_i$  в списък  $B$  на служебното ядро има стойност единица. След тази операция елементите на списък  $B$  на служебното ядро се нулират.

$l_{915}$  - тук преминават вече натоварените автомобили. Заедно с ядрото-автомобил преминават и всички ядра-палети и служебни ядра от съответната позиция  $l_{913}, l_{914}$ . Преминалите в позиция  $l_{915}$  ядра напускат мрежата.

$l_{916}$  - тук попадат ядрата-електрокари след като са оставили поредния палет в автомобила. (Това са ядрата с  $C=3$  и  $E=1$ ).

$\Psi_{916}$  - характеризиращата функция нулира признаците  $E$  и  $F$ . Също така се нулират и всички елементи  $b_i$  на списъка  $B$ .

$l_{917}$  - тук попадат ядрата-електрокари, отиващи в склада за доставка на поредния палет към съответния автомобил. Това са ядра с  $C=3$  и  $E=0$ .

$l_{918}$  - тук влизат ядрата-електрокари при товарене, ако в склада липсва нужната стока. Когато в позиция  $l_{918}$  попадне ядро-електрокар ( $C=3$ ), в нея се генерира служебното ядро, за което  $C=4$ . Характеристиките  $B$  и  $F$  на служебното ядро имат същите стойности, като тези на ядрата-електрокари. Останалите характеристики на служебното ядро имат нулеви стойности.

$l_{919}$  - тук влизат ядрата-електрокари и ядрата-палети при разтоварване, ако в склада няма свободно места.

$l_{920}$  - тук от позиция  $l_{919}$  влизат ядрата-палети.

$l_{921}$  - тук от позиция  $l_{919}$  влизат ядрата-електрокари.

$\Psi_{921}$  - характеризиращата функция нулира признака  $F$  на ядрата.

$l_{922}$  - тук се събират ядрата-електрокари ( $C=3$ ) след приключване на поредната операция товарене или разтоварване.

$\Psi_{922}$  - характеризиращата функция нулира  $T_a$ . Същата функция определя значенията на елементите  $g_k$  на списък  $G$  преди всяко активиране на преход  $Z_3$  по следния начин:

$g_1=1 \rightarrow$  "Ако в позиция  $l_3$  има ядро с  $C=1$ " & "В позиция  $l_{922}$  броят на ядрата с  $g_1=1$  е по-малък от броя на ядрата с  $C=2$  и  $D=0$  в позиция  $l_3$ " & "Поне една от позициите  $l_8 \div l_{907}$  е празна".

$g_2=2 \rightarrow$  "Ако в позиция  $l_4$  има ядро с  $C=1$ " & "В позиция  $l_{922}$  броят на ядрата с  $g_2=1$  е по-малък от броя на ядрата с  $C=2$  и  $D=0$  в позиция  $l_4$ " & "Поне една от позициите  $l_8 \div l_{907}$  е празна".

$g_3=1 \rightarrow$  "Ако в позиция  $l_{913}$  има ядро с  $C=1$ " & "В позиция  $l_{922}$  броят на ядрата с  $g_3=1$  е по-

малък от  $X = \sum_{i=1}^{10} b_i$ , където  $b_i$  са елементите на списък  $B$  на ядрото с  $C=1$ , намиращо се в позиция  $l_{913}$ " & "В склада има поне един палет от нужните за товарене".

$g_4=1 \rightarrow$  "Ако в позиция  $l_{914}$  има ядро с  $C=1$ " & "В позиция  $l_{922}$  броят на ядрата с  $g_4=1$  е по-

малък от  $X = \sum_{i=1}^{10} b_i$ , където  $b_i$  са елементите на списък В на ядрото с  $C=1$ , намиращо се в позиция  $l_{914}$ " & "В склада има поне един палет от нужните за товарене".

В противен случай  $g_k$  ( $k=1,2,3,4$ ) е равен на нула.

$l_{923}$  - тук от позиция  $l_{918}$  влизат ядрата електрокари.

$\Psi_{923}$  - характеризиращата функция нулира признака F и всички елементи

$l_{924}$  - тук от позиция  $l_{918}$  влизат служебните ядра. За някои позиции на описания модел не са дефинирани характеризиращи функции  $\Psi_i$ . Това е така, защото в тези позиции характеристиките на ядрата не се променят.

Капацитетът на позиция  $l_7$  е равен на две ядра (едно ядро-електрокар и едно ядро-палет). По този начин се решава проблема с еднаквото време на престой на две или повече ядра-електрокари, попаднали едновременно в позиция  $l_6$  от позиции  $l_3$  и  $l_4$ . Поради подобни съображения капацитетът на позиция  $l_{910}$  също е две. Всички останали позиции на ОМ имат безкрайно голям капацитет.

Формално преходите на ОМ от фиг.1 имат описания по-долу вид:

$$Z_1 = \langle \{l_1\}, \{l_2\}, r1 \rangle$$

където  $l_1$  е входна позиция за  $Z_1$ , а  $l_2$  - неговата изходна позиция. Условието  $r1$  съдържа единствено предиката  $W_{1,2}$  задаващ условието за преход на ядра от  $l_1$  към  $l_2$ , който в случая има вида:

$$W_{1,2} = \text{True}$$

т.е всяко ядро попаднало в позиция  $l_1$  ще премине в позиция  $l_2$ .

$$Z_2 = \langle \{l_{911}\}, \{l_{912}\}, r2 \rangle$$

където  $r_2$  съдържа предиката  $W_{911,912} = \text{True}$

$$Z3 = \langle \{l_2, l_{910}, l_{912}, l_{920}, l_{922}, l_{924}\}, \{l_3, l_4, l_{913}, l_{914}\}, r3 \rangle$$

където условието  $r3$  съдържа следните предикати:

$W_{2,3} =$  "В  $l_3$  няма ядро с  $C=1$ " & "В  $l_2$  няма друго ядро с по-голямо време на престой в тази позиция"

$W_{2,4} =$  "В  $l_3$  няма ядро с  $C=1$ " & "В  $l_4$  няма ядро с  $C=1$ " & "В  $l_2$  няма друго ядро с по-голямо време на престой в тази позиция"

$$W_{2,913} = W_{2,914} = \text{False} = W_{910,3} = W_{910,4}$$

$W_{910,913} =$  "( $C=3$  &  $F=3$  &  $T \geq T_\alpha + t_2$ )" V "( $C=2$  & През текущия период на активиране

на преход  $Z_3$  от позиция  $l_{910}$  в позиция  $l_{913}$  е преминало ядро с  $C=3$ )"

$W_{910,914} =$  "( $C=3$  &  $F=4$  &  $T \geq T_\alpha + t_2$ )" V "( $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_3$  от позиция  $l_{910}$  в позиция  $l_{914}$  е преминало ядро с  $C=3$ )"

$$W_{912,3} = W_{912,4} = \text{False}$$

$W_{912,913} =$  "В  $l_{913}$  няма друго ядро с  $C=1$ " & "В  $l_{912}$  няма друго ядро с по-голямо време на престой в тази позиция"

$W_{912,914} =$  "В  $l_{914}$  няма друго ядро с  $C=1$ " & "В  $l_{913}$  има ядро с  $C=1$ " & "В  $l_{912}$  няма друго ядро с по-голямо време на престой в тази позиция"

$$W_{920,3} = "F=1" \quad W_{920,4} = "F=2"$$

$$W_{912,3} = W_{912,4} = \text{False}$$

Предикатът  $W_{922,i}$ , където  $i=3,4,913,914$  има следният вид:

$W_{922,i} =$  "Ядрото преминава с равна вероятност в една от позициите  $l_j$  ( $j=3,4,913,914$ ), за които съответния признак  $g_k$  ( $k=1, 2, 3, 4$ ) на ядрото  $\alpha$  е равен на 1"

$$W_{924,3} = W_{924,4} = \text{False}$$

$$W_{924,913} = "F=3" \quad W_{924,914} = "F=4"$$

Преходът  $Z_4$  има следното описание:

$$Z_4 = \langle \{l_3, l_4\}, \{l_5, l_6\}, r_4 \rangle$$

където условието  $r_4$  съдържа следните предикати:

$W_{3,5} =$  "В позиция  $l_3$  няма ядра с  $C=2$ " & "В позиции  $l_6, l_7, l_{919}, l_{920}$  няма ядра с  $C=2$  и  $F=1$ " &  $C=1$

$W_{4,5} =$  "В позиция  $l_4$  няма ядра с  $C=2$ " & "В позиции  $l_6, l_7, l_{919}, l_{920}$  няма ядра с  $C=2$  и  $F=2$ " &  $C=1$

$W_{3,6} =$  " $C=3$ " V " $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_4$  през него е преминало ядро с  $C=3$ , имащо същата стойност на признак D"

$W_{4,6} =$  " $C=3$ " V " $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_4$  през него е преминало ядро с  $C=3$ , имащо същата стойност на признак D"

$$Z_5 = \langle \{l_{913}, l_{914}\}, \{l_{915}, l_{916}, l_{917}\}, r_5 \rangle$$

където условието  $r_5$  съдържа следните предикати:

$W_{913,915} =$  " $C=1$  &  $\sum_{i=1}^{10} b_i = 0$ " & "В позиция  $l_{917}, l_{918}$  няма ядра с  $C=3$  и  $F=3$ " & "В ОМ няма ядро с  $C=4$  и  $F=3$ " V " $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_5$  през него е преминало ядро с  $C=1$ " V " $C=4$ "

$W_{914,915} = \text{“}C=1 \ \& \ \sum_{i=1}^{10} b_i = 0 \text{”}$  & “В позиция  $l_{917}, l_{918}$  няма ядра с  $C=3$  и  $F=4$ ” & “В ОМ няма ядро с  $C=4$  и  $F=4$ ”  $\vee$  “ $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_5$  през него е преминало ядро с  $C=1$ ”  $\vee$  “ $C=4$ ”

$$W_{913,916} = W_{914,916} = \text{“}C=3 \ \& \ E=1 \text{”}$$

$$W_{913,917} = W_{914,917} = \text{“}C=3 \ \& \ E=0 \text{”}$$

$$Z_6 = \langle \{l_6\}, \{l_7\}, r_6 \rangle$$

където условието  $r_6$  съдържа следния предикат:

$W_{6,7} = \text{“}C=3 \ \& \ \text{В позиция } l_6 \text{ няма друго ядро с } C=3 \ \& \ \text{по-голямо време на престой там} \ \& \ \text{Позиция } l_7 \text{ е празна”}$   $\vee$  “ $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_6$  през него е преминало ядро с  $C=3$ , имащо същата стойност на признак  $D$ ”

$$Z_7 = \langle \{l_7, l_{917}\}, \{l_8, \dots, l_{907}, l_{918}, l_{919}\}, r_7 \rangle$$

където условието  $Z_7$  съдържа следните предикати:

$W_{7,i} = \text{“}C=3 \ \& \ \text{Позиция } l_i \text{ е празна”}$   $\vee$  “ $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_7$  през него е преминало ядро от  $l_{7,b}$   $l_i$  с  $C=3$ , имащо същата стойност на признак  $D$ ” (i  $\in$  [8,907])

$$W_{7,924} = \text{False}$$

$W_{7,919} = \text{“}C=3 \ \& \ \text{във всяка от позициите } l_i \text{ (i} \in$  [8,907]) има поне по едно ядро”  $\vee$  “ $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_7$  през него е преминало ядро от  $l_7$  в  $l_{919}$  с  $C=3$ , имащо същата стойност на признак  $D$ ”

$W_{917,i} = \text{“В позиция } l_i \text{ има ядро с } C=2 \ \& \ \text{съвпадаща характеристика } b_i \text{ със стойност } 1 \text{”}$  & “В останалите позиции символиращи склада, няма ядро с  $C=2$  и съвпадаща характеристика  $b_i$  със стойност 1, имащо по-голямо време на престой в склада” (i  $\in$  [8,907])

$W_{917,918} = \text{“В нито една от позициите позициите } l_i \text{ (i} \in$  [8,907]) няма ядро с  $C=2$  и съвпадаща характеристика  $b_i$  със стойност 1”

$$W_{917,919} = \text{False}$$

$$Z_8 = \langle \{l_{919}\}, \{l_{920}, l_{921}\}, r_8 \rangle$$

където условието  $r_8$  съдържа следните предикати:

$$W_{919,920} = \text{“}C=2 \text{”}$$

$$W_{919,921} = \text{“}C=3 \text{”}$$

$$Z_9 = \langle \{l_8, \dots, l_{907}\}, \{l_{908}, l_{909}\}, r_9 \rangle$$

където условието  $r_9$  съдържа следните предикати:

$W_{i,908} = \text{“}C=3 \ \& \ F=1 \text{”}$   $\vee$  “ $C=3 \ \& \ F=2$ ”, i  $\in$  [8,907]

$W_{i,908} = \text{“}C=3 \ \& \ F=3 \ \vee \ F=4 \text{”}$   $\vee$  “ $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_9$  от позиция  $l_i$  в позиция  $l_{909}$  е преминало ядро с  $C=3$ , имащо съществена характеристика  $D$ ” (i  $\in$  [8,907])

$$Z_{10} = \langle \{l_{909}\}, \{l_{910}\}, r_{10} \rangle$$

където условието  $r_{10}$  съдържа следните предикати:

$W_{909,910} = \text{“}C=3 \ \& \ \text{Позиция } l_{910} \text{ е празна} \ \& \ \text{В позиция } l_{909} \text{ няма друго ядро с } C=3 \ \& \ \text{по-голямо време на престой там”}$   $\vee$  “ $C=2$  & През текущия период на активиране на преход  $Z_{10}$  през него е преминало ядро с  $C=3$ , имащо същата стойност на признак  $D$ ”

е преминало ядро с  $C=3$ , имащо характеристика  $D$ ”  $W_{919,921} = \text{“}C=3 \text{”}$  (i  $\in$  [8,907])

$$Z_{11} = \langle \{l_{908}, l_{916}, l_{921}, l_{923}\}, \{l_{922}\}, r_{11} \rangle$$

където условието  $r_{11}$  съдържа следните предикати:

$$W_{908,922} = W_{916,922} = W_{921,922} = W_{923,922} = \text{True}$$

$$Z_{12} = \langle \{l_{918}\}, \{l_{923}, l_{924}\}, r_{12} \rangle$$

където условието  $r_{12}$  съдържа следните предикати:

$$W_{918,923} = \text{“}C=3 \text{”}$$

$$W_{918,924} = \text{“}C=4 \text{”}$$

Капацитетът на всяка от дъгите на отделните преходи е безкрайно голям. Всички преходи са от дизюнктивен тип. Разработеният математически модел може да бъде използван за изследване на следните параметри на складовото стопанство:

1. Натоварването на склада и влиянието върху този параметър на закона на разпределение на товаро-разтоварните работи
2. Среден престой на транспортните средства.
3. Средно време на престой на отделните стоки в склада.
4. Натовареност на вътрешно-складовите транспортни средства и др.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Атанасов К., Кратки бележки върху Обобщени мрежи, Автоматика, изчислителна техника и автоматизирани системи, N 3, 1985г.
- [2] Atanasov K., The Generalized Nets and Other Grafikal Means for Moddeling. AMSE Review, N 1, 1985.
- [3] Кръстев Кр., Михайлов Ал., Спасов В., Бояджиев Я., Транспортни и складово- транспортни системи, София, Техника, 1992г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МОДЕЛИРАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА НИВЕЛИРАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ

Емил Йончев, Венцислав Василев, Петър Захариев, Борис Петков

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада са описани структурните схеми на системите за автоматично наместване на железния път, монтирани на траверсоподбивни машини.*

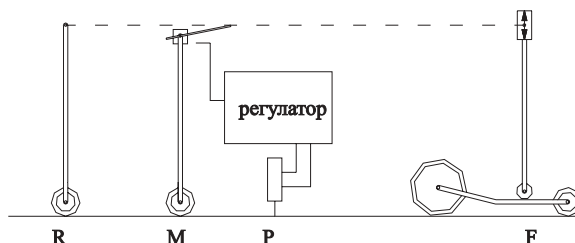
**Ключови думи:** железопътни строителни машини, системи за контрол, системи за автоматично регулиране

За онагледяване на принципа на работа на системите за автоматично наместване на железния път, както и за оценяване на тяхната точност и на техните динамични свойства са разработени модели на тези системи. За целта на всяка система се съставя структурна схема с необходимата точност в зависимост от изследвания параметър.

Използваните системи за наместване на железния път в траверсоподбивните машини (ТПМ) по своя принцип на действие са системи с обратна връзка. В зависимост от предназначението им (надлъжно нивелираща, напречно нивелираща, рукаща) използваните методи

за измерване на железния път (с подвижен и неподвижен преден край на струната); задаване на необходимата позиция и използваните изпълнителни елементи (сервоклапани, хидравлични разпределители с електро-магнитно управление, електродвигатели) се получават системи с различни структурни схеми.

Например на фиг. 1 е показана система на ТПМ за наместване на железния път в надлъжно положение с подвижен преден край на струната и сервоклапан като изпълнителен елемент. При тази система положението, в което трябва да се постави железния път се задава с повдигане на предния край на струната, а положение-



Фиг. 1

Инж. Емил Йончев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”  
 Инж. Венцислав Василев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”  
 Инж. Петър Захариев - гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”  
 Инж. Борис Петков – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”



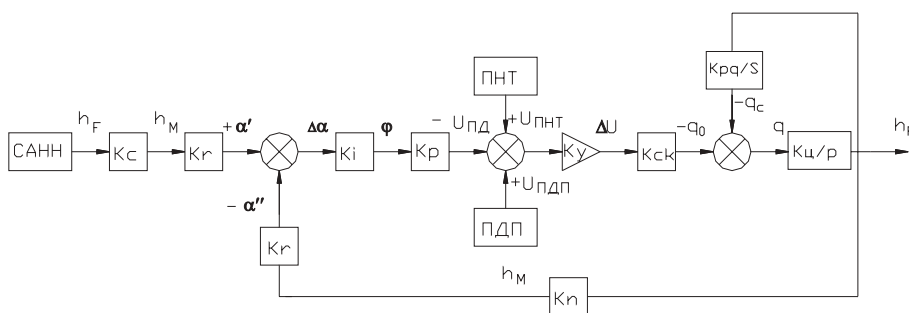
то в което трябва да се изключи работата на системата се задава с потенциометър за нулева стойност (ПНТ).

Структурна ѝ схема е показана на фиг. 2 [3]. Зададената стойност се въвежда чрез повдигане  $h_F$  на предния край на струната от системата за автоматично напречно нивелиране (СААН). При средната мерителна тележка тази стойност се редуцира на  $h_M$  с коефициент на пропорционалност  $K_C$  зависещ от разстоянията между вертикалните щанги на нивелиращата система. Пропорционално на преместването  $h_M$  се променя положението на рамото на механичния преобразовател от  $\alpha'$  на  $\alpha''$  [2] (фиг.3).

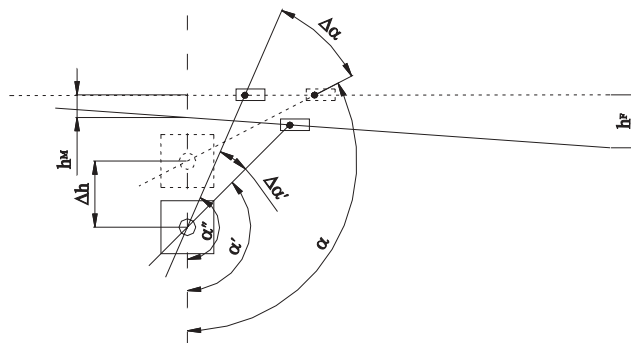
на датчика на ъгъл  $\alpha$  (таково при което системата спира повдигането), а с втория се задава напрежение за евентуални корекции на повдигането. Сумарното напрежение се усилва  $K_U$  пъти от електронния усилвател и се подава на сервоклапана. С повдигането на железния път сумарното напрежение  $\Delta U$  намалява, като при достигане на зададеното положение то става равно на нула.

$$\Delta U = U_{\text{пд}} - (U_{\text{пнт}} + U_{\text{пдп}})$$

Токът през електромагнита на сервоклапана също ще бъде нула и плунжерът му ще заеме средно положение, при което проходните сече-



Фиг. 2



Фиг. 3

Коефициентът  $K_p$  на пропорционалност при това завъртане се определя от размерите на рамото на преобразователя.

С цел да се увеличи чувствителността на системата между рамото на преобразователя и потенциометъра е въведена предавка реализираща коефициент на пропорционалност  $K_i$ . Потенциометърът преобразува завъртането с коефициент  $K_p$  в напрежение  $U_{\text{пд}}$ . От това напрежение се изважда напрежението зададено с ПНТ и потенциометъра за допълнително повдигане ПДП. Чрез първия се задава напрежение, съответстващо на зъвъртане на рамото

ния към цилиндъра се затварят. Буталото и съответно железния път спират в желаното положение.

При пренебрегване на динамичните характеристики на сервоклапана [1], свиваемостта на течността в цилиндъра и масата на повдигания участък от пътя, сервоклапана може да се разглежда като пропорционално звено. Повдигането на пътя създава съпротивителна сила  $F_c$ , чието действие се изразява в създаване на пад на налягането в хидравличния цилиндър

$\Delta p = F_c/S$ , който намалява пада на налягане  $p_0$  в сервоклапана. Заедно с това се намалява дебита  $q$  постъпващ в хидроцилиндъра:

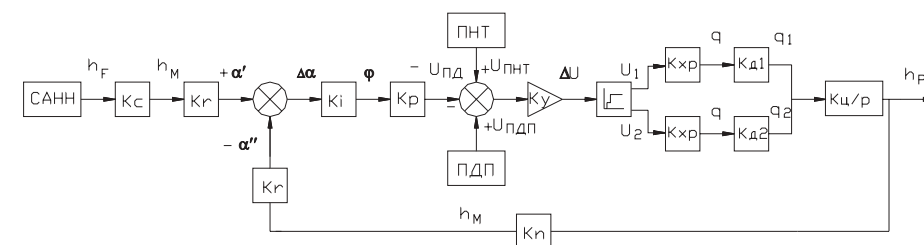
$$q = q_0 - k_{pq} \Delta p = q_0 - k_{pq} \frac{F}{S},$$

където  $k_{pq}$  е коефициент на усилване на дебитно-напорната характеристика на сервоклапана,  $q_0$  е дебита през сервоклапана при налягане  $p_0$  и  $S$  е площта на хидравличния цилиндър.

В отрицателната обратна връзка по положение съществува преобразуване на повдигането, с коефициент  $K_n$ , породено от това, че точката Р на хващане на релсите с хидроцилиндъра е на разстояние от точката М, в която ста-

зиционирането – фиг.5), което обуславя релейния характер на системата за автоматично регулиране.

В последните модели траверсоподбивни машини са внедрени системи за измерване на железния път – без повдигане на предния край на струната. Структурната схема на такава система е на фиг.6. Тук към суматора на напрежения от потенциометрите се добавя напрежение от потенциометър задвижван от електродвигател, който се завърта пропорционално на пропадането в предната част на машината от САНН. Полученото напрежение се намалява със същия коефициент  $K_c$ . Целта е в суматора да се подаде напрежение пропорционално на  $h_M$  без да е необходимо за това да се мести струната. Остана-



Фиг. 4

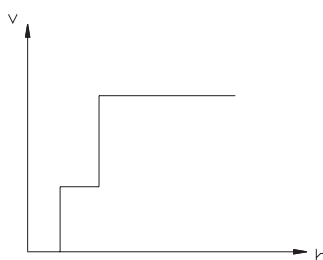
ва измерването на пътя.

Структурна схема на друга такава система е показана на фиг.4. Тук сервоклапана е заменен с два електромагнитни разпределителя, които се задействат последователно в зависимост от стойността на сумарното напрежение  $\Delta U$  през включен в системата компаратор. Разпределителите насочват дебита към хидравличния цилиндър през дросели с коефициенти на пропорционалност  $K_{o1}$  и  $K_{o2}$  и така става възможно движението на цилиндъра да се извършва с две скорости (бърза, в началото и бавна, в края на по-

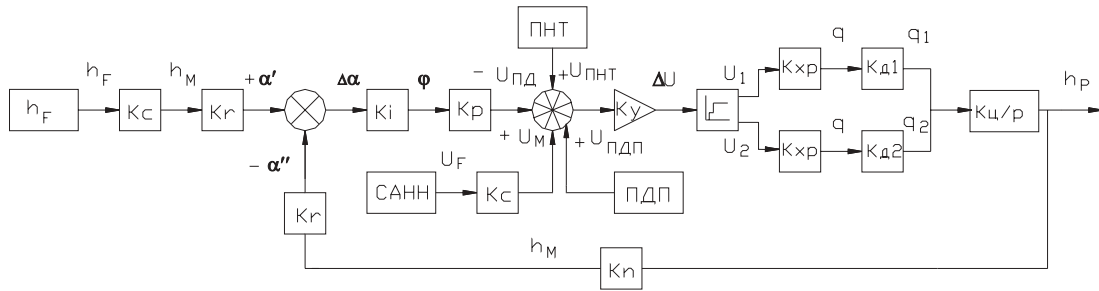
лата част от системата е решена с два хидравлични разпределителя с електромагнитно управление.

В случай когато към хидроцилиндъра е захранван товар с малка маса в структурните схеми се променят предавателните функции на някои от блоковете, за да се отчетат динамичните им характеристики.

Получените структурни схеми може да бъдат моделирани, като се използва някоя от програмите за динамично моделиране или като се използват методите за моделиране в аналоговите машини.



Фиг.5



Фиг. 6

Използване на първия начин за моделиране предоставя по-голяма гъвкавост при промяна на структурата на модела или неговите параметри.

При вторият начин моделът е по-близък до реалната система по начин на действие и предоставя възможност да се включват и реални елементи от системата на определени етапи от изследването и да се извършва оптимизация на работата на системата по зададени критерии за качество на процеса на регулиране.

При реализиране на моделите необходимите стойности на параметрите се въвеждат в зависимост от конкретното изпълнение на системата.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Комитовски М., Елементи на хидро и пневмо задвиждането, София, Техника, 1983г.  
 [2] Йончев Е., Петков Б., Пушкаров Б., Модернизирана система на ТПМ за определяне и отстраняване на отклоненията в профил, сп. Железопътен транспорт, кн. 8 1994 г.  
 [3] Каталогзи на фирмата "Plasser & Theurer"



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЗАЩИТА ОТ СБЛЪСКВАНЕ НА ДВА КРАНОВИ МЕХАНИЗМА, РАБОТЕЩИ НА ОБЩ РЕЛСОВ ПЪТ

Петър Захариев, Емил Йончев, Борис Петков, Венцислав Василев

#### АНОТАЦИЯ

*При работа на два или повече крана на общ релсов път или при по-редко срещания случаи, на движение на две кранови колички по моста на един кран, съществува опасност от сблъскване. Проблемите за реализиране на защитата от сблъскване са свързани с текущото измерване на разстоянието между обектите и техните относителни скорости. В доклада се предлага едно решение за измерване на разстоянието и автоматично задаване на максималната скорост, при която крановете ще спрат един до друг без да се сблъскат.*

**Ключови думи:** Кранове; кранови механизми; защиты

При работа на два или повече крана на общ релсов път, както и при по-рядко срещания случай, на две колички движещи се по моста на един кран, при насрещно движение могат да се сблъскат. При напрегнат режим на работа е практически невъзможно кранистът непрекъснато да следи положението на механизмите и да предотврати евентуален удар. Това налага върху крановете да се поставят специални устройства, които да предотвратят удара или да реализират защитата от сблъскване. Защитата трябва да изключи задвижванията на крановете, когато те се приближат на определено разстояние. Определянето на това разстояние е свързано с редица технически затруднения, свързани с измерването на относителната скорост между механизмите и взаимното им разположение на пътя.

Ако по общ път се движат два механизма А и В с разстояние между тях  $S_{AB}$ , със скорости и спирачни пътища, съответно  $V_A$  и  $V_B$ ,  $S_{CA}$  и  $S_{CB}$ , то опасност от удар при насрещно движение ще има, когато сумата от спирачните пътища на

двата крана стане по-малка от разстоянието между тях:

$$S_{AB} < S_{CA} + S_{CB}$$

Една евтина и проста реализация на защитата от сблъскване е чрез използването на крайни прекъсвачи монтирани на всеки механизъм, а на насрещно движещият се, се закрепва дълъг прът с гърбица. При опасно доближаване на механизмите, съответната гърбица задейства прекъсвача на другия механизъм и така се изключва задвижването му. Поради своята простота тази реализация на защитата намира приложение в много кранови задвижвания. Основен недостатък на това решение, е голямата дължина на пръта и то за механизми с не особено високи скорости. При високо производителни кранове такава реализация е невъзможна.

Известни са и други реализации, при които се използват фотодатчици с ограничен ъгъл на светоприема и широкоъгълен светоизточник; електро-контактен датчик на разстоянието, при

Петър Захариев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”;  
Емил Йончев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”;  
Борис Петков – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”;  
Венцислав Василев – гл. асистент, ВТУ “Т. Каблешков”.

който се мери съпротивлението на частта на високоомен помощен тролей ( $1 \Omega/m$ ) между механизмите и др.

Общ недостатък на тези реализации на защитата от сблъскване е това, че след спирането остава значително разстояние между механизмите, което е необслужваемо при създалата се ситуация. Това от своя страна води до намаляване на производителността.

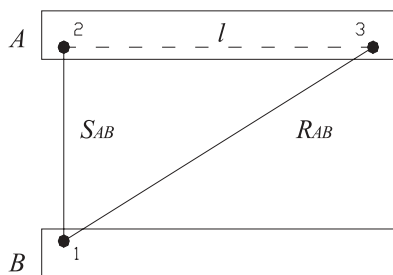
За избягване на горните недостатъци е необходимо да се разполага с информация за текущото разстояние  $S_{AB}$  между механизмите и техните скорости  $V_A$  и  $V_B$ . Освен това трябва да има устройство, което автоматично да изключва задвижването в момента когато се изпълни равенството:

$$S_{AB} = S_{CA} + S_{CB} \quad (1)$$

Разработени са такива устройства с използване на цифрови датчици за положението и скоростите на всеки механизъм, канали за предаване на информацията и мощни изчислителни устройства. Има литературни данни и за други реализации с въртящ се фотоприемник и широкоъгълен светодоизточник. Ъгълът при който светодоизточникът се освети е сложна функция на разстоянието между механизмите, което също изисква сложна математическа обработка на сигнала, а от там и оскъпяване на системата.

Настоящият доклад има за задача да предложи една реализация на защита от сблъскване, която да изключва задвижването съгласно уравнение (1), без да е необходима сложна математическа обработка на получения от измервателната система сигнал.

Върху единия механизъм (фиг.1) се монтира ултразвуков източник 1, а на другия два ултразвукови микрофона 2 и 3, разположени на раз-



Фиг. 1

стояние  $l$  един от друг, перпендикулярно на релсовия път.

Разстоянието между ултразвуковия източник и единия микрофон е  $S_{AB}$ , равно на разстоянието между механизмите А и В. Разстоянието между ултразвуковия източник и втория микрофон е:

$$R_{AB} = \sqrt{S_{AB}^2 + l^2}$$

Ултразвуковият източник 1 излъчва поредица от импулси. Времената за които импулсите достигат до двата микрофона 2 и 3 са:

$$t_1 = \frac{S_{AB}}{v_{зв}}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{S_{AB}^2 + l^2}}{v_{зв}}$$

където -  $v_{зв}$  е скоростта на звука във въздух. Разликата между времената  $t_1$  и  $t_2$

$$\Delta t = \frac{S_{AB}}{v_{зв}} - \frac{\sqrt{S_{AB}^2 + l^2}}{v_{зв}}$$

е функция на разстоянието между механизмите  $S_{AB}$ . От измервателното устройство се получава сигнал  $U$ :

$$U = \Delta t \cdot v_{зв} + l = S_{AB} + l - \sqrt{S_{AB}^2 + l^2}$$

От друга страна допустимата относителна максимална скорост на двата крана, във функция от  $S_{AB}$ , е:

$$V = k \sqrt{S_{AB}}$$

Ако сигналът  $U$  е пропорционален на  $V$  или  $V/k$ , т.е. е изпълнено условието

$$U = \sqrt{S_{AB}} \quad (2),$$

то полученият сигнал няма допълнително да се обработва от сложно логическо устройство, а само ще се сравнява със сигнала  $V/k$ , получен от тахогенератори. При решаване на уравнението

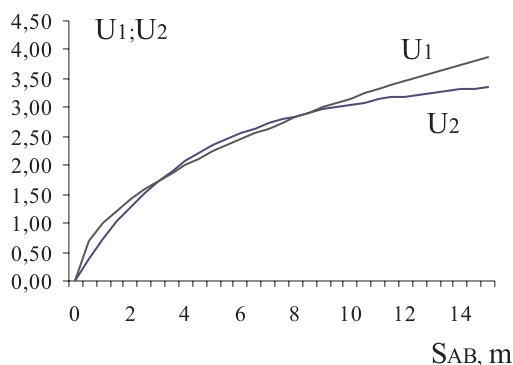
$$U = \Delta t v_{зв} + l = S + l - \sqrt{S_{AB}^2 + l^2},$$

се получават три решения при които равенството (2) е изпълнено:

$$S_1 = 0$$

$$S_{2,3} = \left[ \frac{2l+1}{4} \pm \sqrt{\frac{(2l+1)^2}{16} - l} \right]^2$$

На фиг.2 са показани графиките на функциите  $U_1 = f(S)$  и  $U_2 = f(S)$ .



Фиг. 2

В Таблица 1 е показано изменението на сигнала

$$U_1 = \left( \sqrt{S_{AB}^2 + l^2} - S_{AB} - l \right) m$$

получен от измервателното устройство, и

$$U_2 = \sqrt{S_{AB}}$$

действителното ограничение за да бъде спазено равество (1), както и процентната грешка:

$$D = U_2 / U_1 \% - 100\%$$

при разстояние между микрофоните

$$l = 5, \quad m$$

и коефициент на усилване на сигнала  $U_1$

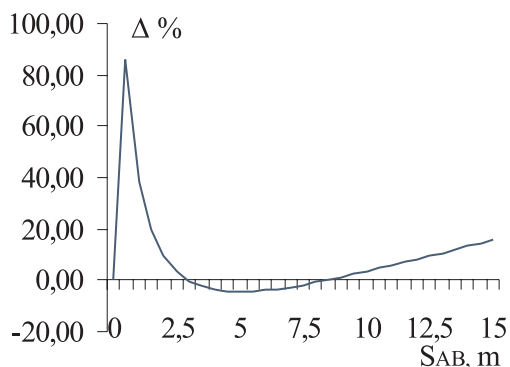
$$m = -0,8.$$

На фиг. 3, е показана процентната грешка  $\Delta$ , между получения сигнал и действителното ограничение. От Таблица 1 и фиг. 3, се вижда, че в диапазона от около 1,5 m до 10 m, грешката

Таблица 1

$S_{AB}$	$U_1$	$U_2$	$\Delta$
m	V	V	%
0	0,00	0,00	0,00
0,5	0,38	0,71	86,06
1	0,72	1,00	38,74
1,5	1,02	1,22	19,62
2	1,29	1,41	9,47
2,5	1,53	1,58	3,49
3	1,74	1,73	-0,18
3,5	1,92	1,87	-2,43
4	2,08	2,00	-3,73
4,5	2,22	2,12	-4,38
5	2,34	2,24	-4,57
5,5	2,45	2,35	-4,42
6	2,55	2,45	-4,01
6,5	2,64	2,55	-3,41
7	2,72	2,65	-2,66
8	2,85	2,83	-0,85
9	2,96	3,00	1,23
10	3,06	3,16	3,49
11	3,13	3,32	5,84
12	3,20	3,46	8,25
13	3,26	3,61	10,69
14	3,31	3,74	13,14
15	3,35	3,87	15,58

не надвишава 0,5%, за разстояния над 10 m - 16%, като зададената от измервателното устройство скорост е по-ниска от допустимата. Това гарантира, че спирането без удар е възможно. Единствено в диапазона от 0 m до около 1,5 m грешката  $\Delta$  става много голяма в процентно отношение. Но поради това, че в тази зона разстоянията и максимално допустимите скорости са много малки, то по абсолютна стойност грешката не е голяма. И в този диапазон ограничението на скоростта е по-строго от допустимите ѝ максимални стойности.



Фиг. 3

Предложената реализация може да се използва за получаване на сигнал по координата или по-точно по останал за изминаване път и при условие, че механизмите притежават регулируеми електрозадвигвания, то сигналът да се използва като задание по скорост във функция от пътя, а не като защита, изключваща задвижването.

Тъй като крайната защита по същество се явява защита от зблъскване, при частния случай, когато скоростта на единия механизъм  $V_1 = 0$ , то предложената идея, може да намери приложение за задаване на скоростта при достига-

не на крайната точка на пътя или да се реализира селективна крайна защита

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Йорданов С., И. Костов. Защити в електрозадвигванията. Печатна база на ТУ София, 1997 г.

[2] Йорданов С., П. Захариев. Електрозадвигване на подемно-транспортни, пътни и строителни машини. Издателство на ВВТУ "Т. Каблешков" София, 1996 г.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СЪПРОТИВИТЕЛНИ СИЛИ ПРИ СИСТЕМИТЕ ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ

Венцислав Василев, Борис Петков,  
Емил Йончев, Петър Захариев

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се прави оценка на различните съпротивителни сили и влиянието, което оказват върху системите за позициониране на релсо-траверсовата скара при позиционирането на железния път.*

**Ключови думи:** железопътни строителни машини, съпротивителни сили, релсо-траверсовата скара.

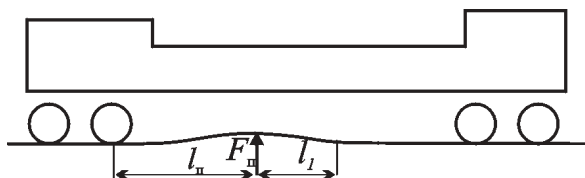
По време на строителство и ремонт на железния път е необходимо релсо-траверсовата скара да бъде повдигана и измествана по ос с помощта на железопътни строителни машини (ЖПСМ). За тази цел се използват позиционни системи за хидрозадвижване. Математическото моделиране на такъв вид системи, анализът на точността и устойчивостта им, изисква количествена и качествена оценка на действащите съпротивителни сили, които се пораждат в процеса на манипулиране на релсо-траверсовата скара.

Релсо-траверсовата скара в манипулирания участък е запъната в двата си края еластична нишка. Крайщата ѝ се определят от базата на машината. Върху тази еластична нишка се упражнява силово въздействие за точното ѝ позициониране.

Съгласно с фиг. 1 за процеса на повдигане на релсо-траверсовата скара се въвеждат:

$F_n$  - необходима сила за повдигане, N;  
 $l_n$  - разстояние от приложна точка на силата до по-близката колоос на машината, m;  
 $l_1$  - полудължина на деформирания участък.

$h$  - височина, на която е повдигнат пътя



Фиг. 1

Аналогично, за процеса на странично изместване (рукане) на релсо-траверсовата скара се въвеждат:

$F_p$  - необходима сила за рукане, N;  
 $l_p$  - разстояние от приложната точка на силата до по-близката колоос на машината, m;  
 $l_2$  - полудължина на деформирания участък по хоризонтала, m.

$f$  - големина на страничното изместване  
Статичната сила за повдигане на пътя на височина  $h$  има три компоненти:

- усилие за вертикално огъване на релсите;

- тегло на повдигнатата част на релсо- траверсовата скара;
- сила на сцепление на баласта по околните повърхнини на траверсите.

Статичната сила за странично изместване на пътя на разстояние  $f$  има три компоненти:

- усилие за хоризонтално огъване на релсите;
- триеща сила вследствие силата на тежестта на неповдигнатата част на релсо-траверсовата скара, действаща по долните повърхности на траверсите;
- сила на сцепление на баласта по околните повърхнини на траверсите.

$$F = \frac{8EI_x h}{l_n^3} + q(l_n + l_1) + [k_c n_{тр} B_{тр} (Z_3 - 0,5h)^2 f] / L \quad (1)$$

$$F = \frac{8EI_y f}{l_p^3} + [\mu \cdot (G - G_1)] + [k_c n_{тр} B_{тр} (Z_3 - 0,5h)^2 f] / L \quad (2)$$

където:

$E$  - модул на еластичност на стоманата,  $E := 2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$

$I_x, I_y$  - инерционни моменти на релсите спрямо хоризонтална и вертикална оси,  $\text{m}^4$

$f, h$  - големина на повдигането и рукането,  $\text{m}$

$q$  - равномерно разпределен товар от тегло на релси, траверси и скрепления,  $\text{N/m}^2$

$l_1$  - дължина на полувълната на повдигнатата релсо-траверсова скара, от точката на прилагане на силата  $F_n$  до точка останала без повдигане,  $\text{m}$

$$l_1 = \sqrt[4]{\frac{24EI_x h}{q}}$$

$l_n$  - разстояние от приложната точка на силата  $F_n$  до най- близката колоос,  $\text{m}$ ; При  $l_1 < l_n$  се счита, че  $l_n = l_1$

$l_p$  - разстояние от приложната точка на силата  $F_p$  до най- близката колоос,  $\text{m}$ ; При  $l_1 < l_p$  се счита, че  $l_p = l_1$

$\mu$  - коефициент на сцепление на траверсите с баласта

$G$  - тегло на релсо- траверсовата скара, върху която се упражнява рукане,  $\text{N}$

$$G = q(l_p + l_2)$$

$G_1$  - тегло на повдигнатата част от релсо- траверсовата скара,  $\text{N}$

$$G_1 = q(l + l_1)$$

$k_c$  - коефициент на съпротивление на баласта при изместване,  $\text{N/m}^3$

$n_{тр}$  - брой измествани траверси

$$n_{тр} = \frac{(l_p + l_2)}{t}$$

$t$  - средно разстояние между осите на траверсите,  $\text{m}$

$l_2$  - дължина на полувълната на изместваната релсо- траверсова скара от точката на прилагане на силата  $F_p$  до първа точка без изместване,  $\text{m}$

$$l_2 = \sqrt[4]{\frac{24EI_y h}{p_2}}$$

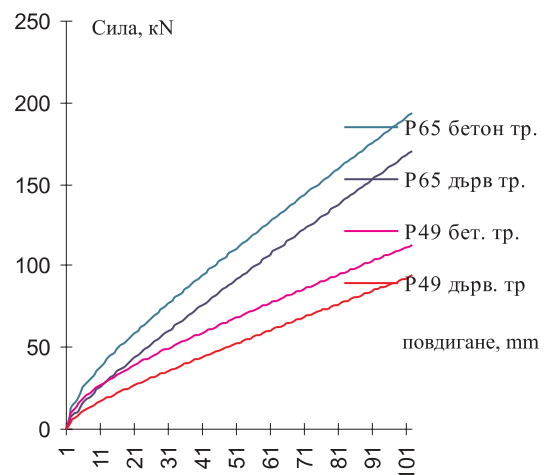
$B_{тр}$  - ширина на траверсите,  $\text{m}$

$Z_3$  - височина, до която са заровени траверсите,  $\text{m}$

$L$  - зона на избиване на баласта при рукане,  $\text{m}$

$p_2$  - равномерно разпределен товар от съпротивление на баласта при рукане на пътя,  $\text{N/m}$ ;

С помощта на електронни таблици и въз основа на приведените формули, са направени изчисления за необходимите статични сили за да се постигне съответно по големина повдигане. Изчисленията са дадени в графичен вид на фигура 2. Те са направени за конкретна машина с нейната геометрия (Plasser & Theurer 08-

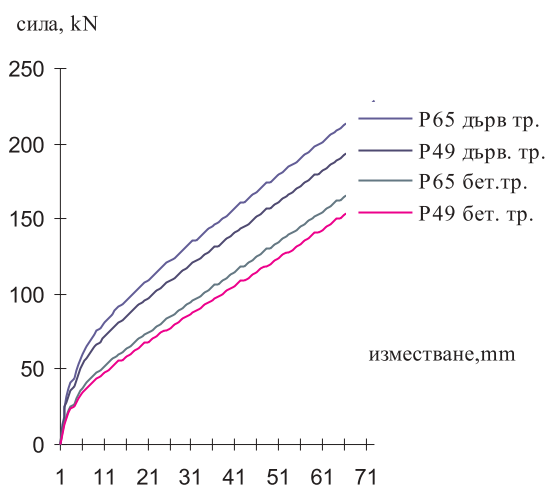


Фиг.2

32), но могат да се приложат за произволна машина. На фигура та са показани изчисленията за два от типове релси (P49 и P65) и съответно за дървени и бетонни траверси.

По същия начин са направени и изчисленията за необходимата сила за постигане на съответно странично изместване на пътя. В случая, съгласно с формула (2), височината на повдигането влияе пряко върху силата за рукане.

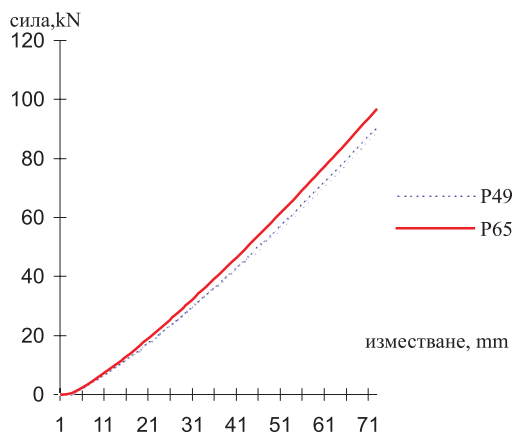
На фигура 3 са показани необходимите за рукане сили, когато релсо-траверсовата скара не е повдигната предварително. Усилията за



Фиг. 3

изместване на скари с железобетонни траверси са по-малки, поради по-малкия коефициент на сцепление  $k$  между баласт и бетон. Голямото сцепление между баласт и дървени траверси се дължи на вкопаването на баластовите частици в дървото.

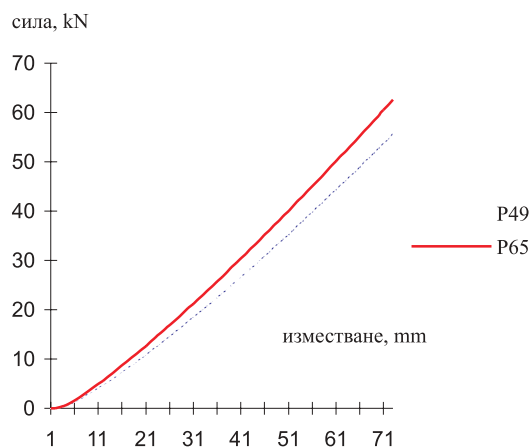
На фигура 4 са показани необходимите за рукане сили, когато релсо-траверсовата скара е



Фиг. 4

повдигната на височина 10 милиметра. Усилията за изместване на релсо-траверсовите скари са почти два пъти по-малки в сравнение с предишния случай. Обяснението е, че липсват големите триещи сили по долната повърхност на траверсите. При повдигнат път силите за изместването му почти не зависят от вида на траверсите.

С увеличаване на големината на повдигането, прогресивно намалява силата, необходима за постигане на едно и също странично изместване. Това е показано на фигура 5, където се виждат необходимите сили за рукане, при предварително повдигане на релсо-траверсовата скара на височина 40 mm. Графиките на фиг. 4 и 5 са за релси тип P49 и P65.



Фиг. 5

Изчисленията показват, че при повдигнат път, разликата в необходимите сили за рукане при дървени и железобетонни траверси е минимална, Това се дължи на минималната разлика в триещите сили по околните повърхнини на траверсите. С увеличаване на височината на повдигането преди рукане остава все по-малка контактна площ между траверсите и баласта. Това от своя страна води до все по-точно припокриване на графиките за необходимите рукански сили за конкретния вид релса и независимо дали траверсите са железобетонни или дървени. По тази причина графиките на фиг. 4 и фиг. 5 са дадени само според вида на релсите – P49 и P65.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Сырещиков Ю. П., Новые путевые машины, ВНИИЖТ, Москва, 1984 г.
- [2] Соломонов С. А., Путевые машины, Техника, Москва, 1985 г.

#### Геодезия

Лабораторията има възможност за извършване на заснемане на терени в регулация и извън регулация, строителни линии, геодезическо осигуряване по време на строителството. За контакти - катедра: **”ТРАНСПОРТНО СТРОИТЕЛСТВО”**.

#### Железен път

В лабораторията се извършва проектиране и технически надзор на железопътни линии (НК БДЖ и индустриални). За контакти- катедра: **”ТРАНСПОРТНО СТРОИТЕЛСТВО”**.

#### Взаимозаменяемост, стандартизация и технически измервания

Лабораторията е изградена в периода 1988-1991г. В нея се провеждат лабораторни и семинарни упражнения по дисциплини изучавани от специалностите от факултет **”Техника, технология и управление в транспорта”** към ВТУ”Т.Каблешков”. Оборудването позволява на обучаемите да се запознаят с основните методи и средства за контрол на детайли и сглобени единици в общото машиностроене. Методичното развитие и допълването на материалната база, разширяват възможностите за индивидуална работа със студентите в лабораторията и разширяване на тематиката и обема на решаваните задачи. За информация и контакти - катедра : **”МАШИНИ И ЕЛЕМЕНТИ”**

#### 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. За информация и контакти- катедра: **”ПОДЕМНО ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ”**



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОПТИМИЗИРАНЕ НА НЯКОИ СИЛОВИ И ГЕОМЕТРИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА СТРОИТЕЛНИ И ТОВАРОПОДЕМНИ МАНИПУЛАТОРИ

Викенти Спасов, Илия Мрянков, Емил Асенов

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се разглеждат принципно най-често срещаната се кинематична схема на строителен или товароподемен манипулатор. Изследват се геометричните параметри свързани с окачването на силовите хидроцилиндри, лостовата система към тях и размерите на звената. Получени са геометрични зависимости, позволяващи в последствие оптимизиране конструктивните и силови характеристики на този тип манипулатори.*

**Ключови думи:** манипулатор, оптимизиране, параметри, геометрични, силови.

В статията се разглеждат принципно най-често срещаната се кинематична схема на строителен или товароподемен манипулатор. Тя е реализирана на базата на антропоморфни кинематични схеми, при които съседните звена образуват ротационни кинематични двойки, задвижвани посредством силови хидроцилиндри.

Ротационните кинематични двойки могат да бъдат реализирани като безлостови и лостови. Първите се характеризират със своята простота на конструкцията, което се явява предимство за тях, но от друга страна техните параметри като диаметър и ход на буталото, бързо нарастват при необходимост от завъртане на звената на ъгли по-големи от  $120^\circ$ . Този техен недостатък може да бъде компенсиран в известна степен с подходящо синтезиран лостов механизъм.

Целта на статията е след изследване на геометричните параметри свързани с окачването на силовите хидроцилиндри, лостовата система към тях и размерите на звената, да се получат зависимости позволяващи оптимизиране на същите с оглед постигане на по-добри конст-

руктивни и силови характеристики на този тип манипулатори.

Показаната на фиг.1 схема е реализирана с две ротационни кинематични двойки. При първата кинематична двойка хидроцилиндър е окачен директно към двете съседни звена, а при втората кинематична двойка задвижването е посредством силов хидроцилиндър и лостова система. Наличието на лостова система значително усложнява аналитичните разглеждания, което предопределя и многовариантността на решенията.

За оптимизиране на параметрите на ротационна кинематична двойка от безлостов тип са посветени редица изследвания [1], поради което вниманието ще бъде насочено главно към ротационна кинематична двойка от лостов тип.

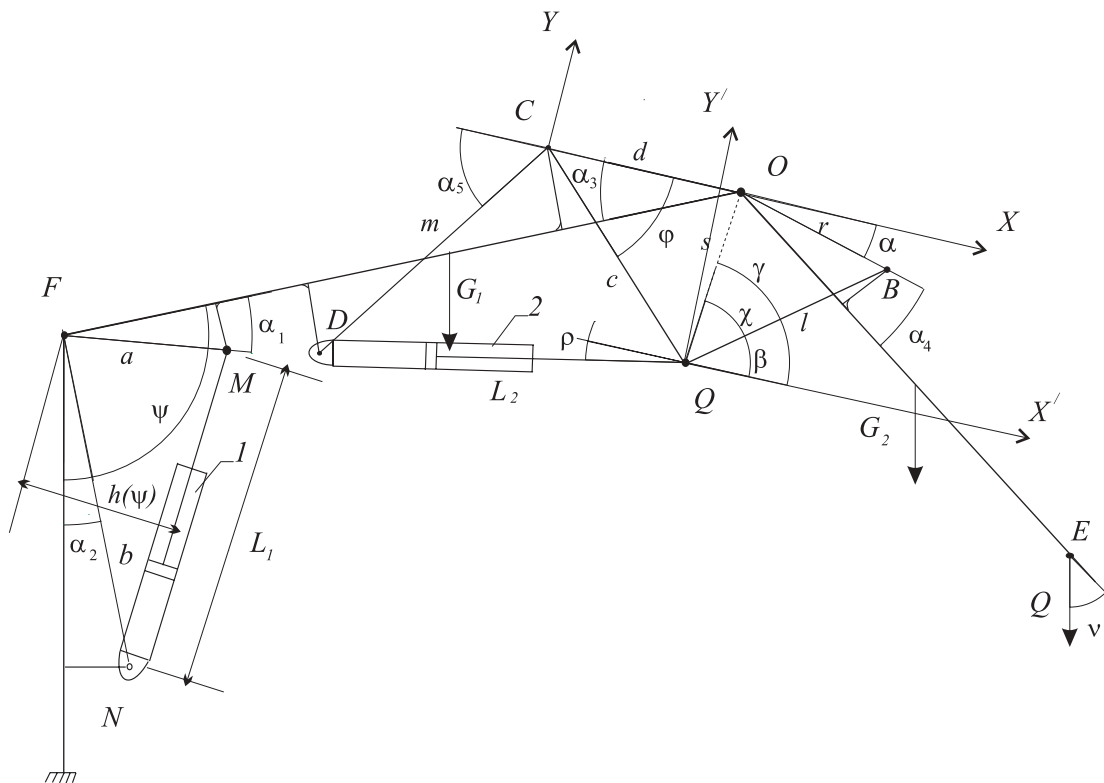
Задачата за оразмеряване на системата се свежда до избора на хидрацилиндър по диаметър и ход, както и точките му на окачване

определени от параметрите: ъгъл  $\alpha_3$  и разстоянието  $m$ . Като параметри на окачването на лосто-

Викенти Спасов - доц. д-р, ВТУ "Т. Каблешков", София, 1574, ул. "Гео Милев" 158, E-mail: vtu.acad.bg

Илия Мрянков - ст.ас. ВТУ "Т. Каблешков", София, 1574, ул. "Гео Милев" 158, E-mail: vtu.acad.bg

Емил Асенов - доц. д-р, ТУ София



Фиг. 1

вете към звената се разглеждат разстоянията  $d$  и  $r$  и ъглите  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$ , както и дължините на лостовете  $c$  и  $l$ .

При разглеждането на кинематичната двойка с шарнир  $O$  и задвижван от лостовете  $c$  и  $l$  е въведена координатна система  $XY$  чиято ос  $X$  минава през точките  $C$  и  $O$  и е с начало точка  $O$ . Точка  $Q$  се явява център на втора координатна система  $X'Y'$ , чийто оси са успоредни на първата.

Положението на звеното  $OE$  както и на лостовете  $c$  и  $l$  се определя чрез ъглите  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\varphi$ . Ъгъл  $\varphi$  се приема за независим параметър, а връзките  $\alpha = \alpha(\varphi)$  и  $\beta = \beta(\varphi)$  се намират като се използва метода на затворения векторен контур. От фиг.1 се вижда, че

$$\begin{aligned} \beta &= \gamma + \chi; \\ \alpha &= \gamma + \eta. \end{aligned} \quad (1)$$

Въвежда се помощния вектор  $\vec{s}$  и се написва векторното уравнение

$$\vec{c} + \vec{s} = \vec{d} \quad (2)$$

което след проектиране върху координатните оси  $X$  и  $Y$  дава уравненията

$$\begin{aligned} c \cdot \cos \varphi + s \cdot \cos \gamma &= d; \\ c \cdot \cos \varphi + s \cdot \cos \gamma &= 0, \end{aligned} \quad (3)$$

от които се определя

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{-c \cdot \sin \varphi}{d - c \cdot \cos \varphi}. \quad (4)$$

От триъгълника  $OBQ$  съгласно косинусовата теорема имаме

$$\begin{aligned} r^2 &= s^2 + l^2 - 2 \cdot s \cdot l \cdot \cos \chi; \\ l^2 &= s^2 + r^2 - 2 \cdot s \cdot l \cdot \cos(\pi - \eta), \end{aligned} \quad (5)$$

от които се определят ъглите

$$\begin{aligned} \chi &= \arccos \frac{s^2 + l^2 - r^2}{2 \cdot l \cdot s}; \\ \eta &= \arccos \frac{l^2 - s^2 - r^2}{2 \cdot r \cdot s}, \end{aligned} \quad (6)$$

където

$$s = \sqrt{r^2 + d^2 - 2 \cdot r \cdot d \cdot \cos \varphi}.$$

В (1) се замахват ъглите  $\gamma, \chi$  и  $\eta$  с получените за тях уравнения и се намират търсените зависимости (7):

$$\beta(\varphi) = \operatorname{arctg} \frac{-c \cdot \sin \varphi}{d - c \cdot \cos \varphi} + \arccos \frac{s^2 + l^2 - r^2}{2 \cdot l \cdot s};$$

$$\alpha(\varphi) = \operatorname{arctg} \frac{-c \cdot \sin \varphi}{d - c \cdot \cos \varphi} + \arccos \frac{l^2 - s^2 - r^2}{2 \cdot s \cdot r}.$$

За определяне на силата в лоста  $l$  е съставено моментовото уравнение (8) изхождайки от условието за равновесие  $\sum M_{O_i} = 0$

$$P_l(Q, G_2, l_i) = 0. \quad (8)$$

За големината на силата в лоста получаваме

$$P_l = \frac{(Q \cdot l_{2Q} + G_2 \cdot l_{2G}) \cdot \sin \nu}{s \cdot \sin \chi}. \quad (9)$$

Силите в лоста  $r$  и хидроцилиндъра 2 се определят след решаване на системата от проекционни уравнения спрямо осите на координатната система  $X'Y'$  в точка  $Q$ ,  $\sum X'_i = 0$  и  $\sum Y'_i = 0$  от където са получени и изразите за силите в лоста  $c$  и хидроцилиндъра 2 съответно:

$$P_c = \frac{P_l (\cos \beta - \sin \beta \cdot \cot g \rho)}{\cos \varphi + \sin \varphi \cdot \cot g \rho};$$

$$P_2 = \frac{P_l (\sin \beta + \cos \beta \cdot \cot g \varphi)}{\sin \rho + \cos \rho \cdot \cot g \varphi}, \quad (10)$$

където

$$\rho = \arccos \frac{L_2 + m^2 - c^2}{2 \cdot L_2 \cdot m} - \alpha_3.$$

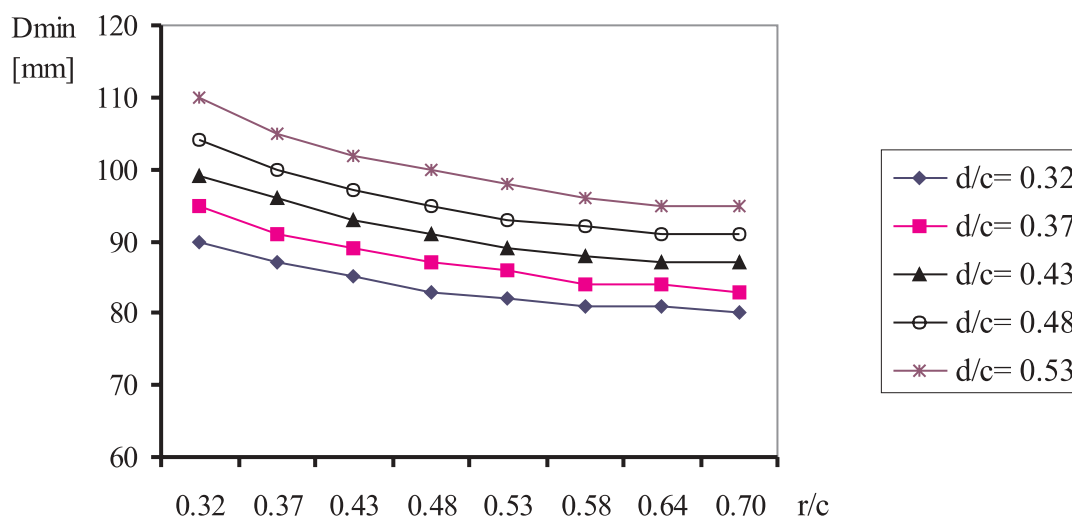
Силата в хидроцилиндъра 1 на първото звено се определя от моментовото условие за равновесие  $\sum M_{F_i} = 0$  или  $P_1(G_1, G_2, Q, l_i) = 0$ . От тук се получава:

$$P_1 = [G_1 \cdot l_{G_1} \cdot \sin \psi + G_2 (l_1 \cdot \sin \psi + l_{G_2} \sin \nu) + Q \cdot (l_1 \cdot \sin \psi + l_2 \cdot \sin \nu)] / h(\psi),$$

където

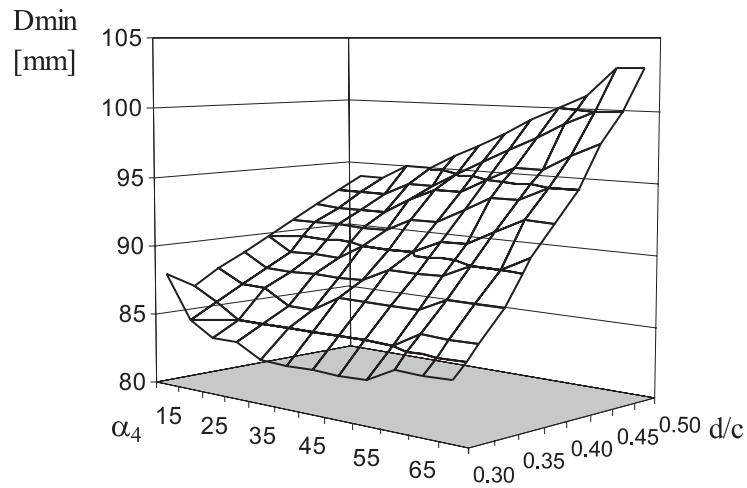
$$h(\psi) = \frac{a \cdot b \cdot \sin(\psi - \alpha_1 - \alpha_2)}{\sqrt{a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos(\psi - \alpha_1 - \alpha_2)}}.$$

Представения математичен апарат е използван за изследване на геометрични и силови параметри от лостовата система на кинематичната двойка. Графиките от фиг.2 показват връзката между необходимия минимален диаметър  $D_{min}$  на хидроцилиндър 2 и дължините  $d$  и  $r$  представени като отношения  $d/c$  и  $r/c$ . С увеличаване на размера  $r$  се намалява  $D_{min}$ . При стойности на  $r/c > 0.6$  това намаление е незначително и ще доведе до намаляване на максималния ъгъл между звената. Намаляването на размера  $d$  също води до намаляване на  $D_{min}$  и възможни-



Фиг. 2





Фиг. 3

те минимални стойности ще се определят от конструкцията. На фиг.3 се вижда влиянието на

$d$  и  $\alpha_3$  върху необходимия минимален диаметър  $D_{min}$  на гидроцилиндъра 2.

Получени са геометрични зависимости, позволяващи оптимизиране на конструктивните и силови характеристики на манипулатори от този тип. На базата на получените зависимости е създаден алгоритъм и програма за ЕИМ, което дава възможност в процеса на проектиране да

се правят голям брой вариантни решения, чрез промяна на входните величини.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Башкиров В. А., Выбор оптимальных параметров стелоподъемного механизма с гидропривода., Строительные и дорожные машины, Москва, 1982г.

[2] Жавнер В.Л.,З.И. Крамской, Погрузочные манипуляторы., Машиностроение, 1985г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### OPTICAL NETWORK OF MACEDONIAN RAILWAYS – NEW TECHNOLOGIES

**B. Popovski, A. Risteski**

#### ABSTRACT

*Macedonian Railways, within the process of modernization of its information and telecommunication facilities, financed by a loan from the World Bank, plans to build an optical network and implement state of the art technologies. Regarding the fact that the volume of the data traffic in the networks is permanently increasing, this paper deals with the possibilities to handle the data (IP, Ethernet) traffic in the optical network in cost-efficient manner.*

**Keywords:** Optical network, IP-over-SDH, IP-over-DWDM, Ethernet-over-SDH

#### 1. OPTICAL NETWORK OF MACEDONIAN RAILWAYS

Optical backbone network of Macedonian Railways 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. Two kinds of optical cables with 30 fibers are planned to be installed along the railroads: ADSS (All-Dielectric Self-Supporting) cables, along the electrified lines, and buried cables along the non-electrified lines. Standard technology used for signal transmission over optical fibers is SDH (Synchronous Digital Hierarchy). An integrated telecommunication system is planned to be built over the backbone optical network with a variety of interfaces in the access network in order to be able to meet the requirements of all company's sub-systems [1], [2].

Most of today's SDH networks are optimised

for low bandwidth voice traffic - a legacy of the original business driver for their deployment, the migration away from the earlier 'PDH' voice networks. Data networks are typically provided as overlays - IP, ATM, or frame-relay networks provisioned using circuits from the underlying SDH network

In the following two Sections we discuss few new technologies regarding the possibilities for transmission of IP and Ethernet traffic over an optical network.

#### 2. IP-OVER-SDH AND IP-OVER-DWDM OPTICAL NETWORKS

Packet over SDH (POS) places IP packets directly into SDH frames, removing the need for any intermediate ATM aggregation layer. These POS frames can then be multiplexed across SDH networks. This is an efficient way of connecting IP routers at speeds from 155Mbps (STM-1) to 640Mbps (STM-4), but still retains the provisioning

complexity and operational overheads of the SDH nodes.

A more efficient way to increase speed and reduce complexity is to place packets directly over DWDM, thereby bypassing the SDH nodes. Figure 2 indicates the transport layer scenario when its basic component is the optic layer in the form of DWDM network. This provides the IP routers with their own dedicated DWDM wavelengths and typically enables speeds of 2.4 Gbps (STM-16) and 10 Gbps (STM-64). Note that POS is still used as the lower level framing.

POS is currently supported at speeds from STM-1 (155Mbps) to STM-64 (10Gbps), mapping the PPP frames directly into one or more SDH VC-4 circuits across the SDH network (Figure 3). Each VC-4 can transport 155Mbps of payload; an STM-16 POS connection maps the PPP frames across 16 concatenated VC-4's.

Because POS uses standard SDH frame formats, it retains all of SDH's in-built performance and availability measures: Automatic protection switching (APS), SDH Alarm processing, SDH Performance monitoring.

When POS is deployed directly over DWDM, the intermediate DWDM nodes are transparent to the SDH signal. From point of view of the POS framing, the routers are adjacent - the intermediate DWDM hops are not visible to the routers.

By putting IP traffic directly onto DWDM, and providing resilience at the WDM layer only, resource efficiency can immediately be doubled - the transmission network is effectively doubled in size, with no extra costs for SDH nodes. Leading edge DWDM systems implement proprietary mechanisms to provide dynamic circuit re-routing and hence support 1:N resilience strategies, allowing efficiency to be increased to 90% or above. The evolution to Optical IP is shown on Figure 4.

This is expected to become standardised in future by leveraging work with Multi-Protocol Label Switching (MPLS) on IP networks to provide support for MP-lambda-S (multi-protocol lambda, or wavelength, switching) for DWDM networks. A generic 'G.MPLS' is further proposed be deployed to support seamless dynamic circuit routing across mixed IP and DWDM networks.

### 3. ETHERNET-OVER-SDH

Today's service providers are seeking to accommodate increasing demands for bandwidth, security and service level management resulting from the proliferation of LAN-based applications

It is a big issue how to handle Ethernet traffic in an optical network. Depending on the cost, distance, bandwidth, and traffic management requirements of the WAN/MAN application, several approaches may be used to transport Ethernet data traffic. These include direct mapping of Ethernet over wavelengths (EoW), Ethernet over Sonet/SDH (EoS), optical Ethernet (i.e. native Ethernet over fiber for long haul, 1000BaseLX), or implementing an Ethernet in the first mile (EFM) solution over copper or fiber. Of all these solutions, EoS is the one gaining the most ground with today's developers.

EoS collectively represents a group of industry standard specifications that have been developed for optimal transport of Ethernet through battle-tested circuit-switched topologies. It embodies several related technologies and can be implemented using techniques such as virtual concatenation (VC), which is a recent extension to the ITU-T G.707 SDH standards. Together these specifications account for the mapping, aligning, sequencing and delay compensation of the individual channels. The result is a very cost-effective way to provide flexible bandwidth in small to large increments with a rate adaptation benefit.

Unlike POS, which calls for rigid bandwidth requirements, EoS allows bandwidth to be shared among several Ethernet ports (Figure 5). Using EoS in combination with VC, a Gigabit Ethernet channel can be built while the unused portion bandwidth can be deployed for other Ethernet or TDM services.

### 4. CONCLUSION

In this paper we have presented the backbone optical network of the macedonian railways. We have discussed three new technologies: IP-over-SDH, IP-over-DWDM, Ethernet-over-SDH. All of them handle the data traffic in an SDH or DWDM optical network.

As IP network speeds increase, these models become more and more inefficient and costly to maintain. By transporting very high bandwidth IP directly over the optical DWDM fabric, carriers and ISPs can dramatically reduce operating costs and time to market, whilst increasing overall network resource efficiency by up to 200%.

REFERENCES:

[1] "Study on Integrated Telecommunication System of Macedonian Railways", TEMPT 2001, Bulgaria

[2] "Study on Integrated Telecommunication System of Macedonian Railways", Institute for Telecommunications, Faculty of Electrical Engineering – Skopje, 2001

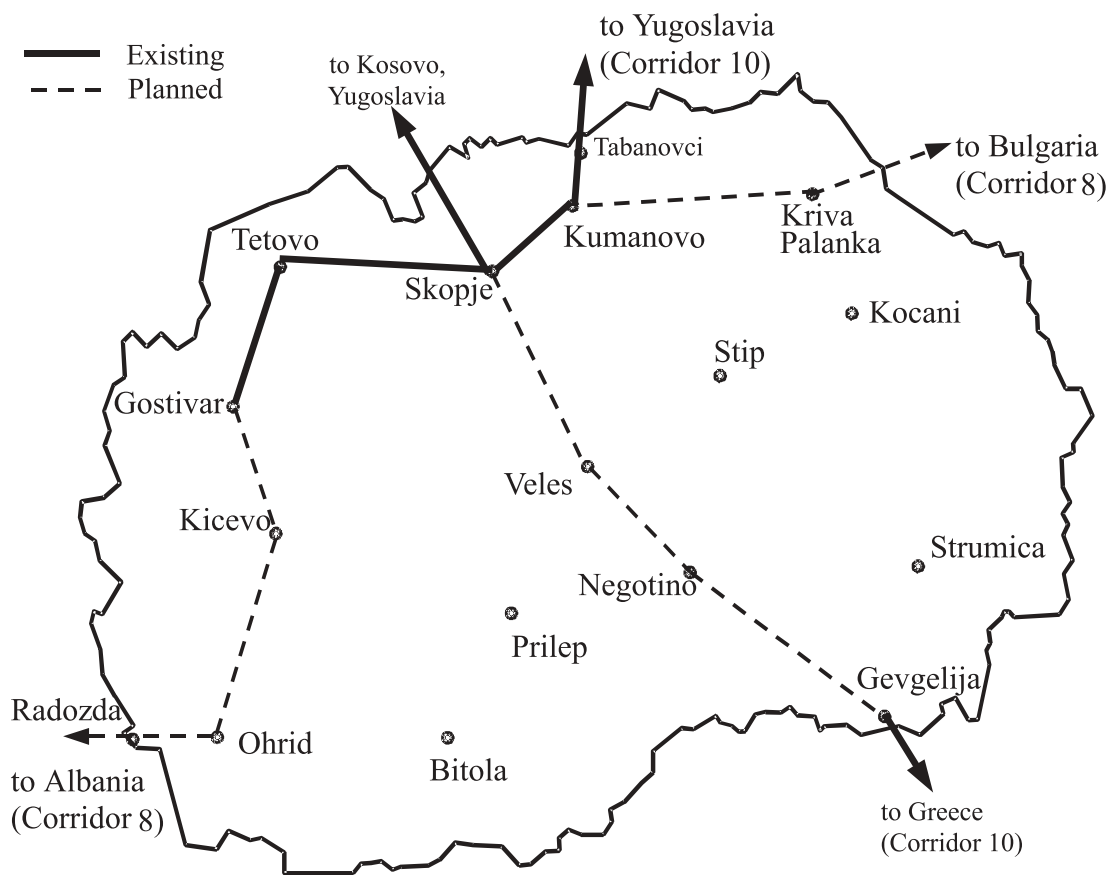


Figure 1 Optical Network of Macedonian Railways

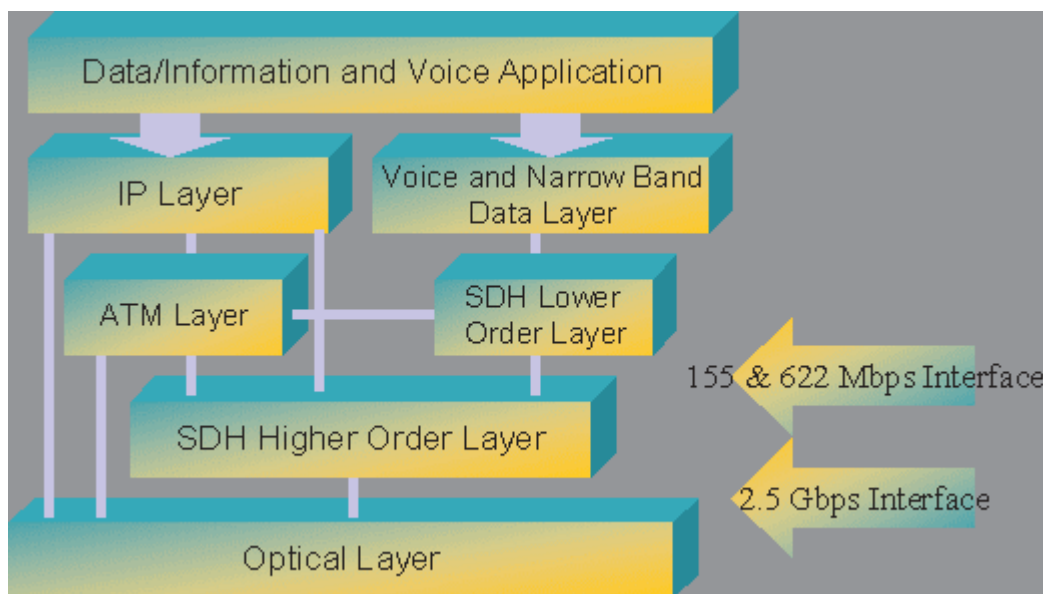


Figure 2. Scenario of Transport Layer

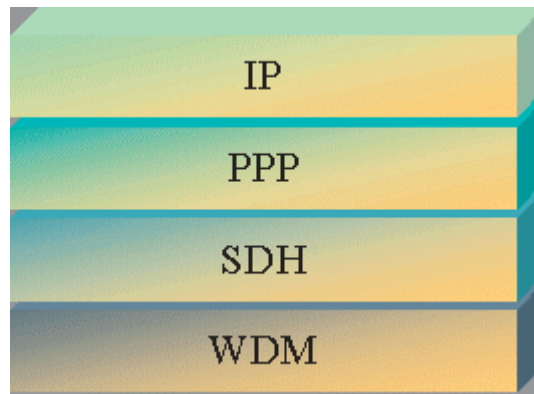


Figure 3 IP Over SDH

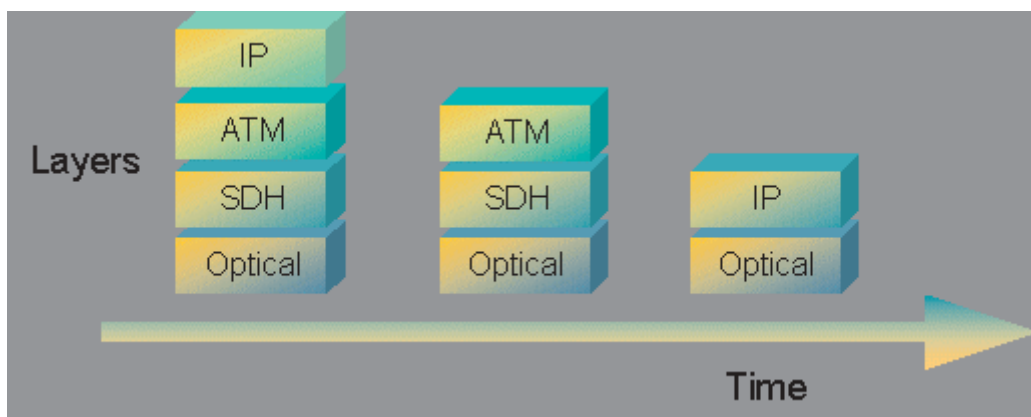


Figure 4. Evolution to Optical IP

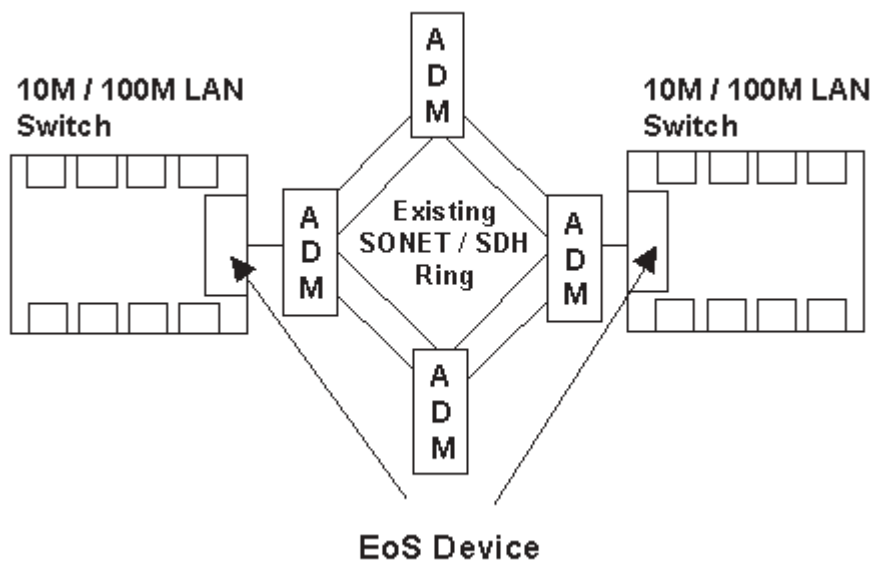


Figure 5 Ethernet switches linked over a Sonet/SDH network.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОТНОСНО УСЪВЪРШЕНСТВУВАНЕТО НА СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ЛЕНТОВИЯ ТРАНСПОРТ В ОТКРИТИ РУДНИЦИ

Вяра Пожидаева, Славчо Дончев

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се разглежда проблема за осъвременяването и модернизацията на лентовия транспорт в мини “Марица-изток” АД, чрез внедряването на система за непрекъснат виброконтрол на техническото състояние. Определените параметри за виброконтрол и диагностика на механични повреди в елементите на транспортъора са прецизно нормирани чрез експериментални изследвания и могат да се ползват като проектно предписание за избор и настройка на конкретна следяща система.*

**Ключови думи:** Минна механизация, непрекъснат контрол, техническа диагностика

Непрекъснатият технологичен процес в предприятията от минно-добивната промишленост поставя високи изисквания към сигурността и надеждността на рудничния транспорт. Широко приложение при реализацията на рудничните транспортни схеми са намерили лентовите транспортъори, не само поради тяхната техническа пригодност, но и поради тяхната икономическа ефективност. Типичен пример за това са откритите рудници на Мини “Марица-изток”, в които лентовият транспорт представлява 90% от общия обем на рудничния транспорт в комплекса.

Според предназначението и местоположението на лентовите транспортъори в рудника, повечето автори ги класифицират като забойни, съединителни, магистрални и насипищни. Всеки отделен тип се характеризира със съответна конструкция и техническа характеристика. Независимо от тяхната класификация и тип обаче, една от приоритетните области за тяхното усъвършенстване и модернизация през последни-

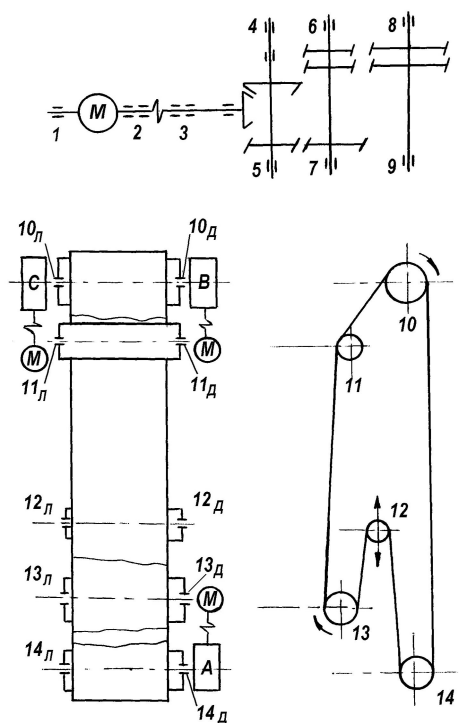
те години, е внедряването на диагностични системи за непрекъснат виброконтрол на техническото състояние.

Целта на настоящата разработка е определяне на параметри за виброконтрол и нормиране на техните прагови нива за диагностика на техническото състояние на лентов транспортъор от механизацията на Мини “Марица-изток”. Изследванията и пресмятанията са реализирани за лентов транспортъор с немска задвижна станция “Лауххамер”, състоящ се от: асинхронен електродвигател тип DSCRJ 5018-6 (560 kW, 980 min<sup>-1</sup>, 3 бр.), редуктор (3 бр.), барабани за гумено-транспортна лента (5 бр.) и търкалящи лагери (табл. 1) вградени в изброените агрегати (фиг.1). На фигура 1 последователно са номерирани измервателните точки за позиционирането на преобразувателите. Експерименталните изследвания са реализирани с помощта на система за събиране и обработка на данни, предвиждаща запис на аналогови сигнали върху магнитна лента с последващо въвеждане и обра-

ботка в компютър, чрез аналогово-цифров преобразовател [4].

Методологично разработката е реализирана [1, 2] чрез прилагането на следните подходи за обработка на резултатите от измерването и определяне на най-информативните параметри:

1. Спектрален и корелационен анализ;
2. Тренд-анализ;
3. Метод на интервалните оценки;
4. Метод на информативната комбинация от признаци.



Фиг. 1

Диагностичното разпознаване се отнася до механични повреди в електродвигателя, механични повреди в търкалящите лагери и зъбните колела на редукторите, механични повреди като следствие на несъосност на свързаните със съединители валове и механични повреди в търкалящите лагери на барабаните от ГТЛ [1, 3, 4]. Предварително пресметнатите честоти за изява на повредите, както и експериментално доказаните вибрационни нива, са цитирани в Таблица 2, като срещу всяка измервателна точка и присвоената ѝ честота за повреда, е цитирана максималната амплитудна стойност на вибрацията или максималното импулсно ниво [3, 4]. Тези данни са необходими за настройка на праговете алармени нива при повреда или за

нейното идентифициране в амплитудно-честотния спектър на вибрационния сигнал.

Таблица 1

Но измервателна точка	Тип на лагера	Брой обороти min <sup>-1</sup>	Честота Hz
1 А,В,С	NU 326	980	16,33
2 А,В,С	6230 NU 326	980 980	16,33 16,33
3 А,В,С	NU 332 22332 22232	980 980 980	16,33 16,33 16,33
4 А,В,С	22330	629	10,5
5 А,В,С	22330	629	10,5
6 А,В,С	22340	202,5	3,5
7 А,В,С	22340	202,5	3,5
8 А,В,С	22072	61,2	1
9 А,В,С	22072	61,2	1
10 Л Д	23168K 23168K	61,2 61,2	1 1
11 Л Д	22320K 22320K	61,2 61,2	1 1
12 Л Д	23168K 23168K	61,2 61,2	1 1
13 Л Д	22324 22324	61,2 61,2	1 1
14 Л Д	23168 23168	61,2 61,2	1 1

\* Д – дясна и Л – лява страна на транспортно-ора по посока на движението на товара

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Таблица 2



Механична неизправност	Честота, Hz	Прагови нива за настройка	Характеристика на вибрациите
<b>1. Електродвигатели</b> - контролират се в измервателни точки 1 и 2 (фиг. 1)			
1.1. Небалансиран ротор. Изкривен вал на ротора Магнитна асиметрия (неравномерна въздушна междина или късо съединение в намотка)	16,33 Hz	8 mm/s RMS	Максималната амплитуда е в радиална посока на измерване. Амплитудната съставляваща е постоянна и възпроизводима при всяко следващо измерване.
1.2. Несъосни валове на ротор и задвижвана машина, неуравновесеност на полусъединителите	16,33 Hz 31 Hz 47 Hz	5,5 mm/s RMS 4 mm/s RMS 4 mm/s RMS	Силни аксиални вибрации, противофазови за ротора и задвижваната машина
1.3. Търкалящи лагери - увеличена радиална хлабина	8 Hz 16,33 Hz	12 mm/s RMS. 16 mm/s RMS	Радиални вибрации с невъзпроизводима индикация по амплитуда. При всяко следващо измерване амплитудата има различни стойности.
- лошо мазане и увеличена грапавост на търкалящите повърхности	от 2 до 5 kHz 32 kHz	16 mm/s RMS 55 dBsv	Радиални вибрации с разнообразни по стойност амплитуди в този честотен диапазон SPM-метод
<b>2. Редуктори</b> - контролират се в измервателни точки 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 (фиг. 1)			
<b>2.1. Търкалящи лагери:</b>			
- увеличена радиална хлабина			Радиални вибрации с невъзпроизводима индикация по амплитуда
за точка 3	16,33 Hz 8,16 Hz	12 mm/s RMS 5 mm/s RMS	
за точки 4 и 5	10,5 Hz 5,25 Hz	10 mm/s RMS 4 mm/s RMS	
за точки 6 и 7	3,5 Hz 1,75 Hz	8 mm/s RMS 4 mm/s RMS	
за точки 8 и 9	1 Hz 0,5 Hz	10 mm/s RMS 3 mm/s RMS	
- лошо мазане и повреди по повърхностите на търкаляне			SPM - метод
за точка 3	32 kHz	55 dBsv	
за точки 4 и 5	32 kHz	50 dBsv	
за точки 6 и 7	32 kHz	30 dBsv	
за точки 8 и 9	32 kHz	17 dBsv	
<b>2.2. Зъбни колела</b>			
- дефекти от лош монтаж			Силни радиални вибрации, строго периодични в хармоничния ред със възпроизводими амплитуди
точка 4	1452 Hz	4 mm/s RMS	
точка 5	1089 Hz	5 mm/s RMS	
точка 6	628 Hz	6 mm/s RMS	
- дефекти от експлоатация			Силни радиални вибрации, строго периодични в хармоничния ред със възпроизводими амплитуди
точки 4 и 5	5000 Hz	14 mm/s RMS	
точки 6 и 7	1500 Hz	11 mm/s RMS	
<b>3. Барабани от ГТЛ</b> - контролират се в измервателни точки: 10 <sub>лд</sub> , 11 <sub>лд</sub> , 12 <sub>лд</sub> , 13 <sub>лд</sub> , 14 <sub>лд</sub> (фиг. 1)			
<b>3.1. Търкалящи лагери</b>			
- увеличена радиална хлабина	1 Hz 0,5 Hz	7 mm/s RMS 4 mm/s RMS	Радиални вибрации с невъзпроизводима индикация по амплитуда
- лошо мазане и грапавост	32 kHz	10 dBsv	SPM - метод

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящата публикация е ориентирана към промишлената реализация на система за непрекъснат виброконтрол на състоянието на един тип лентови транспортъори работещи в Мини “Марица-изток” АД. Диагностичното разпознаване на цитираните в таблица 2 механични повреди може да се реализира чрез контрол на ефективната виброскорост и нивото на ударните импулси (SPM-метод). Нормирането на съответните параметри за контрол е реализирано не само чрез теоретични пресмятания, но и чрез експериментални изследвания. Получените резултати могат да се използват като проектно предписание при избора и настройката на конкретен тип промишлена следяща система.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Пожидаева В., Ст. Стоев, Въведение във вибродиагностиката, С., МГУ, Печатна база на МНП, 91.

[2] Пожидаева В., Сл. Дончев, Грапавост на контактните повърхнини в търкалящия лагер, - Научно-техническа сесия “Контакт’98” Сб. статии “Трибохимия и трибомеханика”, том I стр. 110-114.

[3] Пожидаева В., Сл. Дончев, Автоматичен контрол и диагностика на състоянието на лагерите от тежкото минно оборудване, осигуряващ ефективната му и безаварийна експлоатация, Национална Конференция “Автоматика и информатика, 98”, София 20-23 октомври 98. Сб. доклади., том 6, стр. 64-65.

[4] Дончев Сл., В. Пожидаева, Изследвания за създаване на модулна система за експресна диагностика на минната механизация в открития въгледобив, Договор МЕМФ 7/2001.



„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ ЧЕТВЪРТА**

***БЕЗОПАСНОСТ И НАДЕЖДНОСТ НА  
ТРАНСПОРТА***





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РИСКИ ВСТУПЛЕНИЯ СЛОВАКИИ В ЕВРОПЕЙСКУЮ УНИЮ

Ладислав Шимак

#### АННОТАЦИЯ

*Вступление любой страны в общность типа Европейской унии связано с рисками. Крупнейшие хозяйственные риски берут на себя небольшие и экономически слабо развитые страны. Словацкая республика подвержена множеству рисков, которые могут подвергнуть опасности ее хозяйство и вызвать кризисные явления. Неовходимо осуществлять предупредительные меры и искать пути исключения возможных явлений.*

#### ВВЕДЕНИЕ

Вступление Словакии, как и других средне-европейских и восточноевропейских стран в Европейскую унию постепенно становится реальностью. Членство в Европейской унии оказывает содействие больше чем 60 % граждан Словацкой республики и правительство производит эффективную медиальную кампанию со стремлением эту поддержку еще подкрепить. Но все больше людей спрашивается, что конкретно повлечет за собой для Словакии вступление в Европейскую унию. А именно специалисты из разных областей общественной, политической, хозяйственной но и культурной среды стремятся найти соответствующие ответы на вопрос, что потеряет Словакия из своего, только недавно приобретенного суверенитета и что наоборот приобретет. Журналисты стремятся открыть слабые стороны этого процесса и простой гражданин задает себе вопрос, улучшится ли его жизненный уровень или наоборот что-нибудь, хотя только временно, потеряет.

Приведенные проблемы возможно рассмотреть и с точки зрения теории рисков. Исходя из основной предпосылки, что только минимум общественных и экономических активностей

протекает в условиях уверенности и бесспорности, необходимо примириться с действительностью, что и вступление в ЕУ протекает в обстановке неопределенности. Риски не являются только угрозой для данного субъекта, но предоставляют и возможность. Они могут конечно привести к кризисным явлениям, но с другой стороны приносят и стремления к развитию. Риски вступления в ЕУ необходимо полностью анализировать и искать пути их ограничения.

#### 1. ЕВРОПЕЙСКАЯ УНИЯ И СЛОВАКИЯ

Характер ЕУ нельзя недвусмысленно определять. ЕУ обладает некоторыми элементами международной организации, конфедерации, федерации, может быть державы. В значительной мере ЕУ внутренне собралась в одно целое, причем отдельные страны отказались от своего суверенитета во многих вопросах экономического, торгового, сельскохозяйственного сектора и в следующих областях. Самые важные соотношения находятся однако в секторе политическом. С другой стороны ЕУ не располагает никаким европейским правительством, исходящим из прямых выборов и порученным

представлять интересы всех членских государств. Членские страны делегируют своих представителей в общий парламент на основе пропорционального представления. Этот принимает общие законодательные нормы.

Хотя у ЕУ общий рынок, общая региональная и сельскохозяйственная политика, которые управляются сверхнациональным способом, она не имеет компетенцию менять налоговые системы своих членов, ей нельзя управлять вооруженными силами и заключать международные договоры. ЕУ приносит своим членам множество преимуществ и она в состоянии исключить целый ряд рисков, которые небольшие государства, как например СР, могут брать на себя только с большими трудностями.

Процесс постепенной интеграции в ЕУ имеет пока ряд ограничений и недостатков. Несмотря на общую денежную систему имеют отдельные государства разную налоговую и социальную политику. Хотя уния основана на принципе свободного движения товаров и капитала, в этом секторе существует ряд ограничений принятых отдельными государствами, связанными договорами вне ЕУ и дальнейшие противоречивые вопросы. В то время как в вопросах налогов и защиты требуется единомыслие, в проблематике свободного состязания достаточно квалифицированное большинство. Значит, ЕУ пользуется орудиями общепринятыми в федерации, но тоже в межправительственных структурах какой является например ООН.

Вопреки того, что не полностью ясно, является ли ЕУ организацией с собственными компетенциями, или же находится под влиянием правительство доминирующих государств, будет ее интеграция продолжаться. В принципе не предполагается потеря или сдача суверенитета, но больше всего имеется ввиду его разделение с центральными органами до меры необходимой для достижения определенной общей цели при взаимно подходящих условиях.

Словакия тоже получит возможность достичь некоторых целей более эффективно в рамках ЕУ. Однако если хочет быть успешной при проведении предложений собственных интересов посредничеством ЕУ, она должна быть подготовлена координировать свою линию поведения, билатерально предварительно вести переговоры насчет вопросов общего интереса и принимать компромиссные решения.

## 2. ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РИСКИ ВСТУПЛЕНИЯ В ЕУ

Хозяйственную обстановку вообще и прежде всего обстановку рыночной экономики можно характеризовать как обстановку рисковую. Хозяйственные риски выражены возможными потерями в области хозяйственных результатов и вероятностью с какой такие потери возникнуть могут, но в ряде случаев они не известны. В общем возможно хозяйственные риски разделить на:

стратегические риски :

- законодательные риски,
- всеобщие (геополитические) риски,
- оперативные риски :

• внутренние риски хозяйственной организации,

- социальные риски.

Законодательные риски представляют собой всеобщие действующие правовые нормы, которые принимает общество через посредничество своих законодательных и исполнительных органов государства. Их аппроксимация с законодательством ЕУ приносит с собой существенные перемены и новое понимание разных процессов и методов. Они ограничивают и регулируют пространство, в котором могут оказывать воздействие хозяйственные и общественные организации и являются частичным ограничением свободных рыночных отношений. Во многих случаях поэтому большие и сверхнациональные фирмы стараются смягчить или исключить ограничения и добиваются дерегулировки хозяйственного и торгового права. Однако и эта для небольших стран, какой есть и Словакия, невыгодна.

Всеобщие риски связаны прежде всего с общественной средой, в которой данное государство или исследованный объект находится. Речь идет об обстановке политической, экономической, идейной, о международном сосуществовании и об общей мировой европейской обстановке. Для хозяйственной деятельности на уровне национальном является знакомство международного положения очень важным, так как оказывает прямое влияние и на внутреннеполитические и экономические процессы. Геополитические риски вступления Словакии в ЕУ нельзя забрасывать. Они соединены с послевоенной историей Словакии и влияниями директивно управляемой экономики на целое хозяйство, которое нельзя трансформировать без мучительных вмешательств в жизненный уровень людей. Все это связано именно с либерализацией мо-

нопольных отраслей хозяйства (энергетика, телекоммуникации, транспорт,...), целью которой является обеспечение свободного выбора для потребителей и понижения цен услуг в общественных интересах. Однако гражданин пока ощущает только рост цен (стремление приблизиться уровню цен в ЕУ). С другой стороны все больше снижается поддержка государства избранным субъектам, чтобы устранить некоторую форму необоснованной дискриминации и не извращать хозяйственное соревнование. Но результатом является крах малых и слабых.

Внутренние риски вытекают из самой производимой деятельности предпринимательских субъектов и их отношений во внешних связях. Эксплуатационные, производственные или любые другие деятельности всегда связаны с определенным предпринимательским риском, причем рискованной является и сама эксплуатация. Внедрение новых европейских норм и стандартов приносит с собой ряд рисков. Хотя некоторые из принимаемых норм мягче тех, которые до сих пор использовались в Словакии, этот процесс вызывает дисгармонию и производительность субъекта снижается. Важной проблемой в значительной мере является устаревший промышленный парк.

Социальные риски вытекают из человеческого труда в хозяйственной обстановке. Человек является не только носителем и производителем труда, но и личностью, членом сообщества. Отношения между организацией и работниками должны быть регулированы законодательством но и обычным правом. Передача трудовых отношений невозможна только изданием нового законодательства, совместимого с трудовым правом ЕУ. В этой области должны происходить и изменения в мыслях и поведении людей. Эта проблема гораздо сложнее.

Трудовые отношения деформирует кроме того и высокая мера безработицы, движущаяся около 20 %. С другой стороны является положительным направлением уровень образования трудящихся, а именно молодых людей. Скептики предполагают, что после вступления Словакии в ЕУ на работу 6 – 8 % жителей с упором на высококвалифицированных специалистов и это является важной угрозой для всего хозяйства.

По опубликованным статистическим данным и анализам произведенных Словацкой Академией наук, не являются предвступительные хозяйственные позиции Словакии очень розовыми. Для иллюстрации приводим несколько данных:

- рост валового отечественного продукта:
  - 1995 = 6,7 %
  - 1998 = 4,1 %
  - 1999 = 1,9 %
  - 2000 = 2,2 %
  - 2001 = 2,9 %
- сальдо государственного расчета:
  - 1995 = + 4,2 млрд. Ск
  - 1998 = - 14,8 млрд. Ск
  - 1999 = - 27,6 млрд. Ск
  - 2000 = - 44,3 млрд. Ск
  - 2001 = - 34,8 млрд. Ск
- сальдо зарубежной торговли:
  - 1995 = - 70,3 млрд. Ск
  - 1998 = - 83,0 млрд. Ск
  - 1999 = - 45,0 млрд. Ск
  - 2000 = - 41,7 млрд. Ск
  - 2001 = - 103,2 млрд. Ск
- 49 % среднего экономического уровня ЕУ,
- 50 % уровня производительности труда в ЕУ,
- 30 % среднего уровня заработной платы в ЕУ,
- 440 млрд. – государственный долг,
- 41,7 % доля государственного долга в валовом отечественном продукте,
- 15 % предполагаемый рост цен после вступления в ЕУ.

Кроме того надо осознать, что Словакия будет в начале своего существования в ЕУ получать меньше средств, как будет давать. Это вытекает из того, что сборы мы будем отдавать в начале, но черпание может произойти только после обработки проектов и их приеме в Брюссели. Это может длиться несколько месяцев, но перенос будет минимально один год.

Дальнейшим риском являются производственные и вывозные квоты. Ради них будет в опасности словацкое сельское хозяйство. поголовье овец должно было бы понизить наполовину, из требуемых 60 000 тон сахара нам предложили 3 200 тон и дотации в сельское хозяйство должны быть на уровне 25 % дотаций в ЕУ.

С точки зрения макроэкономической, значит нельзя риски вступления Словакии и ЕУ забрасывать. Однако и на уровне микроэкономическом это непросто. Речь идет именно об отраслевой структуре хозяйства и доли отдельных отраслей и областей народного хозяйства в общей продукции и производительности труда. Дальнейшие риски связаны с сырьевой базой, первичным производством и масштабом финального производства, третьеразрядной сфе-



рой услуг, с туристикой, их влиянием на отечественную и зарубежную торговлю, с уровнем финансовой сферы, кредитной политикой, страховым делом и дальнейшими отраслями.

Дальнейшим рискован фактором является государственная и региональная оснащенность. Масштабы, технический и персональный уровень общественного управления с упором на государственное управление оказывают отрицательное влияние на экономику. Государственные расходы чрезмерны, коммунальная оснащенность недостаточна, услуги школьного дела, здравоохранения и безопасности бюджетно неправильных размеров. Размер этих экономических рисков прямо зависит от сравнения с государствами ЕУ.

Безопасность Словацкой республики – это тоже риск, имеющий определенные экономические следствия. Оборона, защита и внутренняя безопасность Словакии может быть в опасности от ряда факторов (организованные преступления, терроризм, нежелательная миграция, соблюдение и взыскание отечественного и международного права,...). Нарушение уровня безопасности оказывает значительное экономическое следствие.

Политическая стабильность и социальная оснащенность представляют следующие риски вступления в ЕУ и оказывают прямое влияние на хозяйство Словакии. Словацкая республика характерна нестабильной, неопределенной и взаимно противоречивой политической атмосферой. Политическая неустойчивость, высокая степень взяточничества, но тоже недостаток надежности и специальности являются крупным риском общей, значит и экономической стабильности СР. Пока еще не удалось трансформировать комплексно социальную систему Словакии и и обеспечить ее достатком источников. Появляются реальные сомнения насчет

выдачи рент в будущем. Вступление в ЕУ могло бы спаять политическую сцену, но предполагается повышение безработицы в первом периоде до 30 % и еще больше введет в опасность уровень социального оснащения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Недвусмысленно должно утверждать, что вступление в ЕУ связано с множеством хозяйственных рисков. Рисков, которые могут вызвать потери, но могут быть и источником развивающихся стремлений.

Приведенные риски необходимо подробно анализировать, искать пути их исключения. Государственные административные органы, но и предпринимательские субъекты должны быть подготовлены для решения конкретных явлений кризиса, которые могут быть вызваны хозяйственными рисками после вступления в ЕУ. Не правильно, если из рисков вступления в ЕУ делается гудараственная тайна. Лучше было бы проводить предварительные меры и готовить механизмы и источники решения возможных кризисов. В Словакии к сожалению этому не так.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Миколай, Й.: Менеджмент рисков, ФШИ ЖУ, РСВ, Жилина, 2001, 170 страниц, ИСБН 80 – 88829 – 65 – 8

[2] Шимака, Л.: Менеджмент кризиса в общественном управлении, ФШИ ЖУ, РСВ, Жилина, 2001, 233 страниц, ИСБН 80 – 88829 – 13 – 15

[3] Евро – магазин, том 5, № 1 – 4/2002, ИССН 1335 - 3918



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МИНИМИЗАЦИЯ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ НА ОБОРУДОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ ПРИ ЗАДАННОМ УРОВНЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Александр Иванович Годяев

#### АННОТАЦИЯ:

*Предлагается методика расчета уровня безопасности железнодорожного переезда, учитывающая: изменение во времени характеристик случайных потоков поездов и автотранспорта; данные об уже совершенных авариях и индивидуальные особенности переезда. Рассматривается решение задачи минимизации риска возникновения аварии при заданном объеме капиталовложений или объем капиталовложений при заданном уровне безопасности.*

**Ключевые слова:** безопасность, сокращение капиталовложений, прогнозирование, вероятность аварии, железнодорожные переезды.

Железнодорожные переезды являются местом повышенной опасности для движения поездов и автотранспорта, а происходящие на них аварии характеризуются большим числом человеческих жертв, особой тяжестью травматизма [1] и значительными материальными потерями [2]. После каждой крупной аварии осуществляется расследование причин, повлекших ее возникновение, появляются указания и другие нормативные документы, предусматривающие закрытие железнодорожных переездов или проведения мероприятий по повышению их технической оснащённости. Последнее требует значительных капиталовложений, изыскать которые для всех переездов весьма затруднительно. Более того, эффективность данных капиталовложений часто оказывается такой низкой, что не приводит к повышению уровня безопасности.

Значимость любого мероприятия по оборудованию переезда техническими средствами можно оценить по соотношению функциональ-

ной полезности и стоимости данного мероприятия. Если расчет стоимости работ по оборудованию переезда ограждающими устройствами и изменению его индивидуальных особенностей не вызывает особых затруднений, то для определения функциональной полезности выполняемых работ необходимо оценить ожидаемое после их проведения снижение числа аварий. Уровень безопасности на железнодорожном переезде предлагается оценивать по величине вероятности возникновения аварии на среднестатистическом часовом интервале, рассчитываемой на основании приводимой ниже, методики [3].

Анализ причин возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) показывает, что аварии в большинстве случаев происходят вследствие неправильной оценки водителями сложившейся ситуации или несвоевременного торможения транспортного средства на подходе к переезду. При неправильной оценке ситуации для возникновения ДТП необходимо

наличие следующих условий:

А. – наличие поезда на участке приближения к переезду;

В. – наличие перед переездом автотранспортного средства при условии нахождения поезда на участке приближения;

С. – выезд автотранспортного средства на переезд в опасной близости от подвижного состава;

Д. – невозможность освобождения переезда автотранспортным средством до вступления поезда.

Вероятность возникновения аварийной ситуации в произвольно выбранном  $J$ -ом временном интервале, определяемом временем проследования переезда обычным автомобилем, предлагается рассчитывать, как вероятность совместного появления всех перечисленных выше событий:

$$P_{Ho}(J) = P_A(J) \cdot P_{B/A}(J) \cdot P_{C/AB}(J) \cdot P_{D/AB}(J) \quad (1)$$

Модели движения поездов и автотранспорта представлены регулярными потоками с постоянной интенсивностью движения в течение каждого часа, при случайном изменении интенсивности по часовым интервалам. Характер изменения интенсивности следования поездов определяется организацией движения на рассматриваемом участке. Изменение интенсивности движения по часовым интервалам автотранспорта задается на основе распределений полученных в ходе натурных наблюдений для различных групп переездов и видов автотранспорта.

Вероятность нахождения состава на участке приближения к переезду в каждом часовом интервале определяется в соответствии с выражением:

$$P_A(J) = T_{OP} / 3600 \quad (2),$$

где  $T_{OP}$  - интервал опасного взаимодействия автотранспорта с подвижным составом, определяемый временем занятия участка извещения в рассматриваемом часовом интервале. Вероятность нахождения автотранспортного средства перед переездом в каждом  $J$ -ом интервале, при условии нахождения на участке извещения подвижного состава, рассчитывается в соответствии с выражением:

$$P_{B/A}(J) = [K \cdot P(K) + (K + 1) \cdot P(K + 1)] / m$$

(3), где  $P(K)$ ,  $P(K + 1)$  - соответственно, вероятность подхода к переезду  $K$  и  $K + 1$  - го автомобиля за время нахождения на участке извещения подвижного состава.  $m$ - число отрезков разбиения  $T_{OP}$  на  $J$  интервалов. Значения вероятностей  $P(K)$ ,  $P(K + 1)$  определяются путем решения задачи о нахождении случайно брошенной точки во временной интервал опасного взаимодействия с подвижным составом.

Вероятность  $P_{C/AB}(J)$  выезда автотранспортного средства на переезд в каждом  $J$ -ом рассматриваемом интервале, учитывает случайный характер поведенческой деятельности водителей транспортных средств, заключающийся в принятии неправильного решения в сложившейся ситуации. Зависимость данной вероятности от времени, оставшегося до занятия переезда подвижным составом, обеспечиваемых условий видимости и оснащённости переезда ограждающими устройствами получена путем обработки данных большого количества натурных наблюдений для различных групп переездов. Для переездов, не оборудованных ограждающими устройствами и обеспечивающих видимость приближающегося к переезду подвижного состава на протяжении всего интервала опасного взаимодействия  $T_{OP}$ , величина вероятности

$P_{C/AB}(J)$  является функцией времени, оставшегося до вступления поезда на рассматриваемый переезд. При определении  $P_{C/AB}(J)$  для  $J$  временных интервалов, не обеспечивающих условий видимости, величина данной вероятности принимается равной единице. В случае оборудования переезда ограждающими устройствами, значение  $P_{C/AB}(J)$  корректируется на каждом  $J$ -ом временном интервале, в зависимости от типа ограждающего устройства.

Обработка большого количества статистического материала показала, что случайная величина скорости автотранспорта при приближении к переезду и его проследовании описывается усеченным гаусовским распределением, числовые характеристики которого зависят от особенностей переезда, его расположения и ряда других факторов. Поэтому вероятность  $P_{D/ABC}(J)$  освобождения переезда до вступления поезда транспортным средством, выехавшим на переезд в  $J$ -ом временном интервале, опреде-

ляется вероятностью нахождения скорости данного автомобиля в интервале  $[0, v_{min}(J)]$ , где  $v_{min}(J)$  - минимальное значение скорости, при следовании с которой, автотранспортное средство, вступившее на переезд в  $J$ -ом временном интервале, еще успеет освободить переезд до вступления поезда. Задание интервала  $[0, v_{min}(J)]$  от нулевого значения позволяет наряду, с авариями, возникшими по причине неправильного учета водителями сложившейся ситуации и выезда на переезд в опасной близости от подвижного состава, также учесть аварии, происходящие из-за неисправности транспортного средства, его буксования, наличия на переезде транспортной пробки.

Аналогично с вероятностью  $P_{НО}(J)$  предлагается рассчитывать вероятность  $P_{НТ}(J)$  возникновения аварийной ситуации в  $J$ -ом временном интервале вследствие несвоевременного торможения автотранспортного средства на подходе к переезду. Значение  $P_{НТ}(J)$  определяется в соответствии с выражением (1) с заменой вероятности  $P_{САВ}(J)$  выезда автотранспортного средства на железнодорожные пути перед приближающимся поездом на вероятность  $P_{Е/АВ}(J)$  подхода к поезду автомобиля со скоростью  $v_{МАХ}$ , при следовании с которой автомобиль не сможет остановиться перед переездом.

На основании вычисленных значений вероятностей  $P_{НО}(J)$  и  $P_{НТ}(J)$  рассматривается вероятность возникновения аварийной ситуации в каждом  $I$ -ом часовом интервале, с последующим усреднением по времени суток, дням недели и времени года. Такой подход позволяет определить вероятность возникновения аварийной ситуации в среднестатистическом часовом интервале, обеспечивая учет изменения на переезде транспортных потоков, погодных условий, продолжительности светового дня, возможности сезонного обслуживания и целого ряда других факторов.

Аварийная ситуация хотя и является предпосылкой аварии, но может и не повлечь ее возникновения, вследствие влияния человеческого фактора, использующего все возможности для предотвращения аварии. Поэтому вероятность возникновения аварии на среднестатистическом часовом интервале предлагается рассчитывать путем умножения вероятности возникновения аварийной ситуации на некоторый весовой коэффициент. Численное значение данного коэффициента может быть определено на основании статистических данных о количестве уже совершенных за семь лет аварий на рассмат-

риваемой выборке из  $N$  переездов.

Кроме приведенной выше методики, учитывающей при определении вероятности возникновения аварии большинство присущих переезду индивидуальных особенностей, значение данной вероятности также рассчитывается и с использованием методики, базирующейся на статистических данных о уже совершенных ДТП. В соответствии с данной методикой, вероятность возникновения аварии на среднестатистическом часовом интервале находится как некоторая линейная комбинация, взятых с соответствующими весовыми коэффициентами, оценок, рассчитываемых за некоторый временной интервал на основании информации о количестве ДТП на рассматриваемом и группе близких к нему по характеристикам переездов. Выделение однородных групп переездов осуществляется с использованием нечеткой логики, что обеспечивает более обоснованное формирование кластеров.

Результирующее значение вероятности возникновения аварии на среднестатистическом часовом интервале находится путем объединения оценок, рассчитанных для рассматриваемого переезда с использованием каждой из приведенных выше методик. Объединение данных оценок также осуществляется на основе правил нечеткой логики с последующей дефазификацией полученного результата.

Варьирование типом, устанавливаемых на переезде технических средств и другими характеристиками переезда приводит к изменению стоимости его оборудования и вероятности возникновения аварии. Минимизация риска возникновения аварии при заданном объеме капиталовложений на строительство и эксплуатацию железнодорожного переезда или объема капиталовложений при заданном уровне безопасности, достигается за счет рационального выбора типа, устанавливаемых на переезде ограждающих устройств, очередности оборудования переездов данными устройствами, а также выбора вида и этапности проведения различных мероприятий по повышению безопасности движения.

Для каждого переезда, начиная с обеспечивающего наибольшую вероятность возникновения аварий, подбирается тип ограждающих устройств, набор технических средств и мероприятий по реконструкции переезда. Подбор осуществляется до тех пор, пока не будет достигнут требуемый уровень безопасности на всей группе рассматриваемых переездов или не бу-

дет превышен выделенный на реконструкцию переездов объем капиталовложений.

Для реализации сформулированного в предлагаемой концепции обеспечения безопасности [3], комплексного подхода к проблеме аварийности на железнодорожных переездах, разработана система поддержки принятия решений (СППР). В состав СППР входят: интерфейс пользователя, обеспечивающий взаимодействие с системой лица принимающего решения; база данных о всех, расположенных в пределах дороги переездах; база знаний; база имитационных моделей; реализованный на основе изложенных выше методик модуль определения вероятности возникновения аварии, а также ряд, обеспечивающих функционирование системы вспомогательных модулей.

Использование СППР позволяет: обоснованно выбирать вид и этапность проведения мероприятий по повышению безопасности движения на железнодорожных переездах; рационально расходовать, отпущенные для решения данной задачи капиталовложения; осуществлять сертификацию железнодорожных переездов в зависимости от обеспечиваемого на них уровня безопасности, который должен быть не ниже некоторой, нормируемой для каждой дороги величины.

Кроме решения перечисленных выше задач, СППР обеспечивает: хранение отображение и корректировку всей необходимой для принятия решений информации составляющей электронный паспорт [4] каждого из расположенных в пределах дороги переездов; отображение на дисплее схематического плана любого переезда, компонуемого системой из отдельных типовых элементов, выбираемых на основе хранящейся в базе данных СППР информации.

Включенная в состав СППР имитационная модель переезда [4] позволяет пользователю системы проанализировать функционирование выбранного для исследования переезда при различных условиях и размерах движения поездов и автотранспорта. При работе СППР обеспечивается возможность использования модели в следующих режимах:

- определение времени извещения с возмож-

ностью задания направления следования, начального удаления от переезда и параметрах движения поезда и автомобиля;

- исследование функционирования переезда при заданной интенсивности и скорости следования поездов и автотранспорта.

Изложенное выше, позволяет сформулировать следующие выводы:

- разработана методика расчета уровня безопасности железнодорожного переезда, позволяющая учитывать: изменение во времени характеристик случайных потоков поездов и автотранспорта; случайные величины скорости подхода к переезду транспортных средств и его проследования; поведенческую деятельность водителей; данные о уже совершенных авариях; большинство присущих переезду индивидуальных особенностей;

- любые мероприятия по реконструкции железнодорожных переездов должны осуществляться с учетом соотношений их функциональной полезности в обеспечении безопасности и их стоимости;

- минимизация риска возникновения аварии при заданном объеме капиталовложений может быть обеспечена за счет рационального выбора типа устанавливаемых на каждом переезде ограждающих устройств и очередности оборудования железнодорожных переездов данными устройствами.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Поздняков В.А., Аварийность на железнодорожных переездах: результаты анализа, Железнодорожный транспорт, 1999, №5, с. 49-53.

[2] Поздняков В.А., Чикин В.Н., Скупой платит дважды!, Путь и путевое хозяйство, 1998, №2, с. 14-17.

[3] Годяев А.И., Эффективность принятия решений в задачах обеспечения безопасности на железнодорожных переездах, Москва, Вестник МИИТа, №5, 2001, с.31-37.

[4] Годяев А.И., Гриншпун Ю.И., Автоматика, связь, информатика, 2002, №7, с. 27-29.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### MULTIFRACTAL APPROACH TO SAFETY AND RELIABILITY ENGINEERING OF TRANSPORT EQUIPMENT

Rashid Zainetdinov

#### ABSTRACT

*We introduce a new field of the multifractal applications in the reliability engineering and risk analysis. The multifractal approach gives probabilistic evidence for the existence of a multiplicative bi- or polynomial process hidden in the temporal structure of sequence of the critical events. We have applied the wavelet transform to statistical data sets on reliability and safety obtained from numerical simulations, tests and inspections of technical state for the transport equipment under real service conditions.*

**Key words:** Reliability, Safety, Multifractal, Wavelet, Multiplicative Process, Probabilistic Measure, Temporal Structure.

#### INTRODUCTION

The purpose of the paper is to introduce a new application of the multifractals in the reliability engineering, risk analysis and others fields where we deal with series of critical events of various scales and diverse natures. The spectrum of such critical events is quite broad: failures of the transport equipment, crashes, accidents, the damage accumulation in materials, etc. In particular, we do not know whether some temporal pattern is hidden in an apparently disordered set of critical events. The multifractal theory is a good basis for revealing such an order and describing the critical events sequence in time. It can provide a deeper understanding the nature of the event flow.

In reliability engineering for instance, the Weibull distribution is one of the most widely used distribution because through the appropriate choice of parameters a variety of failure rate behaviors can be modeled. The two-parameter Weibull distribution assumes that the failure rate  $l(t)$  is in the form of a power law [1]

$$\lambda(t) = \alpha \lambda^\alpha t^{\alpha-1}, \quad (1)$$

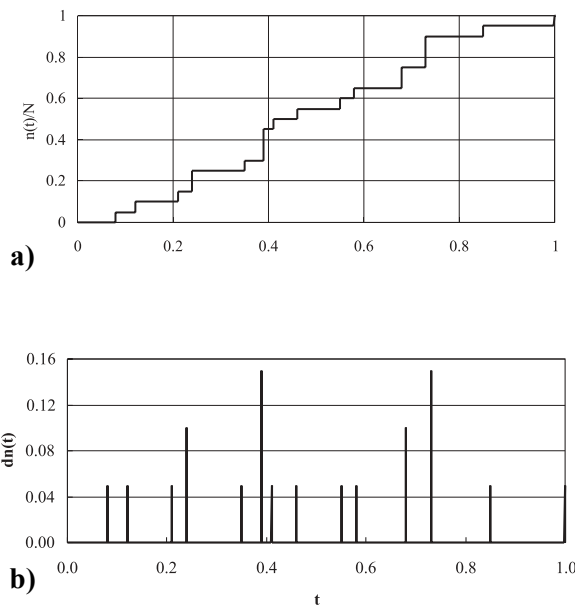
for all  $t \geq 0$ , where  $\alpha$  and  $l$  are positive and are referred to as the shape and scale parameters of the distribution respectively. Such power laws, with integer or fractional exponents, are in fact endless source of self-similarity or more precisely, self-affinity [2]. These functions can be qualified as self-affine functions since their graphs are similar to themselves when transformed by anisotropic dilations [3]. Deeper insight into critical events, their prediction and prevention is to be gained by using the multifractal approach.

In this paper, we present a technique for revealing the multifractal properties of the critical events sequence. For the approbation of the technique, a computer simulation study has been done. Wavelet analysis was carried out in order to verify the fractality of data sets obtained from numerical simulations, tests and inspections of technical state for the transport equipment under real service conditions. The continuous wavelet transform of empirical data on reliability and safety

provides probabilistic evidence that a multifractal description is appropriate.

**MATHEMATICAL FORMULATION**

A mathematical construction that represents the critical events sequence as a set of the random points on the time scale is referred to as a stochastic point process [4]. It can either be modeled as a list of impulses located at times where events occur (Fig. 1,b) or as a count process (Fig. 1,a), similar in a sense to the “devil staircase” fractal [2,3]. Such a process may be called fractal when a number of the relevant statistics of the point process exhibits scaling with related scaling exponents, indicating that the represented phenomenon contains clusters of points over a relatively large set of time scales. This scaling leads naturally to power-law behavior.



**Fig. 1.**

Let S be a sample of events of limited size  $N_0$  during the specified period of time  $[0, \tau_{max}]$ . The process time history for the sample S is represented by a sequence of idealized impulses of vanishing width, located at specified moments of the event time  $\tau_i, i = 1, 2, \dots, N_0$ . Further, let us rescale the time  $\tau_i$  of every i-th member of sample S on the maximum value  $\tau_{max}$

$$t_i = \tau_i / \tau_{max} , \tag{2}$$

so we can consider the event distribution on the unit interval of time  $T = [0, 1]$ . In order to characterize this distribution we divide the unit interval into temporal subintervals of duration

$\Delta t = 2^{-n}$ . So  $N = 2^n$  subintervals are needed to cover interval T, where n is the number of generation in the binary subdivision of the temporal interval T. The distribution of the sample population over the temporal interval is specified by the numbers,  $N_j$ , of members of the sample S in the j-th subinterval. We use the fraction of the total population

$$\mu_j = N_j / N_0 , \tag{3}$$

as a probabilistic measure for the content in subinterval  $\Delta t_j$ . The set  $\Omega$  of such probabilistic measures  $\Omega = \{\mu_j\}_{j=0}^{N-1}$  presents a complete description of the critical event’s distribution on the unit temporal interval T at stated resolution  $\Delta t$  [2,3].

Now let us consider a case that satisfies the Bernoulli trial conditions. In our interpretation a critical event of interest is the failure or accident occurred on the first half of temporal interval with probability p. The series of Bernoulli trials with parameter p is a sequence of independent trials in which there are only two outcomes, and probability p remains the same for all generations of the binary subdivision process of the unit temporal interval T.

In the case of Bernoulli trials the probabilistic measure m is recursively generating by a multiplicative binomial process (MBP) [2,3]. The multiplicative process provides an example of a probability which has a rich asymptotic structure and is, in modern terms, multifractal [5]. In fact, the binomial multifractal measure is a product of the multiplicative cascade, which attributes probabilities, to the dyadic temporal subintervals of the unit interval T. Distributions generated by a multiplicative bi- or polynomial process have many applications in the reliability engineering [1].

**COMPUTER SIMULATION STUDY**

For the approbation of the technique, a computer simulation study has been done. As a first step, we have carried out a multiscale analysis of data generated by MBP as a result of the series of Bernoulli trials. The multiplicative binomial process produces shorter and shorter temporal subintervals  $\Delta t$  that contain less and less fractions of the total measure. Finally the process generates a multifractal measure, supported by a triadic Cantor set on the unit temporal interval  $T = [0, 1]$ . Fig. 2,a shows the plot of the probability mass



function, that is measure  $\mu(x)$  of subinterval, located at  $x$  as a result of the Bernoulli trials with parameter  $p = 0.25$  after  $n = 12$  generations. Fig. 2,b shows the plot of the cumulative distribution function  $F(x)$  for the MBP, that is the measure for the interval  $[0, x]$ , as a function of  $x$

$$F(x) = \sum_{i=0}^x \mu_i. \quad (4)$$

The cumulative distribution function for the MBP has an evident feature, that is the self-affinity of the function  $F(x)$ , so the measure  $F(x)$  for the interval  $[0, x]$  is scaling in the sense that the left half of line 2 in Fig. 2,b is obtained from the whole, and the right half from the whole when transformed by anisotropic dilations.

Connection between parameter  $p$  of the

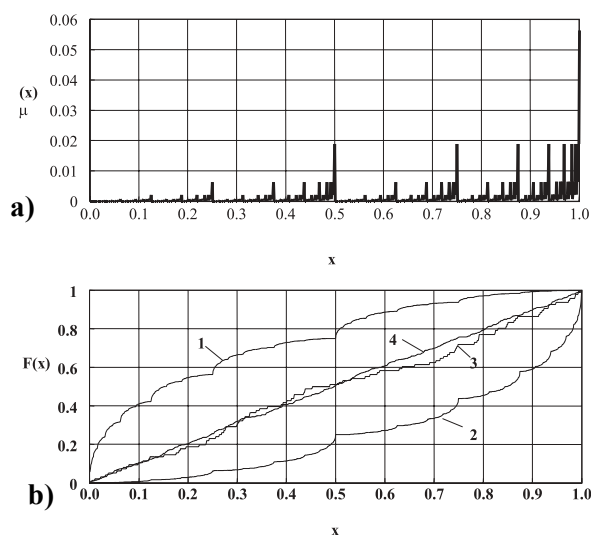


Fig. 2.

Bernoulli trial and multifractal spectrum is considered in [6]. Three types of failure-cascading process associated with typical form of cumulative distribution function are considered: process with early critical events (when  $p > 0.5$ ), independent process ( $p = 0.5$ ), and process with late events ( $p < 0.5$ ). We have used the forms for describing the tribofatigue damage accumulation: the first process corresponds to the cyclic softening of material, the second - to a unique damage evolution (Palmgren-Miner's rule) and the third - to the cyclic hardening of material [7].

### WAVELET TRANSFORM OF A PROBABILISTIC MEASURE

Wavelet transforms play an important role in the study of self-similar and self-affine signals and

probabilistic measures [8-10]. The continuous wavelet transform (CWT)  $W\{\mu(x)\}$  of a probabilistic measure  $\mu(x)$  [9]

$$W\{\mu(x)\} = \int_{Supp \mu} \psi_{ab}(x) d\mu(x) \quad (5)$$

is defined in terms of projections of  $\mu(x)$  onto a family of functions of the form

$$\psi_{ab}(x) = |a|^{-1/2} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (6)$$

normalized by  $|a|^{-1/2}$ . In Eq.(5)  $Supp \mu$  is the support of probabilistic measure  $m$ . This family of functions (6) formed by the dilations, which are controlled by the positive real number  $a$ , and translations which are controlled by the real number  $b$ , of a single function  $\psi(x)$  named the mother wavelet. Visually, the mother wavelet appears as a local oscillation, or soliton-like wave, in which most of the energy of the oscillation is located in a narrow region in the physical space. The dilation parameter  $a$  controls the frequency of  $\psi_{ab}(x)$ . The translation parameter  $b$  simply moves the wavelet throughout the domain.

The wavelet transform can be regarded as a mathematical microscope [8-10], for which position and magnification correspond to  $b$  and  $a^{-1}$ , respectively, and the performance of the optics is determined by the choice of the analyzing wavelet  $\psi(x)$ . Wavelet analysis is a powerful tool for locating singularities [8-10], because a singularity of a probabilistic measure  $\mu(x)$  at  $t_i$  produces a cone-like structure in the wavelet transform  $W\{\mu(x)\}$ , pointing towards the point  $a = 0, b = t_i$ . The wavelet transform assists visualization of self-similar or self-affine properties of multifractal objects [9]. It illustrates the complexity of the multifractal under consideration, revealing the hierarchy that governs the relative positioning of the singularities of a probabilistic measure  $\mu(x)$ . In the point stochastic process these singularities model the relative positioning of the critical events in the course of time.

### WAVELET ANALYSIS OF STATISTICAL DATA

Wavelet analysis is known to be a powerful tool for analyzing fractal attractors. We have applied the CWT to statistical data on reliability obtained from tests. Wavelet analysis provides a two-dimensional unfolding of the one-dimensional time history, resolving both the time and the scale as

independent variables. The multifractal structures proposed in the sequence of critical events are real-time structures, in contrast to fractal attractors, which reside in phase space. Thus the wavelet transform can be applied directly to data obtained from tests or from inspections of technical state under real service conditions.

Statistical data [11] have been used. The test specimens were deflected in reverse bending and three stress amplitudes were used: 145 MPa, 179 MPa, 214 MPa - for the first, second and third sample respectively. Specimens were tested to failure. The plots of empirical distribution function  $F(N_c)$  as a function of the loading cycles  $N_c$  are shown in Fig. 3.

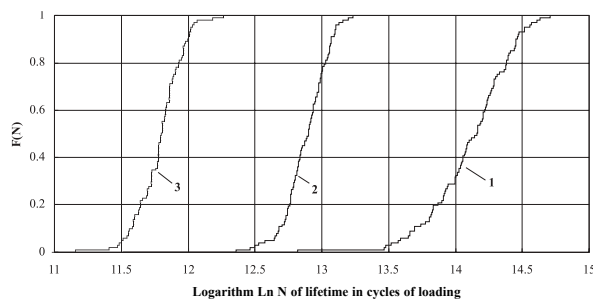


Fig. 3.

The wavelet analysis of the statistical data was carried out by using the technique described in [9,12]. Absolute values of the CWT  $W_{ab}\{\mu(t)\}$  coefficients and the skeletons were computed with the “Mexican hat” wavelet. Let  $N_L(a)$  be the number of local maxima lines in the CWT skeleton at the scale  $a$ . The concentration of data points around the straight line observed in the plot of  $\log(N_L(a))$  versus  $\log(a)$  can be regarded as a quantitative indication of the self-similarity of the critical events sequence in real data sets [9,10,12] (Fig. 4).

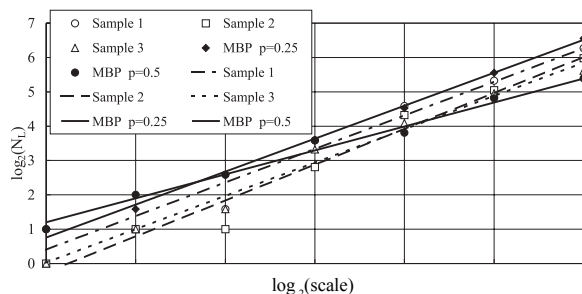


Fig. 4.

The critical events occurrence is probabilistic process, which results in the formation of self-affine temporal clusters. The CWT was applied to a series of statistical data obtained from numerical

simulations, tests and the technical state inspections under real service conditions. Wavelet analysis of empirical data on reliability and safety provides probabilistic evidence for the existence of a multiplicative process hidden in the temporal ordering of the critical events sequence. The possibility of multifractal interpretation of the critical events sequence was established. Deeper insight into critical events, their prediction and prevention is to be gained by using the multifractal approach in the reliability engineering and safety of transport equipment.

REFERENCES:

[1] Lewis, E., Introduction to Reliability Engineering, Wiley, New York, 1987.  
 [2] Peitgen, H.-O., Jurgens, H., Saupe, D., Chaos and Fractals: New Frontiers of Science, Springer-Verlag, New York, 1992.  
 [3] Feder, J., Fractals, Plenum Press, New York and London, 1988.  
 [4] Thompson, W.A.Jr., Point Process Models with Applications to Safety and Reliability, Chapman and Hall, New York, 1988.  
 [5] Zainetdinov, R.I. Revealing the Multifractal Nature of Failure Sequence. In: Paradigms of Complexity. Fractals and Structures in the Science World Scientific. Singapore, 2000.  
 [6] Зайнетдинов Р.И. Представление результатов испытаний Бернулли в виде мультифрактала. Методы менеджмента качества, № 3, Москва, 2000.  
 [7] Zainetdinov, R.I., Gadolina I.V. Multifractal Approach to Reliability Engineering. Proceedings of III International Symposium on Tribology-Fatigue. Hunan University Press, Beijing, 2000.  
 [8] Wornell, G.W., Signal Processing with Fractals: a Wavelet-Based Approach, Prentice Hall, 1996.  
 [9] Зайнетдинов Р.И. Вейвлетный анализ и его применение в инженерном деле. Учебное пособие. Москва, МИИТ, 2001.  
 [10] Arneodo, A., Wavelet analysis of fractals. In: Wavelets. theory and Applications. G. Erlebacher, Y. Hussaini, L. Jameson (eds.). Oxford, 1996.  
 [11] Bogdanoff, J., and Kozin, F., Probabilistic Models of Cumulative Damage. Wiley, New York, 1985.  
 [12] Зайнетдинов Р.И. Подтверждение мультифрактальной природы последовательности отказов с использованием вейвлет-анализа. Методы менеджмента качества, № 9, Москва, 2000.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### APPROACH TO THE QUANTITATIVE RISK ANALYSIS OF A LEVEL CROSSING TRAFFIC PROCESS BY MEANS OF STOCHASTIC PETRI NETS

R. Slovak, J. May, P. Tomašov, E. Schnieder

#### ABSTRACT

*This paper presents a formal approach to modelling traffic operational process based on Stochastic Petri Nets. It shows a process model which should build a base for future risk based design of a railway operation control system. Due to the usage of a special class of stochastic Petri Nets a qualitative, as well as a quantitative quality assurance of attributes required by CENELEC standards is supported.*

**Key words:** Risk analysis, Stochastic Petri Nets, Level crossing, Traffic process modelling.

#### INTRODUCTION

Nowadays diverse railway safety organisational structures, strategies and operational practices are still used in many European countries. Each national railway authority and industry has developed its own strategy, requirements and operational procedures to obtain a safe system. They have also implemented systems and measures in accordance to their philosophy of safety as well as their national restrictions. To harmonise the technical and the operational systems, the European Union has set up a set of CENELEC Standards with the aim of providing direction and guidance in the areas of RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) [1].

Up to now, the safety relevant train control systems were designed with the aim to reaching the highest possible safety level based on the requirement of absolute safety. One new features

of CENELEC Standards is the definition of safety targets for all components of the railway operation control system based on the risk evaluation as a result of its operational requirements. This approach allows the designers to reach the required safety level of railway operation by cost effective means. The approach fits to the vision of a future intelligent traffic system.

The following paper presents a method for a system design based on operational risk evaluation (chapter 2) using a suitable formal modelling language (chapter 3). For traffic process modelling (chapter 4) and for estimation of required safety targets (chapter 5) an example of a level crossing was chosen. The results of the model analysis are presented in chapter 7.

#### II. METHOD

The main task of a general Railway Operation

---

Ing. Roman Slovak, Technical University of Braunschweig Institute for Traffic Safety and Automation Engineering Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig, Germany e-mail: [slovak@iva.ing.tu-bs.de](mailto:slovak@iva.ing.tu-bs.de)

Dipl.-Ing. Jurg May, Technical University of Braunschweig Institute for Traffic Safety and Automation Engineering Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig, Germany e-mail: [may@iva.ing.tu-bs.de](mailto:may@iva.ing.tu-bs.de)

Prof. Dr.-Ing. Eckehard Schnieder, Technical University of Braunschweig Institute for Traffic Safety and Automation Engineering Langer Kamp 8, 38106 Braunschweig, Germany e-mail: [schnieder@iva.ing.tu-bs.de](mailto:schnieder@iva.ing.tu-bs.de)

Prof. Ing. Pavol Tomašov, PhD, University of Žilina, Faculty of Electrical Engineering, Department of Information & Safety Systems, Veská diel, 01026 Žilina, Slovakia, e-mail: [tomas@fpedas.utc.sk](mailto:tomas@fpedas.utc.sk)

Control System (ROCS) is to ensure a safe railway traffic process. This process must be free of intolerable risk, which is defined as probability of undesired event or state multiplied by the extend of accidental damage. From the safety point of view according to the norm [1] human life is taken as a reference for extend of the accidental damage. To estimate the risk of the responsible hazard situation the traffic process, to be controlled by ROCS, has to be analysed in the first step of the system design. A suitable model of the traffic process can be applied for identification of the undesired operational events and for evaluation of their occurrence rates, considering expected traffic densities.

Based on a suitable safety criterion, e.g. ALARP, GAMAB or MEM [1] the acceptable occurrence of the undesired event in the traffic process can be obtained. Its comparison with the estimated value from the traffic process model makes possible to estimate the risk amount to be reduced by operation of the ROCS. This is crucial for further ROCS functional specification design as well as for the safety analysis of its technical implementation.

The traffic process model can be further extended by ROCS-functionality modelling in order to identify the safety relevant system functions [2]. Adding the failure behaviour of safety relevant ROCS functions to the model respecting their technical realisation allows to investigate the dependence of the operational risk from the failure characteristics of responsible technical components of the ROCS. To reach this aim a qualitative as well as a quantitative analysis of the model during its construction must be possible. Such iterative approach to the construction avoids formulation of unnecessarily strong safety requirements to the ROCS design.

### III. MODELLING LANGUAGE

#### 3.1 REQUIREMENTS

In order to model the traffic process a suitable formal modelling language must be applied. The constructed model should allow description of causal, temporal and dynamical system behaviour and its qualitative as well as quantitative analysis.

The main aim of the qualitative analysis is to provide formal support for the examination of reachable states space of the modelled process. It should be used for identifying the hazardous situations based on undesired operational events. Therefore on the one hand a global view is necessary. On the other hand, there are partly

autonomous processes of operational and technical objects, which have to be modelled locally in a concurrent way.

Using the quantitative analysis (stationary and transient analysis), the probability of undesired states or hazardous events related to any time of the system-lifecycle has to be evaluated. Inputs can be the statistical properties and parameters of the operational process as well as diverse stochastic characteristics of the failure behaviour of technical components in use.

To fulfil the considered requirements a subclass of Stochastic Petri Nets were chosen as the modelling language. In an earlier publication [2] a more detailed description of chosen modelling language is outlined. Next chapter is constraint just on main features of the applied Extended Stochastic and Deterministic Petri Nets (EDSPN).

#### 3.2 EDSPN

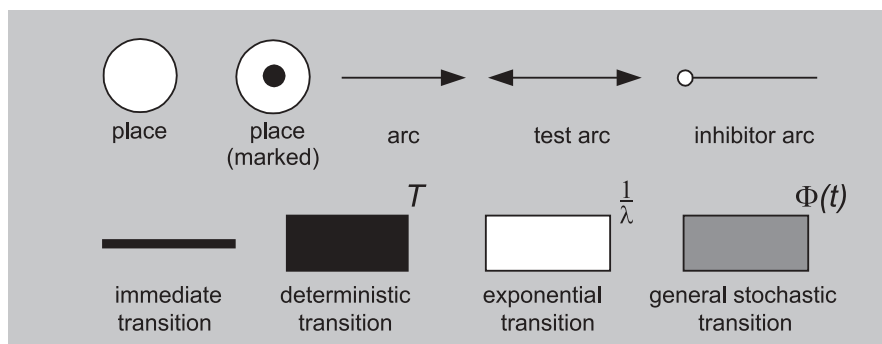
In general Petri Nets are used for the description of discrete event systems in a causal and temporal view. The structure of a Petri Net is visualised as a bipartial graph. The two disjunctive types of nodes connected by arcs are places (circles) and transitions (rectangles). Places can be interpreted as local states or conditions for events and transitions that represent events themselves. The meeting of conditions or reaching of states is represented by a marking within the place (figure 3). The set of all marked places, considered at anytime, represents the global state of the model. An event may occur, i. e. the transition is allowed to fire, if all preconditions (input places) are marked. The occurrence of a transition is related to the change of a global system state. In this way a Petri net model represents not only the static structure but also the dynamic behaviour of the modelled system.

The EDSPN allows four types of transitions which temporal behaviour depends on the time parameter  $\theta$ , defined as follows:

$\theta = 0$ . The transition occurs immediately after conditioning without any delay (*immediate transition*). Such a transition has always priority over transitions of other types.

$\theta = \text{const}$ . The transition occurs a constant time after conditioning (*deterministic transition*)

$P(\theta \leq t) = 1 - e^{-\lambda t}$ , with  $\lambda$  as rate of an exponential distribution function. The firing time of this transition is distributed exponentially with mean time  $1/\lambda$  (*exponential transition*).



**Fig. 1** Graphical elements of EDSPN

$P(Q \leq t) = \Phi(t)$ , where  $\Phi(t)$  is a general stochastic distribution function. The time after meeting of input conditions until the transition occurrence is described by a probability distribution function (*general stochastic transition*).

Fig. 1 shows the graphical representation of the elements in an EDSPN net.

The EDSPN allows qualitative and also quantitative analysis for proving performance and safety properties of the system described by the net. The transient analysis is especially relevant to the dependability analysis, because it allows an analytical calculation of occurrence probability of certain system states in relation to the system life time. This kind of Petri net class as well as this analysis technique is supported by the software tool “TimeNET 3.0” [3].

#### IV. TRAFFIC PROCESS MODELLING FOR LEVEL CROSSING CONTROL SYSTEM DESIGN

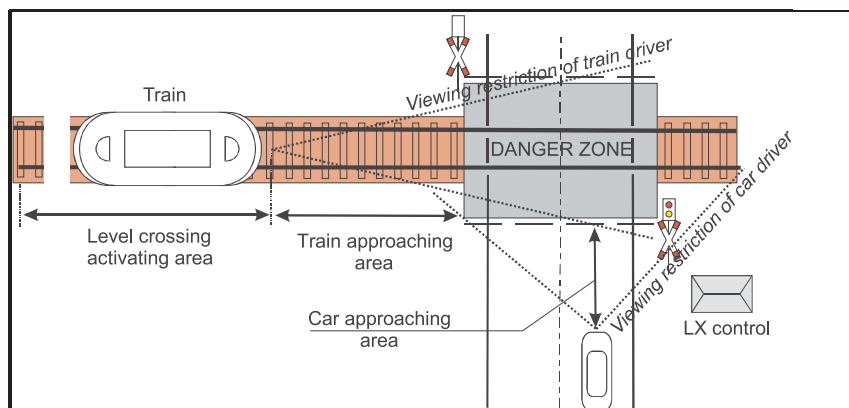
The fig. 2 shows the real traffic circumstances on a level crossing, simplified assuming just one directional operation of railway and road traffic only. The task of the Level Crossing Control System (LCCS) in this case is to provide the exclusive use

of the common transportation path (danger zone) by the road and railway traffic. Before starting the design of LCCS functions a detailed analysis of the traffic process on the level crossing (LX) considering its concrete operational and geographical conditions is to be carried out.

The analysis aims to estimate the operational risk resulting from expected road and rail traffic densities, which should be base derivation of safety requirements to the further LCCS function design. From this reason no influence of the technical system is to be considered in the modelling.

From another point of view the limit traffic density values can be estimated which guarantee that the tolerable occurrence of undesired event, according to the chosen safety criterion, will not be exceeded.

The traffic density characteristics, as an input of the traffic process model, can be based on e.g. statistical measurements. In the case of the railroad traffic the time table analysis for the considered track can be carried out. Generally the presence of traffic vehicles in different areas of the traffic path is stochastically described by the Poisson distribution. Assuming steady state traffic flow the time spent in one area of the traffic path can be approximated by the exponential distribution. As



**Fig. 2** Modelled traffic processes – simplified example

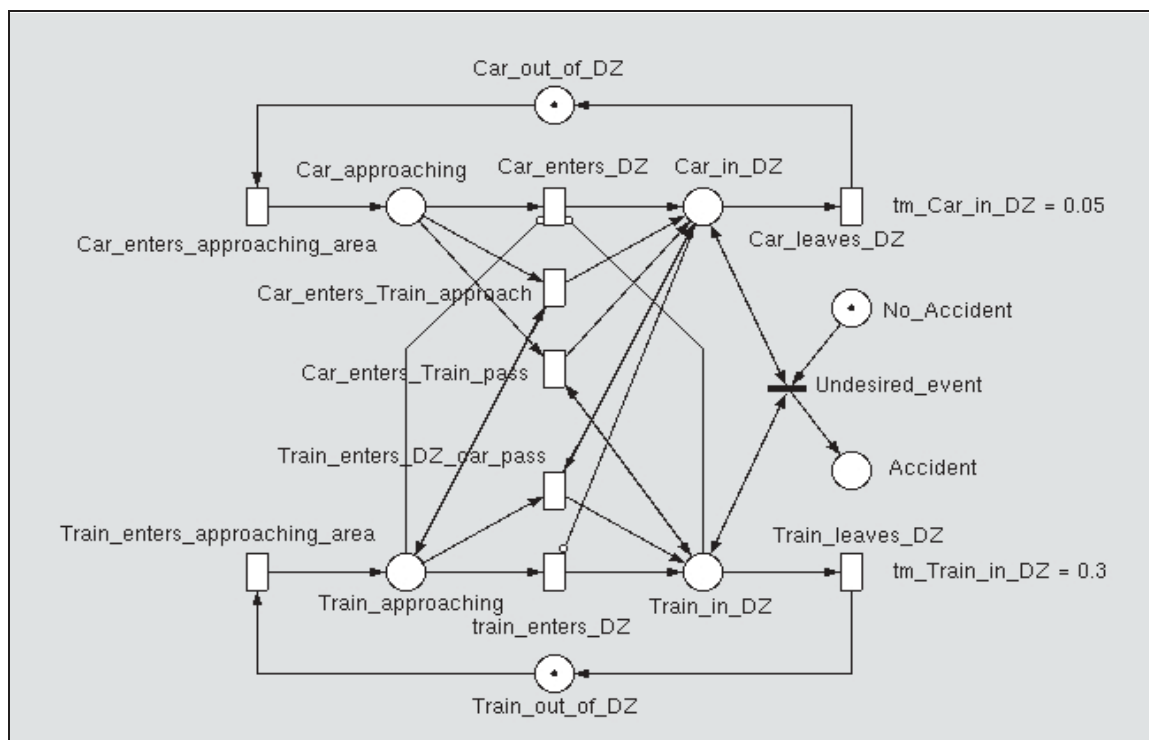


Fig. 3 EDSPN Traffic process model

parameters the mean expecting times for the occupancy of the traffic areas resulting from the traffic flow characteristics can be considered.

On fig. 3 the EDSPN model of the traffic process (road and railway traffic) without LCCS application based on these assumptions is shown. Each of the traffic processes is represented by three Petri Nets places corresponding the topographical circumstances of the level crossing according to the fig. 2. These are connected by stochastic transitions parameterised by mean exposing times (of the car or train) in each topographic area. Several test arcs and inhibitors model the dependence between this two stochastic processes.

By modelling the entrance of the car in the danger zone (DZ) three different stochastic transitions were assumed.

The first one (*Car\_enters\_DZ*) models the situation when the car driver do not see any train while he is driving over the “*car approaching area*” (see also fig. 3).

The second transition (*Car\_enters\_Train\_approach*) with a lower occurrence rate – 60 min – than the first one, stands for entering the DZ at the same time when a train is approaching. As a base for calculation of this time was taken the probability of the situation when exposing time of the car in the danger zone is longer then the time of the train driving just in approaching area. A reduction factor

of 0.005 models the assumption that only 0.5% of these situations really end with a collision.

The third transition (*Car\_enters\_Train\_pass*) stands for entering the DZ by the car when the train is already passing the level crossing (the exposing time of a car in its approaching area is shorter then the time of the train in the DZ). Improbability of this situation (0,01%) leads to a large mean occurring time of this transition (ca. 3.000 min).

Respectively on the train side there are two stochastic transitions for entering the danger zone on the train side, however their mean occurrence times (0,25 and 0,4 min), by taking into account the train braking distance, is supposed to be nearly the same.

Besides of modelling of local process states allows the Petri Nets description language representation of global operational situations (places *No\_Accident* and *Accident*). These are connected by a transition occurring immediately after contemporaneous occupancy of the danger zone (*Car\_in\_DZ* and *Train\_in\_DZ*) by both kinds of traffic vehicles.

The probability evaluation of the token occurrence on the place *Accident* by the quantitative analysis of the traffic process model enable the estimation of the occurrence rate of the undesired event ( $R_{LX}$ ) respecting the given densities of the road and rail traffic.



## V. ESTIMATION OF THE TOLERABLE RATE OF UNDESIRED EVENT ON THE LEVEL CROSSING

The undesired event on the level crossing is a accident caused by a collision between a train and a car. In order to calculate the tolerable occurrence rate of the undesired event the MEM principle [4] safety criterion was applied. Basing on the MEM (human minimal endogenous mortality,  $R_m = 2 \times 10^{-4}$  deaths per year and person) the practical tolerable value of mortality

$$R_1 \leq MEM = 1 \cdot 10^{-5} \frac{Deaths}{Person \times Year}$$

was considered. Taking into account the risk reduction factors according to [5] of  $F_C = 0.07$  as probability that a concurrent presence of the car and a train ends with a collision,  $F_F = 0.2$ , assuming that only 20% of collisions ends with death of all involved persons and a statistical average of  $N_{cpers} = 1.5$  persons riding in a car, a tolerable accident occurrence  $R_{A(MEM)}$  on a general level crossing of

$$R_{A(MEM)} = \frac{R_1}{F_C \cdot F_F \cdot N_{cpers}} = 4.76 \cdot 10^{-4} \frac{Accidents_{LX}}{Year} \quad (1)$$

can be obtained, which corresponds approximately to mean time of 2100 years between accidents with fatal consequences.

In order to concretise this tolerable rate to the investigated level crossing example the topographical as well as operational traffic parameters should be taken into account.

From the risk estimation point of view the most relevant aspect is the duration of the situation when the car and the train are on the level crossing contemporaneously. In general corresponds the occurrence probability  $p_{CT}$  of this situation from partial undependable occurrence probabilities for a car and a train:

$$p_{CT} = p_C \cdot p_T \quad (2)$$

Assuming exponential distribution of exposing times in the danger zone for both traffic kinds and taking into account the central limit theorem for large number of involved items, the occurrence probability of mentioned situation can be approximate

$$p_{CT} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{CarDZi}}{N} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N t_{TrainDZi}}{N} = t_{CarDZ} \cdot t_{TrainDZ} \quad (3)$$

where the parameters  $t_{CarDZ}$  and  $t_{TrainDZ}$  are the

mean exposing time in the danger zone of a car and a train respectively.

Considering the concrete operational densities of road and rail traffic in form of mean arrival times  $t_{Cm}$  and  $t_{Tm}$  the following equation for the relative tolerable rate of accidents on the level crossing  $R_{LX(MEM)}$  can be derived:

$$R_{LX(MEM)} = \frac{R_{A(MEM)} \cdot (t_{Cm} \cdot t_{Tm})}{t_{CarDZ} \cdot t_{TrainDZ}} \quad (4)$$

## VI. RESULTS

Results of the quantitative analysis of the traffic process model and application of the equation (4) are shown in the table 1.

**Tab. 1** Results of the quantitative analysis

	Mean arriv. time of car ( $t_{Cm}$ )	Mean arriv.time of train ( $t_{Tm}$ )	Mean time between accidents on LX ( $1/R_{A(MEM)}$ )
1.	0.5 min.	30 min.	9.987 years/accident
2.	<b>10.1 min.</b>	30 min.	<b>2100 years/accident (MEM)</b>
3.	0.5 min.	<b>440 min.</b>	<b>2100 years/accident (MEM)</b>

The evaluation of considered input parameters of modelled traffic processes (1.) leads to a mean time between accidents of 9,987 years which corresponds to the mortality of  $2.1 \times 10^{-3}$ . As this value is much higher then tolerable value  $R_1$  based on MEM, a risk reduction by design of a suitable LCCS is needed.

The aim of further analyses of the traffic process model was to find the corresponding limit values for the road and rail traffic (2. and 3.) to the given densities in order to meet the requirements of the safety criterion MEM.

The results are graphically depicted on the fig. 4, where a new logarithmic scale of relative mortality (pMEM) was used [6].

## VII. CONCLUSION

Taking an example of a level crossing an appropriate formal approach for traffic process analysis with the special emphasis on safety requirements was presented. The approach respects the actual features of new European CENELEC standards which instead of rule based design require a design based on operational risk estimation. As the basis for this risk estimation the probability of the undesired event in the traffic process was taken.



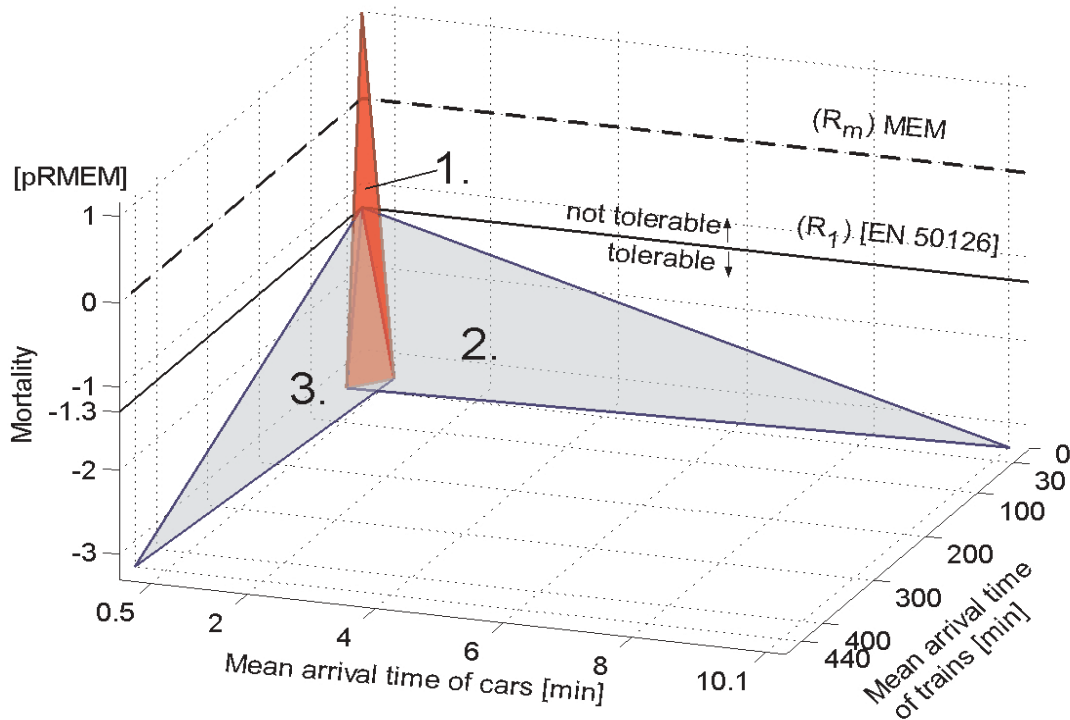


Fig. 4 Graphical representation of the level crossing analysis

The obtained value can be used for derivation of safety requirements to the further LCCS design.

The chosen formal modelling language of stochastic Petri Nets allows the appliance of a similar approach by modelling of technical functions of LCCS and evaluation of the reached safety level on the base of the presented traffic process model. In the same way, when statistical data available, other means of risk reduction can be investigated as well (legislative restrictions, infrastructure modifications). By design of new LCCS functionality, considering the undesired event in the traffic process, the method of automatic control synthesis [7] can be applied.

#### REFERENCES:

- [1] EN 50126: Railway applications: The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). Brussels, 1998.
- [2] S. Einer, R. Slovk, P. Tomaļov: A Petri Net Based Method for Proof of Safety of Railway

Operation Control System. IDPT-2002, Pasadena, USA.

- [3] <http://pdv.cs.tu-berlin.de/~timenet/>
- [4] H. Krebs, B. Le Trung, E. El Kursi, P. Firpo: Minimale Endogene Mortalitäts – ein universelles Sicherheitskriterium. ETR, (49) Heft 12, p. 816 – 821, 2000 [in German].
- [5] J. Braband, K. Lennartz: Risikoorien-tierte Aufteilung von Sicherheitsanforderungen – ein Beispiel. Signal + Draht (92) Heft 1+2, p. 5 – 10, 2000 [in German].
- [6] E. Schnieder: Qualitative and quanti-tative description of reliability characteristics in availability/safety diagrams. Proceedings of Workshop on „Software specification of safety relevant transportation control tasks“, IVA, Braunschweig, 2002.
- [7] M. Chouikha: Entwurf diskret-kontinuierlicher Steuerungssysteme – Modellbildung, Analyse und Synthese mit hybriden Petrinetzen. Diss., VDI-Verlag, Düsseldorf, 1999 [in German].



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА ПУНКТОВЕТЕ С КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ПРОИЗШЕСТВИЯ В ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА МРЕЖА

Тошо Качаунов, Ивайло Стоянов, Мирена Тодорова

#### АНОТАЦИЯ

*Един от основните фактори за функциониране на железопътния транспорт е неговата надеждност. Тя оказва влияние като на безопасността на движението, така и върху икономическата ефективност. Това налага да се изследват пунктовете с най-голяма вероятност за инциденти /произшествия/, за да се насочат усилията и мероприятията за намаляване на произшествията в тях.*

**Ключови думи:** надеждност, безопасност, брак, авария, катастрофа, произшествие.

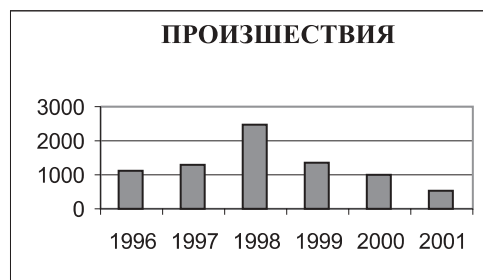
При съществуващата явна конкуренция на железницата с автомобилния транспорт, при незадоволителното взаимодействие между железницата и държавата, железопътният транспорт не успява да реагира адекватно на условията и пазарната икономика и от там съществува намаляване на превозната работа.

Въпреки негативите, предимствата на железопътният транспорт по отношение на екологията и безопасността трябва да се развият и да се използват пълноценно.

Един от основните фактори за функциониране на железопътния транспорт е неговата надеждност. Тя оказва влияние както на безопасността на движението, така и върху икономическата ефективност.

В настоящата статия се изследват пунктовете с концентрация на произшествия в железопътната мрежа, като се изследват причините за тяхното възникване и свързаните с тях последици, за да се насочат усилията и мероприятията за намаляване на произшествията в тях, както и за общото им ограничаване.

Разгледана е база данни за произшествията станали по цялата железопътна мрежа за последните пет години. В нея се съдържа подробна информация за вида на произшествието, пункта на зараждане, кратко описание на събитието и др. данни. През разглеждания период са станали общо 7 795 произшествия, които по години са визуализирани на фиг.1:



Фиг. 1

Основното разделение на произшествията е по бракове, аварии и катастрофи. Направена е извадка за катастрофите и аварията, като по-

тежки случаи носещи големи материални щети  
По години съответно са разделени в табл. 1. и са

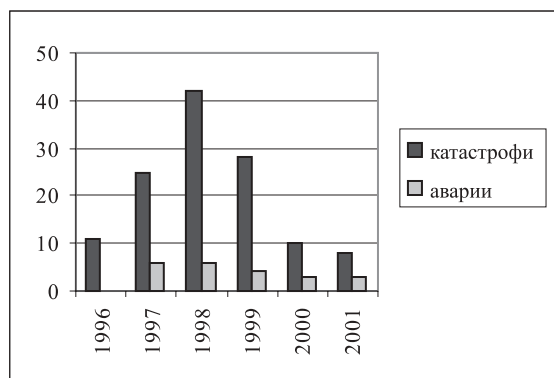
Таблица 3

Таблица 1

години	катастрофи	аварии
1996	11	
1997	25	6
1998	42	6
1999	28	4
2000	10	3
2001	8	3
	124	22

	катастрофи
БЯЛА СЛАТИНА	4
Димитровград-север	6
Долене - Цепина	4
КНЕЖА-Т -КОЙНАРЕ-Т	8
МИЗИЯ - Т	4
АЛДОМИРОВЦИ -СЛИВНИЦА	2
ОРЕШЕЦ	2
СВЕЖЕН	2
СВЕТОВРАЧАНЕ	2
Стряма	2
БОЙЧИНОВЦИ	2
ЦАРЕВА ЛИВАДА	2
Цветино	2
ШИВАЧЕВО	2

онагледени на фиг. 2



Фиг.2

В зависимост от броя на възникналите произшествия са определени пунктовете, в които има повече от 1 случай и са дадени в табл.2 и табл.3.

Таблица 2

МЕЖДУГАРИЕ	аварии
ДИМИТРОВГРАД	2
КНИЖОВНИК	2
СОФИЯ	3

При обобщаване на причините довели до натрупване на произшествия и обособяването на определените места, може да се изтъкнат най-общо няколко:

-при теснопътните участъци така наречени-ят слаб път и амортизиран подвижен състав;

-за нормалното междурелсие освен повреди по подвижния състав и повреди по железния път;

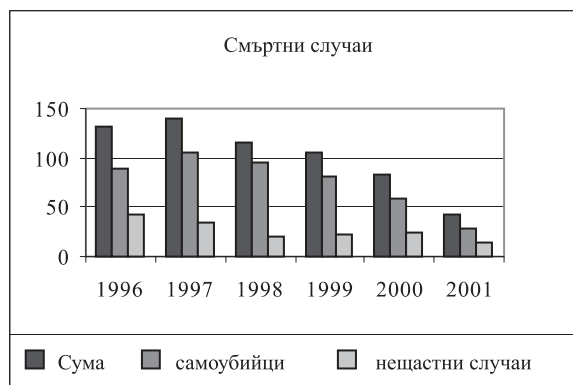
-влияние оказват и външни фактори от типа на срутвания на земно-скална маса, падания на дървета , както и падания на автотранспортни средства върху железният път.

При направеният анализ на базата данни прави впечатление големият брой на загинали граждани.- като за разглежданият период те са общо 618 души.,

В зависимост от анализа на конкретните случаи е направено разделение на загиналите, като част от тях са охарактеризирани, като “самоубийци”. От табл. 4 и графично на фигура 3 се вижда, че така наречените “нешастни случаи” са сравнително малко. Като кризисна година се очертава 1997 , което съвпада с тежкото положение на икономиката и страната.

Таблица 4

Година	Сума	самоуб.	неш.случаи
1996	132	90	42
1997	139	105	34
1998	116	96	20
1999	105	82	23
2000	83	59	24
2001	43	29	14
	618	461	157



Фиг.3

Независимо от количеството, настъпилите смъртни случаи в голямата си част са следствие от нарушаване изискванията на правилниците, наредбите и инструкциите свързани пряко с осигуряване безопасността в железопътният транспорт. За това е необходимо всеки един работещ в експлоатацията на железниците постоянно да следи за горните изисквания.

При по-подробното анализиране се обособяват така наречените “места с концентрация на произшествията” за цялата мрежа и отделно изследван възел София, данните са показани в табл. 5, Приложение 1.

Критерия за определяне на местата е минимум 5 броя загинали независимо дали са в групата на “самоубийци” или “нешастни случаи”. В първата група са смъртни случаи на граждани с неустановена самоличност, без каквито и да било видими причини за външна (нарочна) намеса при произшествието, или при самостоятелни нарочни действия водещи до загиване вследствие на удар от железопътното возило.

Във втората категория са поставени загиналите, които в следствие на невнимание са се доближили опасно до контактен проводник или железопътните возила, има случаи на нарочно

нарушаване на изискванията за безопасност при пресичане на железопътните прелези, при задействани прелезни устройства.

Основното при разглежданите пунктове с произшествия е, че за така наречените “самоубийства” се избират места, при които превозните бригади просто нямат възможност да реагират, за да може да бъде предпазен гражданин. Обособяват се безлюдни, без добра видимост междугария, на изходите или вътре в самите тунели и др.

От друга страна в категорията “нешастни случаи” са настъпвали основно в оживени гъсто населени райони, голяма част в райони на гарите, при пресичане на железопътните коловози, при навлизане в прелези, както беше вече отбелязано със задействани вече прелезни устройства.

Разглеждането на въпроса е необходимо защото всяко произшествие води до психически травми на експлоатационния персонал, до нарушения на графика за движение на влакове, откъдето произтичат загуби за железниците, респективно националното стопанство.

Както беше изтъкнато по-рано, като основна предпоставка за настъпването на произшествия се явяват нарушенията и изискванията за безопасност регламентирани в наредбите. За това е необходимо всеки зает в експлоатацията да не допуска почти незначителни сами по себе си произшествия, които натрупани в определена последователност водят до значителни произшествия.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] База данни от НК”БДЖ” за произшествията за период 1996- 08.2001 г.

Таблица 5

ГРАД	СУМА	САМОУБ	НЕЩ. СЛУЧАИ
БЛАГОЕВГРАД - КОЧЕРИНОВО	6	5	1
Варна	7	7	0
Видбол-Видин	5	5	0
ВОЛУЯК	12	7	5
ГОРНА ОРЯХОВИЦА	6	3	3
ГОРНА БАНЯ - ЗАХАРНА ФАБРИКА	7	5	2
ДОЛНО ЕЗЕРОВО	5	5	1
Дупница	5	5	3
Елин Пелин	5	5	0
ЗАХАРНА ФАБРИК	8	7	1
ЗВЪНИЧЕВО - ПАЗАРДЖИК - Н/Г	5	5	0
ИСКЪР	7	6	1
КАЗАНЛЪК	8	5	3
КАРЛОВО	5	5	1
КОСТЕНЕЦ	6	5	2
КУРИЛО	12	7	5
ПЕРНИК	19	10	9
Пловдив	17	15	2
ПОДУЯНЕ	7	7	0
РАДОМИР	8	6	2
РУСЕ - М - РУСЕ - ИЗТОК РА	8	6	2
Русе разп. - Русе	11	9	2
СВОГЕ	5	5	0
СЛИВЕН	6	5	1
СОФИЯ	17	9	8
СТАМБОЛИЙСКИ	10	7	3
СТАРА ЗАГОРА	9	7	2
Томпсън	6	3	3
ШУМЕН	9	8	1
СОФИЯ	17	9	8
ПОДУЯНЕ	7	7	0
ИСКЪР	7	6	1
ЗАХАРНА ФАБРИКА	8	7	1
	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>10</b>



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### УПРАВЛЕНИЕТО-ОСНОВНА АЛТЕРНАТИВА ЗА КОМПЛЕКСНО И СИСТЕМНО РЕШАВАНЕ НА ПРОБЛЕМИТЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНАТА БЕЗОПАСНОСТ

Николай Георгиев

#### АНОТАЦИЯ

*Рискът е характерен за всяка човешка дейност. В ежедневието си всеки отделен човек “управлява” риска непрекъснато и подсъзнателно, обикновено само на базата на предишния си опит. Но качествено и адекватно взимане на решения относно проблемите на безопасността е изключително сложен, а не рядко и спорен въпрос. Настоящата статия дискутира проблемите, задачите и алтернативите за развитие на управлението на безопасността в светлината на реализирания от железопътния транспорт превозен процес.*  
**Ключови думи:** жп. транспорт, безопасност, управление на безопасността.

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Независимо от високото техническо и технологично ниво на съвременното общество днес все още не са рядкост сериозни инциденти, свързани с човешки жертви, значителни материални щети и заплахата за равновесието на околната среда. И това важи за всички сфери на дейност: промишленост, услуги, транспорт и др. Естествена реакция след всяко подобно произшествие са въпросите: “Защо се случи?” и “Какво да се прави за да не се допусне отново?”.

Наивно е да се счита, че е възможно елиминирането на всички възможни рискове. Така съвременното общество е изправено пред единствената алтернатива за компромис по отношение на очевидния парадокс: да приеме ползите от модерните технологии без напълното им “излекуване” от вероятните проблеми (рискове), до които тези технологии могат да доведат.

Възниква необходимост за ограничаване на опасностите до възможно най-ниско ниво, така че това ниво да бъде “бледа сянка на заплахата”

към обикновеното ежедневие. Това не би могло да се постигне със стари методи и най-вече с остаряло мислене и разбиране на проблемите. Всяка нова дейност (операция) или цял технологичен процес се различават от предшестващите ги и са уникални по своята същност, затова те трябва да бъдат идентифицирани, анализирани, оценени и контролирани по отношение на рисковете (към отделния индивид или обществото като цяло), свързани с тяхното реализиране. С други думи казано, необходим е процес на управление на рисковете (безопасността).

Ако конкретно разгледаме съвременното железопътно движение ще констатираме, че то се характеризира със сравнително високо ниво на безопасност, и пътниците (а също товарите) рядко са заплашени с “фатални инциденти”. В същото време е редно да се признае, че обществото винаги е било чувствително към проблемите на безопасността си, и надали горното твърдение би се приело абсолютно и безрезервно успокоително. В смисъла на изложеното до тук, настоящата статия разглежда методологич-

ните основи, проблеми и насоки за работа относно управлението на безопасността в железопътния транспорт, като основна алтернатива за постигане на оптимално равновесие между ползите и рисковете при реализиране на транспортната продукция.

## 2. КАК ОБЩЕСТВОТО МОЖЕ ДА ПЕЧЕЛИ ОТ УПРАВЛЕНИЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА ИЛИ “ЗА” И “ПРОТИВ” НЕГО

Последното десетилетие бележи значителен ръст на интереса към анализа и управлението на безопасността като “механизъм” за оценяване дали дадена операция или дейност (например: промишлен обект, функционирането на дадена транспортна подсистема и т.н.) излага хората на твърде високо ниво на риск. Това ниво на риска се отнася както за хората практикуващи професията си в съответната производствена система, така и за хората, ползващи услугите ѝ. Натрупаният научен и практически опит, резултатите от провежданите разследвания след допуснати произшествия, а така също и мерките за намаляване на риска разкриват ред ползи за обществото вследствие качествения анализ и управление на безопасността:

-Дори ограничените изследвания имат значителна стойност, защото се базират на реални събития, реализирани в условията на реални обстоятелства;

-Комплексният характер на анализа и управлението позволява да се даде най-реална оценка за това дали дадено техническо или технологично решение е адекватно за съответната ситуация;

-Базирайки се на системния подход, управлението на безопасността дава възможност за структуриране на проблемите и разкрива “течните места”, изискващи по-сериозно внимание и инвестиции;

-Управлението предполага системно и динамично идентифициране на опасностите и последващото реализиране на политика за намаляване на риска, а също системно мислене и разбиране на проблемите, водещо към по-качествено взимане на решения.

Анализът и управлението на безопасността нерядко са подлагани на сериозни критики. Основният източник на тези критики е противоречието между “представителите на съответната индустрия” (предлагаща определен вид услуги на обществото) и съответните орга-

низации, оторизирани да защитават интересите на обществото относно безопасността му: последните изискват цялостен (качествен и количествен) процес на анализ и управление, докато индустрията не винаги е мотивирана да изпълнява тези изисквания. По важните мотиви на критиците на анализа и управлението на безопасността:

-Изискванията за качествен и количествен анализ могат да “изкривят” целите, като им придадат “изкуствен” (ненужно научен) вид;

-Налагането на критерии (изключително свързани с безопасността) за взимане на решения може да доведе до автоматично приемане на предложения, без съобразяване с други обстоятелства;

-Процеса на качествена и количествена оценка на рисковете не се отличава с висока прецизност, което евентуално би довело до неправилно взимане на решения;

-Не могат да се дефинират достатъчно точни величини като нормативни критерии за приемането или не на риска;

-Компаниите по принцип не са склонни да публикуват информация за своите нови технологии, което затруднява анализа на тяхната бъдеща дейност относно безопасността;

-Анализа и управлението изискват значителни ресурси, освен това тероризмът може да използва за своите нечисти цели информацията и постиженията на управлението и др.

Очевидно е, че анализа и управлението на безопасността имат сериозни проблеми. Но също така е ясно за здравомислещия ум, че това е единствения път за постигане на относително равновесие между желанието на днешния човек до ползва съвременните технологии и необходимостта той да е изложен на риск с приемливо ниво.

## 3. МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА

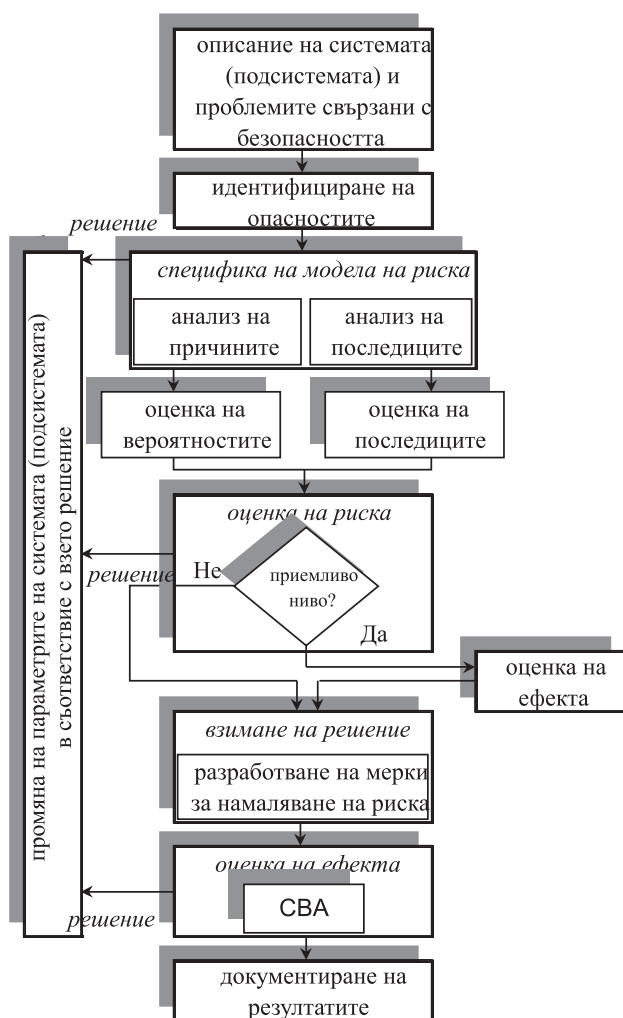
Управлението на безопасността е комплексен процес, включващ няколко стъпки, по съществените от които ще бъдат коментирани в настоящата статия. Нормално е той да започва с идентифициране на проблемите, свързани с безопасността, и характерни за съответната жп. подсистема. След това потенциалните решения се набелязват, анализират и оценяват. Когато процесът достигне до ниво взимане на решение-ред фактори (в това число и необходимите



средства) се взимат предвид. Тези основни стъпки са очевидни и са показани на фигура 1.

### 3.1. ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ПРОБЛЕМИТЕ

Допусканите железопътни произшествия по традиция са основен източник в процеса на идентифициране на опасностите. Жп. инциденти се случват и очевидно ще се случват и закономерна реакция е да се търсят причините за тях. "Какво се случи?", "Защо?" и "Какъв е бил



Фиг. 1. Модел на управление на безопасността

проблемът?" са въпроси, които е съвсем естествено да бъдат зададени. Произшествията ще продължат да са основен източник за идентифициране на проблемите, като това с особена сила важи за произшествията с малка интензивност (честота), но с "уникална" последователност (комбинация) на събитията, водещи към тях, а също и с особени последици (резултат) от тях.

### 3.2. АНАЛИЗ НА СПЕЦИФИЧНИТЕ ОСОБЕНОСТИ НА РИСКА

Тази стъпка е свързана с анализа на текущото състояние на безопасността и възможните опции за подобряването ѝ. Тук се включват както качествени, така и количествени методи и това е причината да са налице двете фази-анализ и оценка.

### 3.3. ОЦЕНКА НА РИСКА ОТНОСНО ПРИЕТ КРИТЕРИЙ

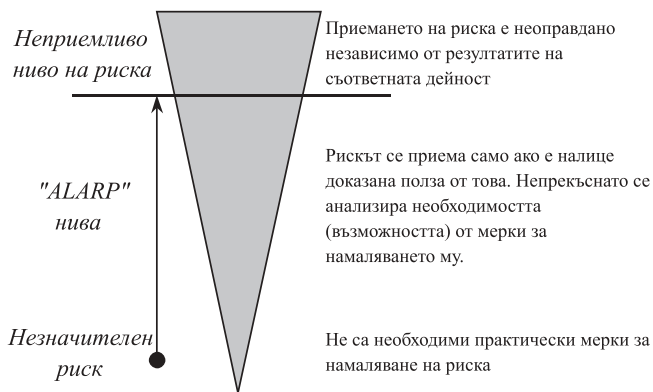
Въпросът, който се свързва с тази стъпка е "Дали съществуващият риск е с приемливо ниво?". Ако отговорът на този въпрос е "Не" трябва да се вземе решение за редуциране на риска. Ако отговорът е "Да" процесът може да продължи с оценката на други ефекти от моментното състояние на безопасността. Основните съображения за приемливостта (или не) на даден вид риск се свързват с отговора на следните въпроси:

- Дали рискът е толкова голям, че резултатът от съответната дейност в никакъв случай не може да компенсира моментното му високо ниво. Това ниво се дефинира с неприемлива стойност на риска;

- Дали рискът е (или е бил) с достатъчно ниска стойност, така че не са необходими никакви мерки за намаляването му;

- Дали рискът се намира между двете предишни нива, като стойността му е била ограничена до практически най-ниското възможно ниво, имайки се предвид съотношението между ползата от неговото приемане и разходите за неговото намаляване. За това ниво е характерен риск "толкова малък, колкото практически е възможно (разумно) да бъде постигнат"-известен в специализираната литература като ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*) принципа. Фигура 2 илюстрира ALARP принципа за разглеждане на различните нива на риска [6]. Няма да бъде честно ако не се признае, че по отношение на нормативните нива за приемливост на риска съществуват два основни подхода (мнения), които разделят работещите в тази сфера специалисти на два основни лагера:

1. Първият подход отхвърля необходимостта от дефиниране на точни нормативни стойности, определящи риска като *приемлив* или *неприемлив*. Този подход се базира на факта, че из-



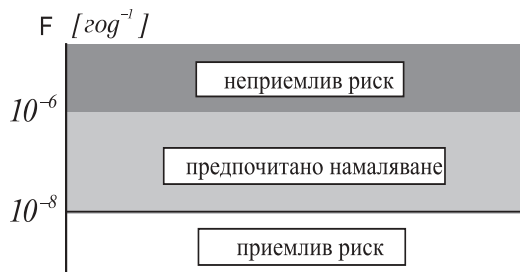
Фиг.2.Съотношение между нивата на риска

следванията в областта на безопасността не се отличават с висока прецизност. Поради тази причина, дефинирането на конкретни стойности като нормативи също няма да е прецизна, дори ще е излишна и подвеждаща взимането на решения процедура. Този подход дава следната дефиниция за приемливост на риска (безопасната работа): "Една система функционира безопасно, ако предлага на обществото такова ниво на риска, което е постигнато с изчерпването на всички практически възможности. Ако системата има практическа възможност да намали нивото на риска, но не го прави в процеса на функционирането си, следва да се счита, че тя не работи безопасно, т.е. тя предлага неприемливо ниво на риска". Поддръжниците на този подход следват ALARP принципа, като не отричат необходимостта за провеждане на икономически анализ и оценка на практическите възможности за поддържане и подобряване на риска;

2.Характерно за втория подход е дефинирането на определени стойности, които служат като нормативи за приемливостта на безопасността.

При този подход нормативните нива на индивидуалния и колективен риск се представят по различен начин. Нормативният критерий за индивидуалния риск обикновено се дава като единична стойност. Рискът за отделния индивид (живеещ или работещ в специфични условия) да бъде жертва на фатален инцидент не бива да превишава определена нормативна стойност. За този нормативен критерий могат да бъдат посочени ред примери. Например, на фигура 3 е показан вариант за нивата на индивидуалния риск, характерни за Холандия и отнасящи се за нови индустриални дейности [6]. В така цитирания пример са характерни три

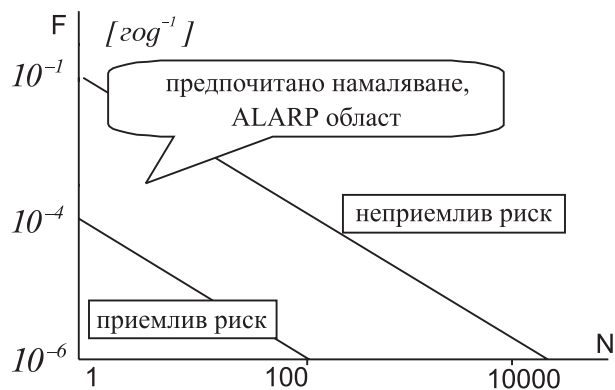
нормативни нива: първо ниво-риск с интензивност на произшествията до  $10^{-8}$  за година, наречен "приемлив риск", второ ниво-с интензивност на риска от  $10^{-8}$  до  $10^{-6}$  за година, нарече-



Фиг.3.Нормативни нива за индивидуалния риск

но ниво с предпочитана "възможност за намаляване" на риска, трето ниво-риск с интензивност по-голяма от  $10^{-6}$  за година, наречен "неприемлив риск".

Колективният риск най-често се представя във вид на F/N (frequency/number) криви, изразяващи честотата на поява на инциденти с поне N броя смъртни случая. На фигура 4 са изобразени нормативните нива за колективния риск приети във Великобритания [6] и отнасящи се за работа (включително и превоза) с опасни товари. Правят впечатление двете нормативни линии-горната за неприемливия риск и долната явяваща се граница за приемливото ниво на риска. Нивата на риска между двете линии определят така наречения поносим риск. Кривите, описващи реалното състояние на безопас-



Фиг.4.Нормативни нива за груповия риск

ността в различните сфери на човешката дейност (транспорт, химическа промишленост, ядрена енергетика и т.н.) задължително трябва да се намират под нормативната крива, определяща приемливостта на риска-граничната линия.

### 3.4. ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА

По отношение подобряването на безопасността, най-важният въпрос при взимане на решение е дали да се вложат финансови средства и в кой проект това да стане. Когато няма друга алтернатива и е необходимо инвестиране на финансови средства, много важна е оптимизацията на избора между *“конкуриращите”* се проекти-проблем, който предполага комплексна оценка на тяхната ефективност на база анализа *“Разходи-Приходи”*-(Cost-Benefit-Analysis)-СВА.

Основните отличителни белези на СВА са:

- Идентифициране на всички разходи и приходи на даден проект;
- Представяне на въпросните разходи и приходи в количествен вид, обикновено в паричен;
- Дисконтиране на бъдещия паричен поток от разходи и приходи към настоящия момент.

Икономическата теория [1], [2] предлага няколко основни критерия при СВА, един от които е *“Нетната настояща стойност”*-NPV (*Net Present Value*)

Тук всички разходи ( $c$ ) и приходи ( $b$ ) за всяка година ( $t$ ) трябва да се отнесат към един и същ период с помощта на нормата на дисконтиране ( $r$ ). Сумата от разходите ( $C$ ) и приходите ( $B$ ) изразени като настояща стойност се изчисляват по следния начин:

$$B = \sum_{t=1}^T \frac{b_t}{(1+r)^t}; \quad C = \sum_{t=1}^T \frac{c_t}{(1+r)^t}; \quad (1)$$

В случая на взимане на решение за подобряване на безопасността ( $B$ ) представляват ползите за обществото от намаляването на нивото на риска-ефекта от взетото решение (проект) с

$$NPV = B - C .$$

### 3.5. ЕФЕКТИ ОТ ПОДОБРЯВАНЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА

Тъй като за провеждане на анализа *“Разходи-Приходи”* е необходимо всички ползи (на първо място намаляването на риска от смъртен

случай) от подобряването на безопасността да се изразяват в паричен вид, се налага определянето на *“цена на човешкия живот”*. На пръв поглед това изглежда невъзможно и дори цинично, но все пак нека съобразим следното:

-Ресурсите на обществото са ограничени-не е възможно непрекъснато да се харчат огромни средства за намаляване на риска. Това налага постигането на ефективност при разпределението им-т.е. необходим е икономически анализ, но за качествено му провеждане е наложително всяко приходно-разходно перо да се характеризира със своята цена;

-Всички взети решения (мерки) за намаляване на риска и изискващи разходи от обществото всъщност са някаква цена на живота. Обществото в повечето случаи е готово да изразходва повече за да спаси *“специфичен живот”* изложен на *“специфичен риск”* (да плати необходимата цена) отколкото да приеме алтернативния *“нулев”* вариант (икономисване на средства), още повече, че разходите за възстановяване на един ранен, например, могат да се окажат значително по-големи.

Термините *“статистически живот”* и *“стойност на статистическия живот”* (Value of Statistical Life-VOSL) се отнасят към очакваното намаляване на смъртните случаи, когато е налице промяна на нивото на риска, на който са изложени хората [3], [4]. От изключителна важност е да се подчертае, че *“стойността на статистическия живот”* е по-скоро оценка на промяната на риска, отколкото цената на живота на отделния индивид, живеещ и работещ в специфична среда-основната причина за това е невъзможността реално да се *“остойности”* живота на човека.

Основният (и възможно най-точен) подход за определяне *“стойността на статистическия живот”* -VOSL се базира на *“различните предпочитания на обществото”* за вложане на средства относно подобряването на безопасността, т.е. какви парични средства отделните индивиди или обществото като цяло са готови да заплатят за редуциращи риска мероприятия (*“желание за плащане”*-Willingness to Pay-WTP) или какви пари биха искали хората като компенсация за това, че са изложени на съответното ниво риск (*“желанието за приемане”*-Willingness to Accept-WTA). Най-често използвания метод за определяне на WTP (WTA) е директното проучване чрез интервюта или анкети на предпочитанията на хората за това какъв обем средства са готови да вложат за намаляване на

риска. Желанието за плащане (приемане) на отделния анкетиран е функция на ред фактори, например: годишен доход на анкетирания; нивото на риска, при който той работи (живее); образованието, изразено чрез общ брой години в обучение; възраст и др.

“Стойността на статистическия живот” се дефинира като отношението:

$$VOSL = \frac{A}{\Delta R}, \quad (2)$$

където:

$A$  -средствата вложени за подобряване на безопасността (намаляване на риска с определена степен), в съответното парично изражение-например WTP;

$\Delta R$  -намаленото ниво (редукцията) на риска, изразено в смъртни случаи на 100000 човека.

Стойността на VOSL зависи от конкретните условия и контекста на изследванията.

Представеният по-горе материал позволява ефектът от дадена мярка за повишаване на безопасността (изразен чрез намаления брой смъртни случаи) да се определи по следния начин:

$$b_{уб} = VOSL \Delta m, \quad (3)$$

където:

$\Delta m$  - очакваното намаляване на смъртните случаи вследствие провежданата мярка за подобряване на безопасността.

Друг съществен ефект (полза) от реализирането на приета алтернатива за подобряване на безопасността, стойността на който трябва да се отчете при извършване на изчисленията в

СВА, е ефекта от намаления брой ранени-  $b_{ран}$ . Един от начините за определяне стойността на този ефект е обвързването ѝ със стойността на ефекта от намаляване броя на загиналите. Подобно на понятието “стойност на статистически живот”-VOSL може да се въведе и ползва понятието “стойност на статистически ранен”-VOSI (Value of statistical injury). Възможни са различни варианти на съотношенията между стойностите на тези два показателя, като в [5] се предлага  $VOSI = 0,17 \cdot VOSL$ . За условията на нашия железопътен транспорт (1980-2000 г.) е налице съотношението  $n_{ран} / n_{уб} = 4,66$ , ко-

ето при изложените по-горе предпоставки определя ефект от редуцирания брой ранени равен на 79,22% от ефекта вследствие намаления брой убити.

Ползата от намаляването на материалните щети може да се определи по подобен начин. Според [5] материалните щети представляват около 22% от всички щети (разходи) при произшествия със заплаха за околната среда (включително и транспортни произшествия с опасни товари). Това означава, че съотношението между материалните щети и загубите от убитите и ранените е съответно  $22/(100-22)=22/78$ -приблизително 28%.

#### 4.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управлението на безопасността е сложен процес, обхващащ широк кръг от въпроси, методи и средства за определяне нивото на риска, сравняването му с приети нормативни критерии (евентуално съществуващи) и на тази основа приемане на решения. Всяко решение следва да се оценява с помощта на СВА и да се приеме най-ефективния вариант. Управлението е мощен инструмент превръщащ “пасивната последица” в “активна алтернатива”, като на базата на известния статистически материал и при ползване на съответните методи, редуцира безопасността от “нещо, което е било или е в момента” в “нещо, което трябва да бъде”.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1].Александрова М. Оптимизация на инвестиционния избор. и-во “Тракия”, София, 2001.
- [2]. Матеев М. Основи на инвестиционния мениджмънт. и-во “Абагар”, В. Търново, 1998.
- [3]. Blaeij A., Florax R. J., Rietverd P. The value of statistical life in road safety: a meta-analysis. Tinbergen institute. Amsterdam, 2000.
- [4]. Bowland B. J., Boghin J. C. Robust Estimates of value of a statistical life for developing economics: an application to pollution and mortality in Santiago. Iowa State University, 1998.
- [5]. Kylefors M. Cost-benefit analysis of separation distances. Lund University, Sweden, 2000.
- [6]. Suokas Y., Rouhiainen V. Quality management of safety and risk analysis. Elsevier science publisher, Amsterdam, 1993.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗСЛЕДВАНЕ И ОЦЕНКА НА РИСКА ПРИ ТРУДОВИЯ ПРОЦЕС В ТРАНСПОРТА

Димитър Димитров, Ердоан Хаджиев

#### АНОТАЦИЯ

*Докладът третира проблемите по анализиране изследване и оценка на риска в транспортните предприятия. Обект на изследването са рисковите фактори и причините за настъпване на трудови злополуки и травми, както и рисковите фактори при осъществяване на работния процес в транспорта.*

**Ключови думи:** анализ, оценка, транспорт, работно място, трудови злополуки, травматизъм.

Оценката на риска е регламентирана в Закона за здравословни и безопасни условия на труд и в наредба № 5 на Министерство на труда и социалната политика и Министерство на здравеопазването и трябва да се извършва съгласно тях. За да могат да се вземат мерки, необходими за оценката на риска, трябва добре да се познават, да се преценяват и след това да се оценяват рисковете. За оценката на риска може да се използват количествени методи и системи за степенуване на риска. При оценяването на конкретния риск, като отправна точка ще се използва списъкът на всички дейности и ситуации, които могат да предизвикат увреждане или щета на работещия. Оценката на риска е динамичен процес и една систематична проверка, целяща да определи:

- кои са опасностите, водещи до увреждане;
- как тези опасности могат да бъдат отстранени;
- какви мерки могат или трябва да бъдат предприети, за да бъде избегнат рискът;
- какви са рисковете;
- кои лица могат да бъдат засегнати;
- овладени ли са рисковете.

Добрите резултати при оценяването на риска са следствие от добре провеждана политика от работодателя за предпазване на персонала и спазване на мерките, намиращи се възможно най-високо в йерархията на превенцията. Работодателят е отговорен за:

- предпазването от професионални рискове;
- информацията и обучението на оценителите.

Йерархия на превенцията:

- избягване на рисковете;
- заместване на опасни субстанции и ситуации с по-малко опасни или безопасни;
- използване на средства за колективна защита;
- използване на средства за индивидуална защита.

Предпазването представлява комплект от разпоредби или мерки, взети или дефинирани на всеки етап на дейността на предприятието от гледна точка на предотвратяване или намаляване на професионалните рискове. Това означава, че може да има остатъчен риск, което се предвижда от Закона за здравословни и безопасни условия на труд и затова при оценява-

нето на риска много важен е така наречения “приемлив риск”. Мерките, които работодателя трябва да предприеме се определят на базата на серия от основни принципи, регламентирани в закона. Като се имат предвид основните принципи, оценката на риска трябва да обхваща:

- Работните процеси
- Работното оборудване
- Помещенията
- Работните места
- Организацията на труда
- Суровини и материали
- Странични фактори
- Задължение на работодателя

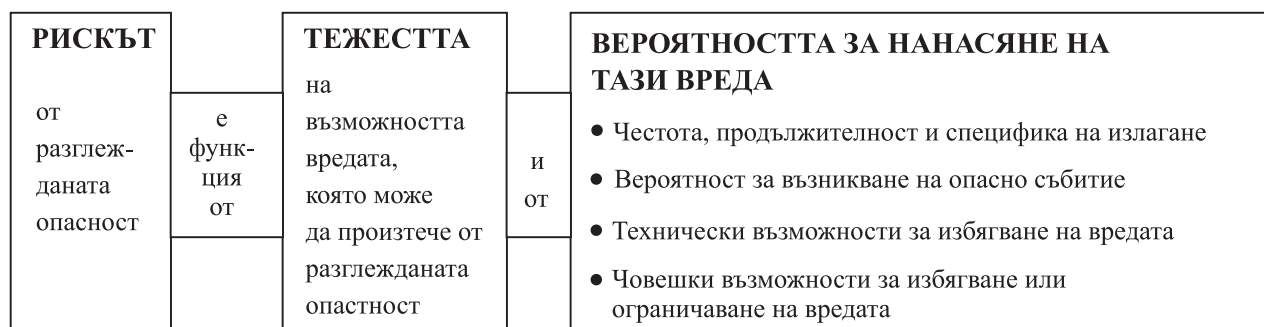
Рискът е функция на два елемента- тежестта на вредата и вероятността за възникване на тази вреда. В зависимост от големината на тези два елемента една и съща опасност може да създава различен риск (показан на фиг. 1).

в този етап е необходимо определянето на трудовите дейности в оценяваните обекти, като се групират по рационален начин и се събере необходимата информация за оценяването на риска, за да се премине в следващия етап, чрез:

- наблюдение на трудовия процес;
- изготвяне на анкетни карти;
- прилагане на протоколи от служби по трудова медицина и други служби от външни специалисти за измервания в работната среда.

**“Идентифициране на опасностите при различните трудови дейности”** - тук трябва да се установят и анализират наличните опасности, по какъв път може да им се въздейства. Да се осъществи задълбочено проучване на вероятностите за опасности.

**“Определяне на работниците и служителите, изложени на опасностите”** - Определят се не само тези лица, чиято дейност е пряко



Фигура 1

При съставянето на вариантното решение за оценяване на риска е необходимо ясно да се определят етапите, през които трябва да се премине. Работодателят чрез своите органи за управление на безопасността в предприятието трябва добре да се запознае със същността на тези етапи, като набележи необходимите дейности за неговата фирма. В настоящата разработка се разглеждат последователни логически етапи за оценяване на риска от Приложение 1, като второ вариантното решение за осъществяване на превенцията. В същото приложение се вижда, че това вариантното решение може успешно да се използва в обобщен вид като основен етап при разработването на система за намаляването на трудовите злополуки и премахване на опасности, доколкото това е възможно.

Характеристика на етапите при оценяването на риска:

**“Класификация на трудовите дейности”** -

свързана с опасността, но и тези които може да бъдат изложени на опасността.

**“Определяне елементите на риска”** - след всяка идентифицирана опасност е необходимо определяне елементите на риска.

Тежестта на вредата се преценява съобразно вида на обектите подлежащи на защита (хора, имущество, работна среда), тежестта на възможните увреждания на здравето, обхвата на вредата.

Вероятността за нанасяне на вредата се преценява чрез: честотата, продължителността и спецификата на излагане (необходимост от достъп в опасната зона, вида на достъпа), вероятността от възникване на опасно събитие. Когато в нормативните актове има изчерпателни разпоредби за осигуряване на защита от ясни и лесно определими опасности, елементите на риска може да не се определят, но е необходимо да се провери много старателно и прецизно



осигурена ли е защита от идентифицираните опасности съгласно нормативните правилници. След като е изяснена същността на елементите е възможно приемането на цифров израз за степенуването им, практика прилагана с успех в Белгия. Същността на метода се състои в използване на формулата:

$$(1) \quad P = B.E.P$$

или рискът като величина е равен на произведението от трите параметъра - вероятност, експозиция и тежестта на вредата.

За нашата страна е възможно прилагането на този подход, като се даде цифров израз на стойностите на параметрите в работната среда и градацията им се представи във вид на таблици в проценти.

“Оценка на риска” - това е краен резултат който установява допустимостта на риска и предлагане на мерки за намаляването му или

Таблица № 1

Вероятност за нанасяне на вреда (В)	Интервали	Цифров израз
Едва забележима		0,1
Практически невъзможна		0,2
Малко възможна	над 0,2 до 0,5	0,5
Малко възможна в ограничен случай	над 0,5 до 1	1,0
Ниска вероятност	над 1 до 3	3,0
Напълно възможна	над 3 до 6	6,0
Относително висока вероятност	над 6 до 10	10,0

Таблица № 2

Честота на експозицията (Е)	Цифров израз
Твърде ниска (по-малко от 1 път месечно)	0,5
Много ниска (до 1 час седмично)	1,0
Ниска (до 1 час на ден)	2,0
Средна (до 1/3 от работното време)	3,0
Достатъчно висока ( 1/2 от работното време)	6,0
Непрекъснато през цялото време	10,0

Таблица № 3

Последици (П)	Вреди	Цифров израз
Нараняване без загуба	малки	1.0
Нараняване със загуби	значителни	3,0
Инвалидност - необратимо нараняване	сериозни	7,0
Един смъртен случай	опасни	15,0
Повече от един смъртни случай	катастрофални	40.0

ограничаването му. Основните критерии за установяване на допустимостта на риска са : съответствието с нормативните документи за осигуряване на безопасни и здравословни условия на труд. Приложението на принципите за превантивна дейност посочени в ЗЗБУТ, като лични предпазни средства се прилагат само в случаите когато всички други технически средства за защита са изчерпани. Когато отчитането на информацията става от материали които нямат силата на нормативен документ, но прилагането им осигурява защита - в случаите когато няма нормативни изисквания, или осигуряват по-добра защита от случаите при наличието на нормативни документи. Основание за отчитане на тази информация дава ЗЗБУТ чл.14 и чл.10.

Образец - в помощ на етапа от разработената система “оценка на риска” е показан в табл.4.

Таблица № 4

**ЛИТЕРАТУРА:**

№	Опасности	Елементи на риска			Риск	
		В	Е	П	Точки	Оценка
1						
2						

[1] Савова,Б.. Практико-приложно помагало за оценка на риска, Агенция “Виола”, София, 2000 г.

[2] Закон за здравословни и безопасни условия на труд.

[3] Иванов И. Оценка на работното място, График консулт ООД, София, 1988







## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗПОЛЗВАНЕ НА WEB-ОРИЕНТИРАН ИНСТРУМЕНТАРИУМ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЛОАТАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Димитър Димитров, Ердоан Хаджиев

#### АНОТАЦИЯ

*Докладът третира проблемите по едноименната дисциплина за обучение на специалистите в железопътния транспорт, а именно “Техническа експлоатация и безопасност в железопътния транспорт”. Използваният подход се базира на прилагането на съвременния WEB-ориентиран инструментариум. В тази връзка са систематизирани и разработени общ модел и приложна система, която може да се използва за осъществяване на учебния процес по едноименната дисциплина.*

**Ключови думи:** техническа експлоатация, безопасност, транспорт, обучение, информационен, модел, интернет.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на съвременния WEB-ориентиран инструментариум като крайно средство за визуализация, представяне и обработка на информацията в нашето ежедневие се характеризира с:

- мрежова реализация за моделиране и управление на широк спектър от задачи, свързани с вземането на управленски решения;
- интеграция със световната информационна система;
- вграждане на средства за обработка на данни и визуализация на резултатите необходими при работа;
- мулти-потребителска работа чрез съответен инструментариум за осигуряване на нива на достъп, сигурност и приоритет за достъп до данните;
- интерактивна връзка за консултации и използване на предоставените системи и

средства.

- информационен и рекламен характер за потребителите Internet;
- универсален и лесен за работа интерфейс, за входната и изходна информация и широко развита база .

Използването на тези способности в учебния процес е широко използвано в различните сфери на обучението и дава качествен скок при реализацията му. В тази връзка са известни множество области на приложение на WEB технологиите при подготовката на дидактически материали за обучение и инструменти за оценяване.

Основните задачи на настоящата публикация е да се дадат някои методически особености на разглежданата учебна дисциплина, както и приложението на WEB инструментариум при нейното провеждане.

#### МЕТОДИЧЕСКА СЪЩНОСТ НА РАЗГЛЕЖДАНАТА МАТЕРИЯ

Разглежданата проблематика в настоящата

дисциплина се базира на нормативната документация регламентираща работата на железопътния транспорт [1,2].

Както е известно реформата в БДЖ и други обективни обстоятелства доведоха до преразглеждането на нормативната база, касаеща дейностите в железопътния транспорт. В този аспект проблемът е разгледан методически и в синхрон с Наредба № 49 за определяне правилата за движение на влаковете, маневрената работа и подаваните сигнали в железопътния транспорт и по-специално е засегнатото в част втора – Сигнали, подавани в железопътния транспорт.

Съобразно [2] са засегнати следните групи сигнали:

1. постоянни сигнали;
2. преносими сигнали;
3. ръчни сигнали;
4. звукови сигнали;
5. сигнали при извършване на маневра;
6. сигнализиране на влаковете и возилата;
7. указатели;
8. специални сигнали за “ТРЕВОГА”;
9. сигнални принадлежности;
10. сигнали, подавани със семафори;

Подготвените въпроси включват визуализация на определен сигнал от дадена група и три отговора от които е верен напълно само един.

Тъй като степента на придобитите знания по отделните групи сигнали е в зависимост от придобиваната специалност е необходимо да се отчита специфичната същност на проблема, т.е. да се заложат тежести на валидност при отчитане на отговорите.

## АНАЛИТИЧЕН МОДЕЛ ЗА АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Аналитичния модел за оценка на резултатите се базира основно на три фактора:

- брой верни резултати;
- тежест на отделните групи сигнали;
- време за изпълнение на теста.

Методиката за оценяване се свежда до присъждане на наказателни точки при допускане на грешки или пресрочване на определеното време.

Исходното положение е наличието на 100 точки.

В табл. 1 се показва примерно разпределение на степента на изпълнение на теста.

Определянето на  $C$  се базира на:

Брой точки - $C$	Оценка
70 – 74	3
75 – 79	3.5
80 – 84	4
85 – 89	4.5
90 – 94	5
95 – 99	5.5
100	6

$$(1) C = C_0 - \sum_{i=1}^n s_i \cdot c_i - \sum_{i=1}^n T_i, \text{ бр.}$$

където

$C_0$  – първоначалното количество точки;

$i$  – индекс на задавания въпрос от теста;

$c_i$  – наказателни точки присъждани за неправилен отговор;

$s_i$  – тегловен коефициент, отчитащ степента на тежест на въпроса;

$n$  – количество въпроси в теста;

$T_i$  – количество наказателни точки при пресрочване на времето за отговор на  $i$ -ти въпрос от теста;

Определянето на  $t_i$  се базира на:

$$(2) T_i = \begin{cases} T_i = 0 & \text{при } t_i \leq t_{\min} \\ T_i = \frac{t_i}{t_{\min}} & \text{при } t_i > t_{\min} \end{cases}$$

където

$t_i$  – времето за изпълнение на  $i$ -ти въпрос от теста;

$t_{\min}$  – нормативно заложеното минимално време.

В зависимост от нивото на сложност на изпълнявания теста е възможно дефиниране на матрица на тегловите коефициенти отчитащи степента на тежест на въпроса.

$$(3) S = \begin{Bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1k} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{j1} & s_{j2} & \dots & s_{jk} \end{Bmatrix}$$

където

$s_{jk}$  – заложения теглови коефициент за отчитане на  $j$ -та степен на сложност на  $k$ -та група въпроси;

По този начин може да се диференцират конкретни особености при провеждане на теста в зависимост от потребността от знания, които са необходими за обучаемите.

В таблица 2 се дава примерна схема за коефициентите отчитащи нивото на сложност в зависимост от необходимостта от знания по отделните специалности.

Табл. 2

Спец.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТУТ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ТТТ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
КТТ	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1
ТС	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1
ИМ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

*Забележка:*Посочените данни са примерни и засягат конкретните изисквания на специалностите за обучение във ВТУ и десетте групи сигнали от [2].

Определяне на стойностите на тези коефициенти се базира на метода на експертна оценка и е необходимо да се въведат гама от такива схеми, които предварително да се задават като база за оформяне на отчета по изпълнение и оценка за теста.

С оглед постигане на по-висока степен на сложност на изразяваните въпроси е необходимо така наречената рандомизация при показване на резултатите изразена в:

$$(4) \text{SHOW}^{\text{Question}}[i] = f(\text{Random}[\text{ID}^{\text{max}}])$$

$$(5) \text{SHOW}^{\text{Position}}[i, a] = (\text{Random}[\text{ID}^{\text{Answers}}])$$

където

$\text{SHOW}^{\text{Question}}[i]$  – случайно генерираният изход на въпрос  $i$  от общия брой  $\text{ID}^{\text{max}}$ ;

$\text{SHOW}^{\text{Position}}[i, a]$  – последователността на извеждане на отговорите  $a$ .

Това се реализира с безусловен цикъл като:

$$(6) \text{for } (\$i = 1; \$i \leq n; \$i++) \{ \text{SHOW}^{\text{Question}} [\$i]; \}$$

$$(7) \text{for } (\$a = 1; \$a \leq A; \$a++) \{ \text{SHOW}^{\text{Position}} [\$a]; \}$$

Допустимо е последователно изпълнение на всички или отделни групи въпроси, но това има функция за преминаване през цялостната и частично-груповата процедура за изпълнение на теста.

Тъй като процеса е свързан с последователно изпълнение на всички въпроси от дадена група (групи) въпросът се свежда до:

$$(8) \text{for } (\$i = 1; \$i \leq N; \$i++) \{ \text{SHOW}^{\text{Question}} [\$i]; \}$$

$$(9) N = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K n_{jk}$$

където

$J$  – количеството групи;

$K$  – количеството въпроси в дадена група.

В крайната фаза от решаване на теста е необходима журнална информация, изразяваща цялостния процес по провеждане на теста. Същото се базира на регистрирането на така наречените “добри” и “лоши” отговори изразено чрез изпълнението следната условна структура:

$$(10) \text{if } (\$Answer == \text{True}) \{ \text{\$fp=fopen("Jurnal", "w+");} \dots \text{fputs(\$fp, 'True='.'\"$True\"; \n");} \text{fputs(\$fp, 'ID='.'\"$ID\"; \n");} \text{fputs(\$fp, 'Answer='.'\"$Answer\"; \n");} \dots \text{fclose(\$fp);} \}$$

$$\text{else } \{ \text{\$fp=fopen("Jurnal", "w+");} \dots \text{fputs(\$fp, 'False='.'\"$False\"; \n");} \text{fputs(\$fp, 'ID='.'\"$ID\"; \n");} \text{fputs(\$fp, 'Answer='.'\"$Answer\"; \n");} \dots \text{fclose(\$fp);} \}$$

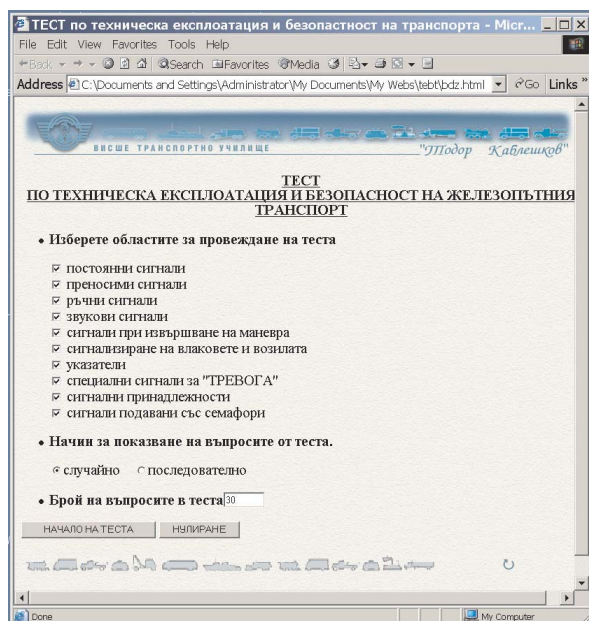
В крайната фаза при визуализацията на стъпките на изпълнение на теста е свързан с последователното обхождане на “Jurnal”. В този случай се визуализират последователно само така наречените “лоши” отговори, а именно:

$$(11) \text{if } (\$Answer == \text{Flase}) \{ \text{print } \$Answer; \}$$

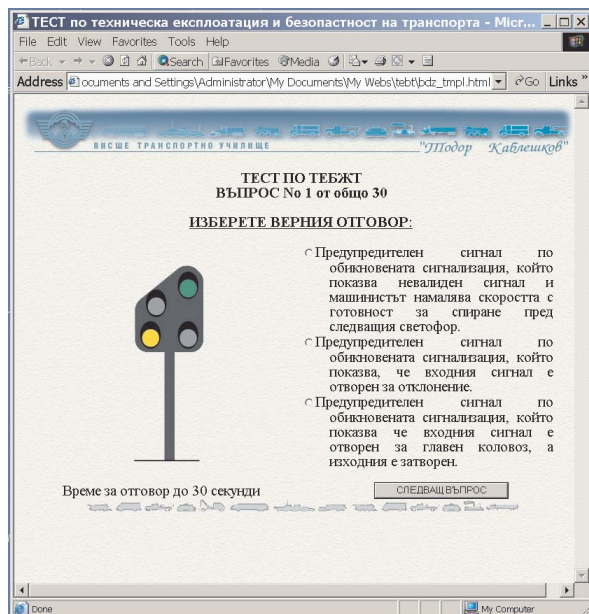
Така представената обща структура на аналитичния модел позволява висока степен на гъвкавост и лесна приложимост за конкретните цели.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

На базата на аналитичния модел е разработена структура на базата данни и приложна система за визуализация и анализ на разглежданата проблематика.



Фигура 1



Фигура 2

Структурата на базата данни съдържа в себе си следните полета:

**ID** – индекс на въпроса;

**Group** – група на принадлежност;

**Question** – текст на въпроса;

**RightAnswer** – верен отговор;

**BadAnswer1** – първи грешен (непълнен) отговор;

**BadAnswer2** – втори грешен (непълнен) отговор;

**Picture** – графично представяне на въпроса.

Използвания WEB инструментариум се базира на HTML, PHP и MySQL.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящата разработка се базира на нормативната база за осигуряване на работата в железопътния транспорт. Използвания WEB-ориентиран инструментариум за постигане на практическите цели я прави лесна за използване при проверка на знанията по едноименната дисциплина. Нещо повече – създава се предпоставка за нейното дистанционно ползване, както от студенти, така и от други заинтересовани по проблема.

След преминаване на нейния аprobационен и тестов период тя ще бъде предоставена за общо ползване в Интернет пространството (като модул към сайта на ВТУ).

Настоящата разработка може да послужи за модел и основа за разработване на подобната проблематика в останалите видове транспорт.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] МТС, Нормативи за железопътния транспорт, Част I, Стандартизация принт ЕООД, София, 2002.

[2] МТС, Нормативи за железопътния транспорт, Част II, ВТУ “Тодор Каблешков”, София, 2002.

[3] Bakken S., Schmid E., PHP Manual, Copyright © 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 by the PHP Documentation Group

[4] MySQL Reference Manual for version 4.0.0-alpha



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РАБОТНОТО МЯСТО В ТРАНСПОРТА

Ердоан Хаджиев, Димитър Димитров

#### АНОТАЦИЯ

*Докладът третира проблемите по анализиране и оценка на работните места в транспорта. Обект на изследването са рисковите фактори и причините за настъпване на трудови злополуки и травми при осъществяване на работния процес в транспорта.*

**Ключови думи:** анализ, оценка, транспорт, работно място, трудови злополуки, травматизъм.

На този етап на развитие и осигуряване на безопасни условия на труд в нашата страна и до окончателно отпадане на Наредбата за комплексно оценяване на условията на труд, оценката на работното място ще предхожда оценката на риска и ще служи за отправна точка при действията на работодателя за подобряване условията на труд в предприятието (фирмата) и оценката на работното място ще се извършва на базата на анкетни листове. Внедряването на ефективна система за намаляване на трудовия травматизъм ще даде началото на втори етап за подобряване условията на труд във всяко отделение от транспорта. Този етап представлява оценката на риска от дейности и вредни вещества и фактори на базата на наредби за пределно допустими норми и ще се разглежда комплексно за конкретно работно място. Без преминаването през този етап, на предприятията от транспорта няма да им бъде възможно да изпълняват изискванията на Закона за здравословни и безопасни условия на труд. С оценката на работното място се постигат множество цели и тя се провежда като част от превантивната политика за намаляване броя на злополуките и отпуските по болест. Етапи в процеса на оценката на работното място:

1. Назначаване на комисия — която изготвя програма за оценка на работното място, събира

информацията за опасностите свързани с работната среда.

2. Вземане на решения за подхода - решаване кои места са обект на оценка, кои дейности подлежат на оценяване и кои техни аспекти трябва да бъдат разгледани на първо място.

3. Определяне на целите - видове резултати.

4. Определяне на лицата, изложени на риск.

5. Определяне на експозицията интензитет и продължителност на честотата на въздействие от страна на неблагоприятните фактори върху работната среда и трудовия процес.

6. Оценка на риска за конкретно работно място - чрез анкетни карти:

а) определят се достатъчните мерки към момента на оценката, при положителна оценка се преминава към точка 9.

б) при недостатъчни мерки процесът на оценка продължава чрез точка 7.

7. Проучване на възможностите за контрол - набелязват се нови мерки и мероприятия.

8. Нова оценка.

9. Проверка пригодността на мерките.

Случаи, когато трябва да се извършва оценка на работното място:

- Когато съществуват оплаквания от условията за труд на работното място.

- Фирмата желае да започне превантивна



политика.

- Инвестиция и строителен проект.
- Настъпил е инцидент или нещастен случай.
- Настъпила е промяна в правните задължения.

Оценките на работното място (ОРМ) са четири типа и от поставените цели и етапа, от които е започнало оценяването зависи избора на една от тях и избор на контролна карта.

#### **А) Общи оценки (проверки на състоянието на работното място).**

За изследване на условията на труд се използват контролни карти, анкетни листове и други, с които системно се оценяват опасности от всякакъв вид. Контролните карти имат важно преимущество при проверка на работните места, защото лесно може да бъдат обработвани от хора, които не са специалисти в тази област. Чрез тях за кратко време може да се добие представа за възможните опасности, без да е необходимо предварително обучение.

#### **Б) Конкретни оценки.**

За разлика от общата проверка на работното място тя е насочена към анализ на конкретно извършвана дейност. Много важно условие е да се събере информация за действителната работна ситуация, тоест за начина по който работниците изпълняват дадена задача ежедневната си практика. Тъй като често се оказва, че реалния начин на работа се отличава от предписания по технологични и фирмени изисквания, работниците променят процедурите по изпълнението на дейността в разрез с правилата. По тази причина общата контролна карта за ОРМ трябва да дава представа за характеристиката на извършваната работа и за проблемите във връзка с условията на труд. Например за транспорта шумът като вреден фактор оказва голяма роля за трудовите злополуки, трябва да се има предвид че ниво под 85 децибела не води до загуба на слуха, но може да маскира звукови сигнали и да наруши концентрацията на вниманието с произтичащи от това последствия-повишаване на риска от злополуки.

#### **В) Тематични оценки.**

Този вид оценки са свързани с подробно проучване на отделни фактори от условията на труд, например - наличие на шум или стрес. Често този тип оценки изисква конкретни експертни

резултати, тъй като методите за измерване са твърде сложни и могат да се прилагат само от специалисти. Независимо от това обаче за целите на ОРМ извършвана от фирмата, трябва да се знае, че съществуват и елементарни начини за откриване на опасности от вредни фактори. Например оплакване от работниците, че не може да се провежда нормален разговор на разстояние 1 метър в производственото помещение, трептене на пода и други. В този случай е необходимо веднага да се вземат мерки за намаляване на опасностите без да се чакат резултатите от скъпо струващите измервания.

#### **Г) Организационни оценки.**

По-задълбочена представа за условията на труд може да се получи, ако се разбере защо те са именно такива (в действителност), например - лошото осветление може да се дължи на незадоволителна поддръжка на осветителните тела, а неправилното поведение на работника при работа може да се дължи на недостатъчното му обучение. Целта на организационните оценки е да се анализират организационните процедури, като - оперативно ръководство, поддръжка на машините, класификация, фирмена култура, обучение.

Оценката на работното място представлява широко обхватна концепция, насочена към откриване на потенциалните опасности и подобряване на обстановката и работното място. Включва проблеми от субективен характер, но има и количествена насоченост при определяне на показатели за анализиране на определени опасности. Обхваща рисковете за безопасността и здравето, както и благополучието при работа. Базовата оценка на работното място изисква основни познания и опит, но довежда до постигане на положителни резултати: за предприятието по-добри производствени резултати; а за работника-безопасни условия и трайна работоспособност.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Кун Томас, Ръководство за оценка на риска, Юнион Миниер Груп, София, 1999
- [2] Иванов И. Оценка на работното място, График консулт ООД, София, 1988
- [3] Наредба No 5 от 11 май 1999 за реда, начина и периодичността на извършване на оценката на риска.



**ПРИЛОЖЕНИЕ:**

**Анкетен лист**

№	Място ( Предприятие, Цех) Дата:		
	Ориентировъчни въпроси за осветление	ДА	НЕ
1	Има ли бележки по отношение на осветлението?		
	* на работното място		
	* на цеха, в предприятието		
2	Има ли оплаквания на работниците от зрителна умора, бодежи, съзене и други?		
3	Тази зрителна умора отговаря ли:		
	* на определен период от време		
	* на специална работа		
4	Светлинните източници или техните рефлектори позволяват ли добра видимост в центъра на зрителното поле на работното място?		
5	Работните места подложени ли са на директно слънчево лъчение?		
6	Работниците оплакват ли се от болки в главата, от болки в гърба?		
7	Могат ли работниците да променят индивидуално осветлението на работното си място в съответствие със задачите, които трябва да изпълняват?		
8	Могат ли работниците да виждат лесно от работното си място необходимата информация за изпълнение на задълженията си?		
9	Усилията, натоварващи непрекъснато очния апарат при работа винаги ли се извършват от едни и същи работници?		
10	Грешките по-често ли се допускат в края на деня?		
11	Грешките по-често ли се допускат в края на седмицата?		
12	В организацията на работата предвидени ли са паузи?		
13	Ако предметите за наблюдение се намират в движение, имат ли възможност работниците да променят скоростта им на движение?		
14	Съществува ли контраст на детайлите по отношение на фона, или този контраст е слаб?		
15	Редовно ли се обезпращават и подържат общите и локалните осветителни тела?		

Анкетен лист

№	Място ( Предприятие, Цех) Дата:		
	Ориентировъчни въпроси за микроклимат	Да	Не
1	Работниците изложени ли са на топло, студено, на течение, на атмосферни промени?		
2	Работниците оплакват ли се от студ, топлина, течение, атмосферни промени?		
3	Имат ли работещите поведение, издаващо проблеми с топлината?		
4	Изразяването на проблемите с топлината отнася ли се за повече или за една категория от персонала?		
5	На работните места, изискващи голяма сръчност, констатирано ли е повишаване на грешките през студените периоди?		
6	През топлите периоди може ли да се констатира на някои работни места допълнителни трудности в контрола?		
7	През топлите периоди може ли да се констатира в някои работни места нарастване на броя на злополуките?		
8	Поддържа ли се редовно климатичната система?		
9	Проблемите с топлината по различен начин ли са изразени в отделните помещения на предприятието, работни места, часове в денонощието?		
10	В тези помещения и работни места работата на работниците:		
	* затруднена ли е?		
	* довежда ли ги до затруднена подвижност?		
	* излага ли ги често на източници на топлина или студ?		
	* задължава ли ги често да сменят местата с твърде различни температури?		
11	Работата на топло или студено оправдава ли носенето на средства за индивидуална защита?		
12	Средствата за индивидуална защита адекватни ли са на риска и на изпълнениетѝ на задачата?		
13	Работниците изложени ли са на лъчиста топлина (пещи, открит пламък, инфрачервени лъчи)?		
14	Съществуват ли предпазни устройства срещу източници на топлина или студ?		
15	При организацията на труда предвидени ли са паузи?		
16	Работниците имат ли на разположение помещение с нормална температура?		
17	Работниците имат ли на разположение освежаващи или топли напитки?		



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА НАДЕЖДНОСТТА НА КРЪГОВИ СТРУКТУРИ В SDH МРЕЖИТЕ

Розалина Димова, Тодорка Георгиева

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се оценява надеждността на SDH мрежа, като се разглежда структура, в която информационният поток се обменя от точка до точка. Целта е да се установи връзка между критериите за надеждност и действителното качество на обслужване. За целта се разглежда мрежовата надеждност на оптична мрежа от тип SNCP с резервиране 1+1, както и повреди на кръгови структури MS SPRing със съвместно използване на резервния капацитет.*

**Ключови думи:** телекомуникационни мрежи, оптични мрежи, SDH, надеждност

#### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Като платформа за комутиране и управление на оптични слоеве SDH трябва да предоставя широк обхват от услуги с различна надеждност.

Решение и формулировка на задачата за осигуряване надеждна връзка в транспортните SDH мрежи, с отчитането на всички фактори (схемна маршрутизация в логическите мрежи, алгоритъм за резервиране на транспортните мрежи) е сложен процес. Оценка на надеждността най-често се прави чрез метода на вероятностното разпределение на връзките. Този метод характеризира само структурните свойства без да отчита пропускателната способност и конкретните схеми за резервиране на мрежата. В този случай се оценява само структурната надеждност.

За оценка на надеждността на SDH мрежата разглеждаме структура, в която потока се обменя от “точка до точка”. Целта е да се установи връзката между критериите за надеждност и действителното качество на обслужване, което същевременно ще насочи към изследване на

следващото по-високо от SDH мрежово ниво като ATM, IP и др. Известно е, че SDH мрежите използват защитно резервиране (protection) и резервно възстановяване от отказ (restoration). Първоначално те се реализират автоматично на физическо ниво, с използване на предварително разделяне на резервните капацитети и на второ място в зависимост от ситуацията на мрежата се предполага превключване на тракта на мрежово равнище под действие на команда от системата за управление.

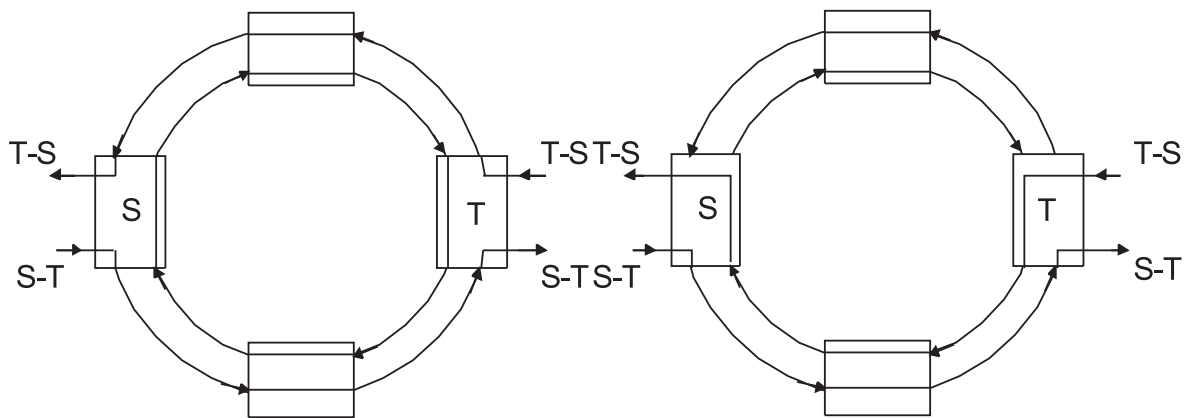
Разглеждаме модели на резервиране от типа “protection”. За оценка вероятността за безотказност на кръгова структура на SDH мрежа ще използваме мрежовата и надеждност, т.е. вероятността, при която всички възли и линии в изследваната структура функционират и при която всички потребители могат да се свързват един с друг. Надеждността точка до точка (двучковва надеждност) представяме като вероятността два пункта да обменят данни един с друг (т.е. да се свързват) или потока от данни да се предава независимо от състоянието на другите потребители на оборудване от мрежата.

Двучточката надеждност или надеждността на тракта, преминавайки през няколко безотказни структури на SDH или по участъци от мрежата без резервиране се пресмятат като произведение на двучточката надеждност на тази структура и надеждността на участъка без резервиране. На тази надеждност съответства коефициент на готовност  $K_r$ , значението на който обикновено се нормира за абонати на различни мрежи като ISDN, ATM, IP.

Направеният анализ е въз основа на всички възможни откази на апаратурата и линията. Счита се, че всички елементи са от един и същи тип и имат еднаква надеждност. Повредите в оптичните влакна (ОВ) и всеки кабел разгледаме по отделно, въпреки че вероятните повреди на отделните ОВ са значително по-малки.

## II. АНАЛИЗ НА КРЪГОВА СТРУКТУРА SNCP (SUB NETWORK CONNECTION PROTECTION)

Моделът на кръгова структура SNCP с резервиране тип 1+1 е показан на фиг.1.



Фиг. 3.6 Кръгова структура тип SNCP

Сигналът в предавателната страна се дублира и се предава по двата оптически кръга (работен и резервен). В нормален режим приемникът получава две копия на сигнала (с различни задръжки) и избира едно от тях.

### 1. Изчисляване на мрежовата надеждност на кръг SNCP

При условие, че всички схеми за защита на тракта от тип 1+1 работят безотказно, тогава в следните два взаимно изключващи се случая мрежата все още ще се намира в работно състояние:

- Нека е изправен един от двата кръга - работния или защитния. Вероятността за това се определя с формулата:

$$r_1 = (R_n R_t)^n \times (2R_a^n R_f^n - R_a^{2n} R_f^{2n}) = \mathbf{0.1097489} \quad (1)$$

- Ако двете оптични влакна на кабела или целия кабел са повредени, докато всички други елементи на кръга работят, вероятността за това събитие се определя с формулата:

$$r_2 = n(R_n R_a^2)^n (R_t R_f^2)^{n-1} [R_t (1 - R_f)^2 + (1 - R_t)] = \mathbf{0.0364} \quad (2)$$

Мрежовата надеждност се изчислява чрез израза:

$$R_{all} = r_1 + r_2 = \mathbf{0.146218} \quad (3)$$

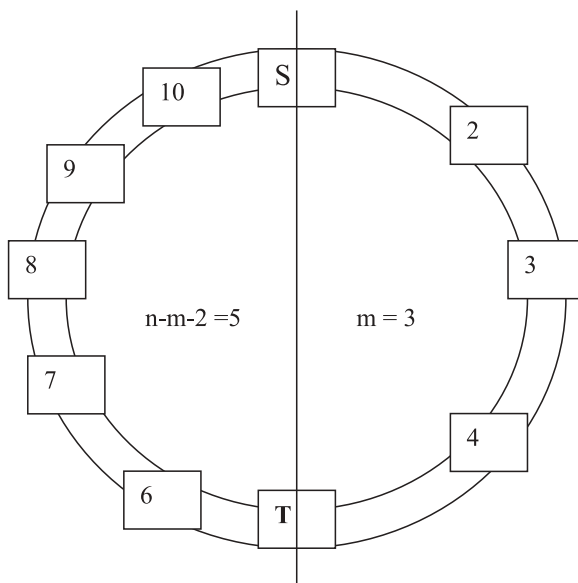
### 2. Надеждност точка до точка на кръга SNCP

За моделиране на тази надеждност разгледаме пример, в който въображаема линия пресича кръга през възлите S и T, разделяйки го на две части. Нека m е броя на възлите от частта в дясно от линията S-T. Тогава броят на възлите в лявата част е (n-m-2). Въображаемите “лява” и “дясна” част се отнасят до местоположението относно линия S-T.

Приемаме, че между възли S и T защитата на канала от тип 1+1 работи без проблеми. Тогава в три взаимно изключващи се случаи двата зададени възела S и T все още могат да се свързват един с друг.

Първият случай е аналогичен на определянето на мрежова надеждност. При втория случай всички оптични влакна, трасета и възли на лявата част на кръга работят, тогава са възможни две взаимно изключващи се подсъбития.

А) В дясната страна работят всички възли и мултиплексори, но две оптични влакна могат да се повредят отделно едно от друго в работния



Фиг.2 Оптичен кръг с десет възела

и защитния пръстени, или може да бъде повреден в краен случай един кабел. Вероятността за това подсъбитие се записва с формулата:

$$r_{21} = (R_n R_a^2)^n (R_t R_f^2)^{n-m-1} [R_t^{m+1} (1 - R_f^{m+1})^2 + (1 - R_t^{m+1})] = 0.01 \quad (4)$$

В) От дясно не работят всички възли, т.е.

$$r_{22} = (R_n R_a^2)^{n-m} (R_t R_f^2)^{n-m-1} [1 - R_n^m + R_n^m (1 - R_a^{2m})] = 0.07574 \quad (5)$$

Вероятността за втория случай може да се запиши като:

$$r_2 = r_{21} + r_{22} = 0.0954467 \quad (6)$$

В третия случай всички оптични влакна, кабели и възли отдясно работят. Разглеждаме вероятността за две взаимно изключващи се подсъбития.

А) В лявата страна работят всички възли, но 2 оптични влакна са повредени поотделно в работния и защитния пръстени или е повреден поне един кабел:

$$r_{31} = (R_n R_a^2)^n (R_t R_f^2)^{m+1} [R_t^{n-m-1} (1 - R_f^{n-m-2})^2 + (1 - R_t^{n-m-1})] = 0.0358 \quad (7)$$

В) От ляво не работят всички възли, т.е.

$$r_{32} = R_n^{m+2} (R_t R_f^2)^{m+1} [1 - R_n^{n-m-2} + R_n^{n-m-2} (1 - R_a^{(n-m-2)})] = 0.1575 \quad (8)$$

и затова:

$$r_3 = r_{31} + r_{32} = 0.1934383 \quad (9)$$

Надеждността между две точки от схемата може да се представи като:

$$R_{s-t} = r_1 + r_2 + r_3 = 0.39863 \quad (10)$$

Ако за потока от S към T в мрежата има няколко (например два) независими тракта то общата надеждност ще бъде по-голяма. За двата тракта се получава:

$$R_{s-t} = R_{s-t}^{(1)} + R_{s-t}^{(2)} - R_{s-t}^{(1)} R_{s-t}^{(2)} \quad (11)$$

Тук надеждностите  $R_{s-t}^{(1)}$  и  $R_{s-t}^{(2)}$  за всички трактове се изчисляват съгласно израз (10).

### III. КРЪГОВЕ MS SPRING (MULTI-PLEX SECTION SHARED PROTECTION RING)

Вземаме в предвид повреди на кръгови структури MS SPRing (фиг.3) със съвместно използване на резервния капацитет.

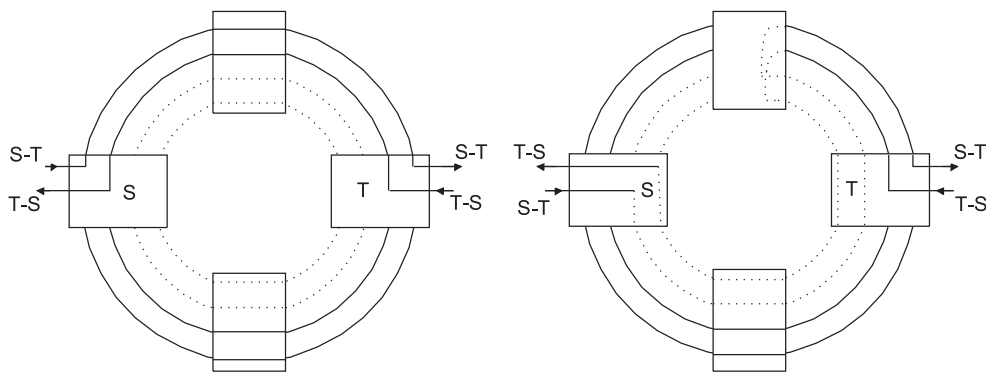
Предаваните по кръга информационни потоци се насочват по най-краткия път по двете направления. При възникване на отказ (в мултиплексор) на двата края на участъка с повредата, целият поток преминаващ през мултиплексната секция се превключва по резервните пътища в обратно направление. Разглеждаме математически модел на резервиране в кръгове 2F MS SPRing и 4F MS SPRing с отчитане надеждността на линиите и всички видове апаратури във възлите.

Нека n-брой възли в кръга:

$R=R(t)$  - вероятност за безотказна работа на елементите на мрежата;

$R_n$  - вероятност за безотказна работа на възлите (включително повреди на възлите и грешки на персонала);

$R_a$  - вероятност за безотказна работа на мултиплексорите за въвеждане и извеждане;



Фиг.3.7 Кръгова структура тип MS SPRing

$R_s$  - вероятност за безотказна работа на комутаторите, работещи на ниво мултиплексни секции;

$R_f$  - вероятност за безотказна работа на оптично влакно;

$R_t$  - вероятност за безотказна работа на кабелите в един участък между съседни възли.

Определена е надеждността на структурата MS SPRing с 2 оптични влакна (2F MS SPRing). В кръг със съвместно използване на резервна мощност за резервиране се използва половината от пропускателната способност на агрегейтния (възлов) поток. При повреда на звено или секция в кръга съседните възли се свързват чрез обхождане на кръга.

А) Мрежова надеждност на кръг 2F MS SPRing

В мрежовата надеждност внасят принос 2 взаимно изключващи се събития.

- 1) Всички части на мрежата са изправни:

$$r_1 = (R_n R_a^2 R_s^2 R_t R_f^2) = 0.759776 \quad (12)$$

- 2) Има отказ при едно оптично влакно в кабела или в целия кабел, като другите елементи на кръга работят. Свързването е осъществено по кръгов обход:

$$r_2 = n (R_n R_a^2 R_s^2 R_t R_f^2)^{n-1} [R_t (1 - R_f^2) + (1 - R_t)] = 0.08955 \quad (13)$$

Мрежовата надеждност се изчислява като:

$$R_{all} = r_1 + r_2 = 0.8493284 \quad (14)$$

В) Надеждност точка до точка на кръг 2F MS SPRing

Тук имат принос (т.е. като възможни варианти) три взаимно изключващи се събития, от които първите две са разглеждани като случай 1) и 2) в мрежовата надеждност. Разглеждаме само

третия случай, когато отказва един от възлите (но не краен), а останалите елементи (освен съседните на този възел кабели и влакна) работят нормално. Свързването е осъществено по кръгов обход:

$$r_3 = (n - 2) (R_n R_a^2 R_s^2)^{n-1} (R_t R_f^2)^{n-2} [1 - R_n + R_n (1 - R_a^2 R_s^2)] = 0.113263 \quad (15)$$

Надеждността от точка до точка се определя като сума от изразите (12), (13) и (15):

$$R_{s-t} = r_1 + r_2 + r_3 = 0.9625914$$

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на получените резултати е направено сравнение на коефициента на готовност на разглежданите кръгови структури. Средното време на безотказна работа за информационния поток от S към T, преминаващ през пет звена по кръга MS SPRing е 5.9 години, а за кръга SNCP е 9.1 години.

Резултатите показват, че използването на кръгове MS SPRing е най-ефективно за обмен между възли от едно йерархично ниво. За обмен на трафик от периферни възли към централен възел от по-висока йерархия е по-удобно да се използва кръг тип SNCP.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Georgieva N, Dimova R, Reliability of Optical network, Conference proceedings of "TEHNONAV 2002", Constanta, vol.IV, Tom.I, 30 May-1 June 2002.  
 [2] ITU-T Rec. G.911, Parameters and calculation methodologies for reliability and availability of fiber optic systems, revised 1997.  
 [3] ITU-T Rec.G.841, types and characteristics of SDH network protection architectures, revised 1998.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МЕТОД ЗА КОМУНИКАЦИЯ МЕЖДУ ПУЛТОВЕ ЕМЦ И МРЦ С ПК, С ЦЕЛ ИЗПОЛЗВАНЕ В ОБУЧАВАЩИ СИСТЕМИ

Тедор Беров, Ердуан Хаджиев

#### АНОТАЦИЯ

*Разгледани са възможностите за изграждане на работно място към компютърна обучаваща системана на базата на съществуващи реални пултове ЕМЦ и МРЦ. Набелязани са необходимите функции и операции извършвани с пултовете, необходимите симулации извършвани от ПК с цел симулиране на техническите средства и комуникации за междугарие и гара. Засегнати са възможностите за хардуерно съвместяване на пултовете и ПК..*

**Ключови думи:** обучаваща система, гарова централизация, влаково движение, микроконтролер.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Подготовката на кадри за работа в сферата на осигуряване на влаковото движение и в частност свързани с работата и обслужването на гаравите централизации и способите за осигуряване движението на междугариято, е необходимо да се извърши с практическа възможност за манипулиране с пултовете на гарови централизации в обстановка, доближаваша се в максимална степен до реалната. Това означава използване на реални пултове, даващи възможност за извършване на операции и манипулации с тях, обвързани с различни схеми на влаково движение: пропускане, разминаване, надминаване, маневриране в нормална и с отклонения от нормалната експлоатационна обстановка.

Използването на компютърна техника дава големи възможности за реализиране на посочените по горе задачи в учебния процес. Развитието на тази техника и наличието на периферни устройства на прилична цена дава възможност

за изграждане на обучаващи системи за различни задачи на изгодни цени.

При изграждането на обучаваща система от този тип трябва да се разгледат следните основни моменти:

- Основна цел и задачи на системата-специалисти към който е насочена, видове операции, варианти на ситуации, сложност, етапност и др;
- Материална база-вид пултове, ПК, периферия, допълнителни устройства;
- Начин за изграждане-разположение на отделните обекти, връзки между тях, ерархичност и др;
- Програмно осигуряване.

#### СТРУКТУРА НА ОБЕКТИТЕ

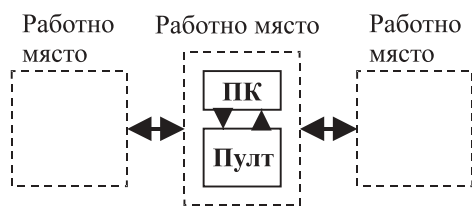
Базирайки се на посочените особености на една такава система ще разгледаме един частен случай за използване на съществуващи реални пултове (ЕМЦ, МРЦ) и ПК в стандартно изпълнение за изграждане на едно работно място



(с възможност за комуникация с други такива) за симулиране деиността на ръководител движение на една гара по осигуряване на влаково движение, като не разглеждаме в подробности вида и модела на пултовете и конструктивните им особености.

В зависимост от пулта с който разполагаме и основните цели, поставени пред обучаващата система е необходимо да се определят параметрите на обекта, който ще се изгражда: коловозно развитие, стрелки, сигнализация; назначение на коловозите; бутони(ръчки); разрешени маршрути и зависимости; вид на междугарията и способ за осигуряване движението в тях; светлинна и звукова индикация подавана от пулта и др.

Работното място представлява звено(гара) от мрежа(участък) фиг.1. Пулта комуникира с ПК, който осъществява връзка към другите работни места и симулира реалното влаково движение.



Фиг.1

При изграждане на тази система е необходимо да се подходи така, че тя да изпълнява поставените задачи като запази универсалността си, т.е. компютъра изпълнява всичките си функционални възможности, когато не участва за осигуряване на работно място и дава възможност за индивидуална(не свързана в мрежа) деиност. Самостоятелната функция на всяко място е изключително удобна при използване в учебния процес, защото дава възможност за работа на обучаеми с различна теоретична подготовка. По отношение на изискванията към системата е необходимо да се отбележи, че тя е предназначена за учебния процес, поради което не е необходимо да притежава степените на защита на една реално използвана в практиката такава, а само трябва да поддържа съответните технически изисквания.

Основните функции на отделните елементи на работното място са:

1. ПУЛТ.

- Индивидуално обръщане на стрелки;
- Подреждане на маршрути;

- Отваряне на сигнали;
- Подаване на маневрено положение;
- Обслужване на пломбирани бутони;
- Обслужване на ключ-жезъл;
- Бутони на ПАБ и АБ;
- Светлинна индикация за състоянията в гарата и междугарията, и за ПАБ;
- Звукова индикация.

Изброените по-горе функции са обобщени и за различните модификации централизации се използват само предвидените за тях.

2. Персонален компютър (ПК).

- Симулира състояния в гарата-положение на стрелките и вагоноизхвъргачки, заетост на коловозите и стрелките, състояние на прелези, положение на сигналите и други устройства, маршрути и зависимости – входни, изходни, маневрени ;
- Симулира състояние на междугарията – наличие на возило и неговия вид, скорост на движение, местоположение и въздействие на релсови вериги или брояч на оси и др;
- Симулира влаково движение по определен график на движение–номер на влак, вид, скорост на движение, спиране, потегляне и др;
- Осъществява комуникацията с пулта и с другите работни места.

Под симулатор се разбира софтуерен модул, част от цялостната програма заредена в ПК, изпълняващ специфичния за дадения обект алгоритъм.

Симулиране състоянието на гарата има основно отношение към комуникацията с пулта и е отнесено към основните обекти (табл.1).

Таблица 1

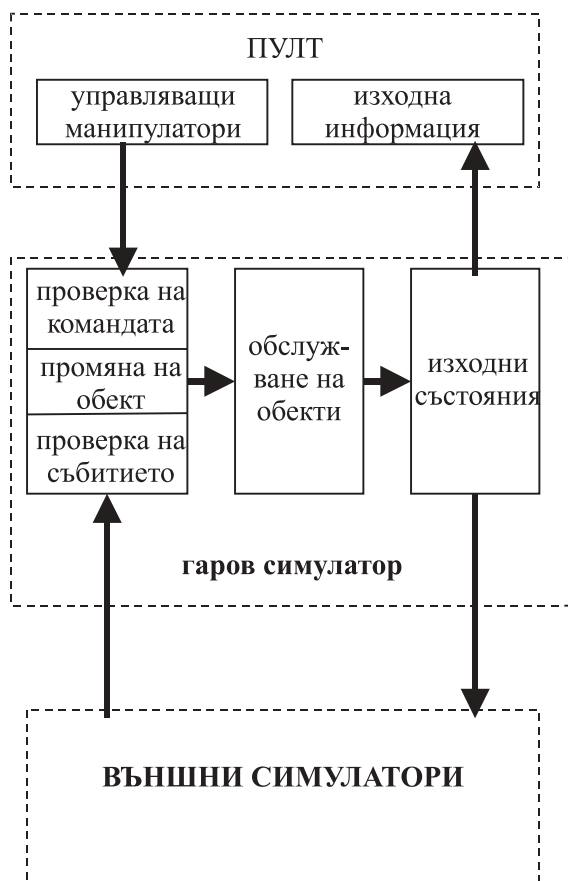
Коловози	стрелки	светофори
Зает -№ вл. Свободен Повреда	Положение +/- Заетост, не Заклучена, не повреда	положение повреда

Състоянието на всички обекти се поддържа и следи непрекъснато от симулатора на състоянията в гарата, комуникирайки с пулта (приемане на команди от бутони(ръчки) и предаване на състояния за изпълнителните устройства – светодиоди, зумер, соленоид и др.) и с другите симулатори.

Освен състоянието на обектите, симулиращата програма поддържа и обвързката им според създадените зависимости. Тази обвързка е софтуерна и поради това дава възможност за изграждане на варианти на обслужване, почищащи върху една конструкция на пулт.

Инициализирането на различни повреди става също софтуерно, в зависимост от поставените цели.

Функционалната връзка на разглежданите симулатори е показана на фигура 2.



Фиг.2

Програмният модул на гаровия симулатор трябва "виртуално" да симулира всички устройства и процеси, съответстващи на една реална гара, за която е направено коловозното развитие на пулта. Това означава, че при разработването на модела е необходимо да се направи динамичен списък на всички устройства, разбити по елементи с техните характеристики и възможни състояния, определят се взаимовръзките им като се маркират възможните такива. Не трябва да се забравя, че поради особеността на учебния процес е необходимо да се създават възможности за невъзможни връзки, поради необходимостта от създаване на критич-

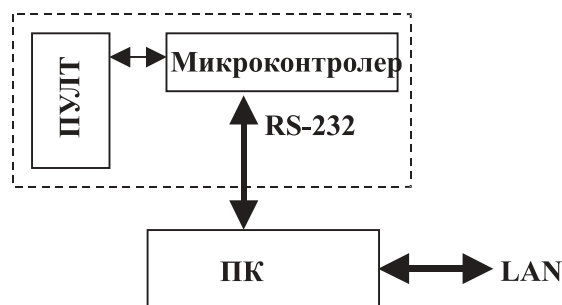
ни и невъзможни ситуации.

## ХАРДУЕР НА СИСТЕМАТА

Осъществяването на връзката между ПК и пулта може да се осъществи по различни начини, използващи възможностите на комуникационните портове. Процесите които ще се управляват са многократно по-бавни от минималната възможна скорост на обмен и не създават специфични изисквания по отношение на скоростта на обмен на данните. Възможни решения са:

- Разширител по ISA;
- Комуникация по портове- последователен RS-232, паралелен LP, USB.

Използването на микроконтролери дава възможност за изключително ефективно решение за осигуряване управлението на пулта от гарова централизация(фиг.3).



Фиг.3

Микроконтролера се програмира самостоятелно с цел:

- приемане на състоянията на клавишите(ръчки), предварителна обработка на получените комбинации и предаване на промяната към ПК;
- Получава от ПК състояния на управляеми обекти(светлинни, звукови, блокиращи и др.);
- Осъществява обмена на данни с ПК (RS-232).

Всички останали функции и зависимости на комбинации от бутони се обработват основно от управляващия софтуер, зареден в ПК. Това дава възможност за изграждане на варианти за различни схеми на функционални възможности на една конструкция и нагаждането им към различни задачи, предизвикани от учебния процес.

Според стандарта RS-232-C устройствата се разделят на две групи – терминали и устрой-

ства за комуникации. При разглежданите по горе връзки трябва да се има в предвид, че двете устройства се явяват терминали и трябва да се следи момента за получаване на заявка.

Друга ефективна връзка се получава по LPT порта и един от портовете на микроконтролера. В този случай трябва да се създаде потребителски протокол за обмен на данните.

За комуникация по USB трябва да се използва USB микроконтролер.

## ОСНОВНИ ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

- Разглежданата методика има за цел използване на пултове, станали ненужни при реконструкция на гари или произведени, но не монтирани. Конструктивното им пригаждане се извършва чрез създаване на прости връзки и използване на светодиоди на светосхемните табла, като не е необходимо да се запазва блочната им структура;
- Коловозното развитие се състои от минимален брой коловози и съпътстващи ги устройства, съответстващи на поставената задача;
- Използването на съвременен микроконтролер дава възможност от една страна за програмиране с различни задачи във времето, и от друга абсолютна самостоятелност на компютъра за използването му за други, независими задачи. Начи-

на на връзка създава висока надежност при дефектиране на някой елемент.

- Екрана на компютъра дава възможност за предоставяне на обучаемия на различна по вид информация, свързана с поставената задача: алгоритъм на изпълняваните операции, електрически вериги и зависимости съответстващи на реален такъв и промяната им при манипулациите с пулта, изпълняван график за движение на влаковете, осъществяване на операции по влаковото движение – положение с диска на дежурния ръководител, филм с реално движение на реални обекти и много други;
- Като част от обучаващата система поставяне на крайна оценка и архив на всички извършени манипулации с обектите;
- Създаване на ситуации, невъзможни за реално движение, които биха довели до нарушения по изискванията на безопасността;

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Кръстева, С., Неделчев Н., Електрически гарови централизации, част втора, ВНВТУ”Т.-Каблешков”, София, 1989 г.
- [2] Керакехайов, З., Кристенсен, К., Проектиране на вградени микрокомпютърни системи с микроконтролери, Пенсофт, София-Москва, 2000г.



## “ТРАНСПОРТ 2002”

### ИЗПОЛЗВАНЕ НА WEB-ОРИЕНТИРАН ИНСТРУМЕНТАРИУМ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ДИСПЕЧЕРСКО РЪКОВОДСТВО НА ЕКСПЛОАТАЦИОННАТА РАБОТА В ТРАНСПОРТА

Димитър Димитров, Теодор Кирчев

#### АНОТАЦИЯ

*Докладът третира проблемите по обучението по едноименната дисциплина за обучение на специалистите в транспорта, а именно “Диспечерско ръководство на експлоатационната работа в транспорта”. Използваният подход се базира на прилагането на съвременния WEB-ориентиран инструментариум. В тази връзка са систематизирани и разработени общ модел и приложна система която може да се използва за осъществяване на учебния процес по едноименната дисциплина.*

**Ключови думи:** диспечерско ръководство, управление, транспорт, обучение, информационен, модел, интернет.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Широкото използване на WEB-ориентирания инструментариум за визуализация и представяне на процесите в живота се характеризира със следните особености:

- универсиализация на диалоговата същност на представяните процеси и дейности, чрез използване на лесен (приятелски) интерфейс при работа;
- реализиране на мрежов модел на представяне на данните и управление на процесите;
- осигуряване на много-потребителска система за работа при въвеждане на данни и представяне на резултатите;
- осигуряване на нива за достъп до ползваните данни, криптиране и защита на информацията;
- интеграция на разработените задачи със световната информационна система;
- интерактивна връзка на потребителите

на тези системи със разработчиците и останалите потребители и др.;

Използването на тези способности при реализация на учебния процес в дадена материя е процес, който може да подобри качеството на визуализация на изучаваната материя (дидактически материали) и системата за оценяване на знанията на обучаемите.

Настоящия доклад има за цел да представи някои методически особености на изучавания материал по едноименната дисциплина, като за тази цел се използва така наречения WEB-базиран инструментариум, както и сферата на неговото използване.

#### МЕТОДИЧЕСКА СЪЩНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Разглежданата проблематика в настоящата дисциплина има за цел изучаване основните принципи, конкретните схеми и решения за осъществяване на оперативно ръководство на

транспортните процеси в следните аспекти:

- отстраняване на настъпващите отклонения при осъществяване на нормалното движение на транспортните средства;
- своевременното превозване на пътниците и товарите;
- контролиране и управление на транспортните обекти и инфраструктурни елементи.

Засегнатата тематика е съобразена с изучаваната материя и обхваща следните направления [1]:

1. *Обща характеристика на диспечерското ръководство.*

- общи принципи, същност и организация на диспечерското ръководство;
- работно място на диспечера и комуникации;
- основни задачи на работата на диспечера при организиране на движението.

2. *Диспечерско ръководство на железопътния транспорт.*

- организация на работата на диспечера по обезпечаване на безопасно движение на влаковете;
- осигуряване на влаковете с локомотиви;
- организация и управление на местната работа в участъците;
- управление на влаковете при особени случаи;
- анализиране на графика при реализираните превози;

3. *Диспечерско ръководство на автомобилния транспорт.*

- организиране и управление на товарните автомобилни превози;
- организиране и управление на пътническите автомобилни превози.

4. *Диспечерско ръководство на водния транспорт.*

- организиране и водене на корабите от речния транспорт;
- организиране и водене на корабите и релациите за морския транспорт.

5. *Диспечерско ръководство на въздушния транспорт.*

- работа на диспечерската служба за управление на въздушното движение;
- работа на метеорологичната служба;
- работа на свързочните и др. служби.

6. *Диспечерско ръководство на градския пътнически транспорт и метрополитена.*

- управление и диспечерско ръководство

на автобусния транспорт;

- управление и диспечерско ръководство на тролейбусния транспорт;
- управление и диспечерско ръководство на трамвайния транспорт;
- управление и диспечерско ръководство на метрополитена.

7. *Организация на диспечерско ръководство на тръбопроводния транспорт и др.*

- експлоатационно обслужване на магистралните тръбопроводи;
- основни показатели за реализация на превозите.

8. *Информационни системи и автоматизация на диспечерското ръководство.*

- общи принципи за изграждане на информационните системи в транспорта;
- автоматизирани системи за оперативно следене на дислокацията и състоянието на транспортните обекти и ресурси, както и тяхното оперативно управление по отделните видове транспорт;
- автоматизиране на процесите относно разпределението и ефективното използване на транспортните системи, отчитане и анализ на превозната дейност.

Съобразно така изброената тематика са разработени гама въпроси и отговори засягащи проблематиката на изучаваната дисциплина. Подбора на групите въпроси съобразно тематиката може предварително да се ограничи, което позволява преминаване на тестовата система или на модулен принцип или за целия материал.

## **АНАЛИТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ОЦЕНКА И АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ**

Оценката и анализа на резултатите е величина базираща се на броя верни резултати получени при решаването на теста.

Методиката за извършване на оценяването се осъществява до присъждането на точки при верен отговор. Определянето на оценката при решаване на теста е свързана с неговото процентно изпълнение т.е. верните отговори спрямо общия брой на въпросите.

Стойността по подразбиране на броя въпроси за отговор при решаване на теста за всички области е 20.

В табл. 1 се показва примерно разпределение на степента на изпълнение на теста и оценяване.

Определянето на Т се базира на:

Табл.1

% изпълнение на теста (Т)	Присъдена оценка
51 - 60	3
61 - 70	3.5
71 - 80	4
81-90	4.5
91 - 95	5
96 - 99	5.5
100	6

$$(1) T = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \cdot 100, \%$$

където

n – броя на предварително зададения ресурс въпроси.

t<sub>i</sub> – стойност на i-та итерация.

Препоръчително стойност за n от гледна точка за времето за провеждане на теста и извадката на въпросите от материала е n=20.

Определянето на t<sub>i</sub> се базира на следното условие:

$$(2) t_i = \begin{cases} 1, & \text{при } t_i^{\text{отг.}} = \text{TRUE} \\ 0, & \text{при } t_i^{\text{отг.}} = \text{FALSE} \end{cases}$$

където

t<sub>i</sub><sup>отг.</sup> - верният отговор на въпроса.

Необходимо е да се осъществява рандомизирано показване на въпросите и отговорите в теста с оглед постигане на по-висока степен на сложност изразено в:

$$(3) \text{SHOW}^{\text{Question}}[i] = f(\text{Random}[\text{ID}^{\text{max}}])$$

$$(4) \text{SHOW}^{\text{Position}}[i, a] = (\text{Random}[\text{ID}^{\text{Answers}}])$$

където

SHOW<sup>Question</sup>[i] – случайно генериранят изход на въпрос i от общия брой ID<sup>max</sup>;

SHOW<sup>Position</sup>[i, a] – последователността на извеждане на отговорите a.

Реализирането на това е чрез изпълнението на безусловен цикъл като:

$$(5) \text{for } (\$i = 1; \$i \leq n; \$i++)$$

{

SHOW<sup>Question</sup> [\$i];

}

$$(6) \text{for } (\$a = 1; \$a \leq A; \$a++)$$

{

SHOW<sup>Position</sup> [\$a];

}

Цялостното преминаване на теста е свързано с журнализиране на отделните стъпки (въпроси) с оглед определяне на оценката съобразно табл.1.

Записът на ред от журналния файл се осъществява итеративно и при изпълнението на следното условие:

$$(7) \text{if } (\$Answer == \text{True})$$

{

\$fp=fopen("Jurnal", "w+");

...

fputs(\$fp, '\$True=?\''\$True\'';\n');

fputs(\$fp, '\$ID=?\''\$ID\'';\n');

fputs(\$fp, '\$Answer=?\''\$Answer\'';\n');

...

fclose(\$fp);;

} else {

\$fp=fopen("Jurnal", "w+");

...

fputs(\$fp, '\$False=?\''\$False\'';\n');

fputs(\$fp, '\$ID=?\''\$ID\'';\n');

fputs(\$fp, '\$Answer=?\''\$Answer\'';\n');

...

fclose(\$fp);;

}

Визуализацията на "Jurnal" се базира на последователно обхождане само така наречените "лоши" отговори, а именно:

$$(8) \text{for } (\$i = 1; \$i \leq n; \$i++)$$

{

if (\$Answer == False)

{

print \$Answer;

}

}

Така представената обща структура на модела позволява неговата лесна алгоритмизация и приложение.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

На базата на аналитичния модел е разработена структура на базата данни и приложна система за визуализация и анализ на тестовата система за обучението по учебната дисциплина "Диспечерско ръководство на експлоатационната работа в транспорта".

Структурата на базата данни съдържа в себе си следните полета:

**ID** – индекс на въпроса;

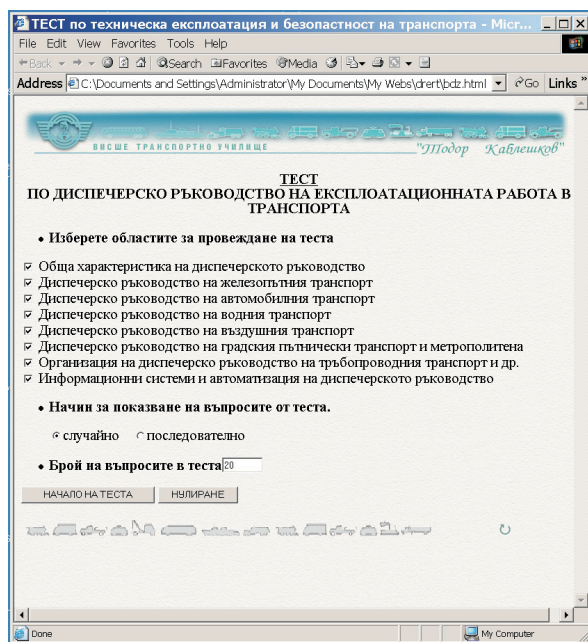
**Group** – група на принадлежност;

**Question** – текст на въпроса;

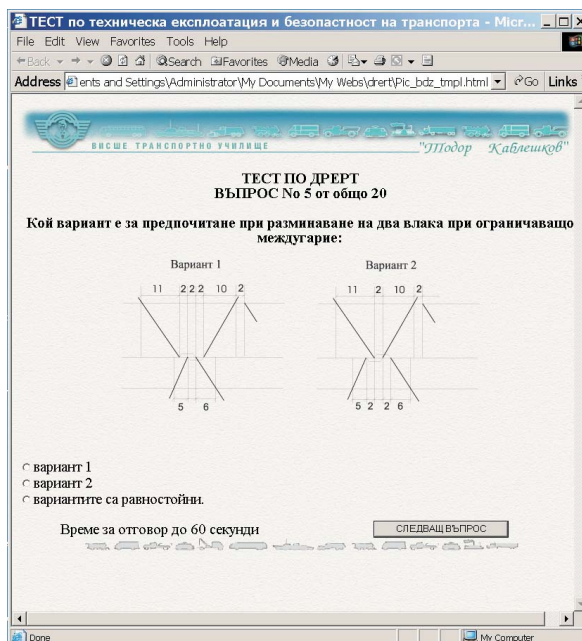
**RightAnswer** – верен отговор;



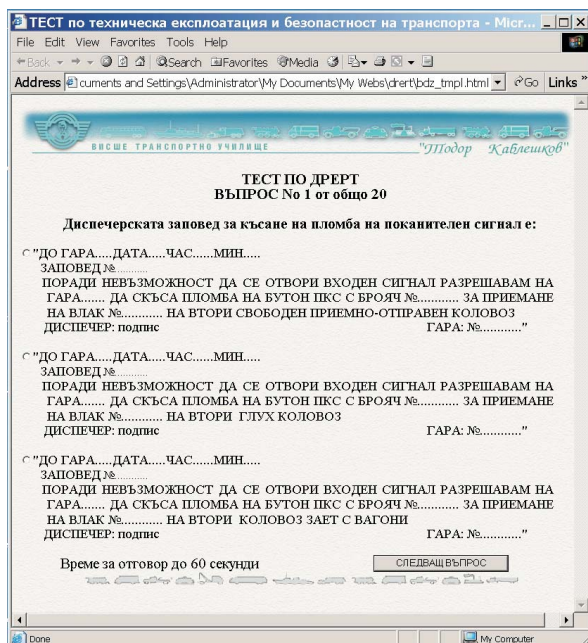
Фигура 1



Фигура 3



Фигура 2



диспечерските служби по отделните видове транспорт.

Използването на описания WEB-ориентиран инструментариум позволява лесно и бързо използване на разгледаната тематика в обучението.

В тази връзка се създава предпоставка за дистанционно ползване на разработката, както от студенти, така и от други заинтересовани по засегнатия проблем.

След преминаване на нейния аprobационен и тестов период тя ще бъде предоставена за общо ползване в Интернет пространството.

Настоящата разработка може да послужи за модел и основа за разработване на подобната проблематика в други области на управлението на транспорта.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Н. Вradжалиев, Организация на експлоатацията в транспорта, ДИ “Техника”, София, 1985  
 [2] Bakken S., Schmid E., PHP Manual, Copyright © 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 by the PHP Documentation Group  
 [3] MySQL Reference Manual for version 4.0.0-alpha

**BadAnswer1** – първи грешен (непълнен) отговор;

**BadAnswer2** - втори грешен (непълнен) отговор;

**Picture** – графично приложение на задавания въпрос.

Използвания WEB инструментариум се базира на HTML, PHP и MySQL [2,3].

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Настоящата разработка се базира на основните принципи за организиране и работата на





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОСОБЕНОСТИ НА ТЕРМИНАЛНИТЕ УСТРОЙСТВА ЗА GSM-R СЛУЖЕБНИ КОМУНИКАЦИИ

Ивайло Топалов, Борислав Аврамов

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се разглеждат специфичните изисквания към терминалните устройства и особеностите при включването и функционирането им към GSM-R мрежа. Обърнато е внимание на достъпността и комуникационните възможности на стационарните и мобилните терминали и информационните връзки между тях. В резултат на обзора са дадени препоръки за функционалната организация и обслужването им.*

**Ключови думи:** GSM-R, терминали

#### УВОД

Мобилните комуникации имат все по-нарастваща роля в управлението на железниците [1],[2]. У нас за различните технологични процеси в железопътните превози са монтирани разнообразни радиосистеми. Стандартизацията на аналоговата влаковата връзка между диспечерите и машинистите в обхвата 450 MHz е в основата на препоръка UIC 751-3 в Европа за осигуряване на висока сигурност на движението. Радиовръзката на маневрените състави в гарите е с долна лента 136 MHz и с горна лента 176 MHz. В същия обхват, но на различни канали работят радиостанциите на транспортна полиция и на оперативния персонал по поддържане на осигурителните системи.

Всички тези мрежи работят най-вече независимо една от друга, като повечето от тях са изградени локално на различни технологии. Особено при движението в района на гранични гари и при въвеждане на високоскоростни влакове с модерна осигурителна техника, стандартизирането на цифровите служебни радиовръзки е наложително.

От началото на 90-те години Европейският

железопътен съюз UIC започва стандартизация. На основата на приложно изследване радио-комуникационни експерти от повечето европейски железници решават да се прилага GSM стандарта като технологично и икономически изгоден [3]. Заедно 32 жп администрации подписват меморандум за разбирателство и стартират проекта EIRENE [4]. В него е изработен каталог с изисквания, на чиято основа сега протичащия проект MORANE задава препоръките. Функционалният набор включва функциите на GSM-Phase 2+ и допълнителни специфични за железниците функции, като функционално адресиране от абонати, например влакове [5]. Новата система трябва да изпълнява всички изисквания при скорости до 500 km/h. От Европейската комисия за разпределение на честотите CEPT за железниците отделят специална честотна лента около 900 MHz с 19 канала.

Чрез тези предвиждания като цяло се постига взаимодействие на една обединена комуникационна платформа. Необходимо е да се създаде универсална радио-комуникационна система с гъвкаво управление и достъп до всеки субект или разрешена услуга, участващи в пре-

вонзия процес. По този начин се намаляват разходите при общото ползване и изпълняването на жизненоважните функции по сигурността и поддръжката на жп съоръженията, гарантира и обезпечаването на високо качество на допълнителните услуги и на функционални възможности [6]. Приложението на широко използвани стандарти позволява използването на евтина и отработена технология с висока степен на интеграция. Понижение на разходите се постига и чрез ползване на масови софтуерни продукти в мрежата.

### СЪЩНОСТ И ОСОБЕНОСТИ НА КОМУНИКАЦИОННА ПЛАТФОРМА

Радиомрежата GSM-R е една железопътна служебна система, която чрез приложението на различни технологични процеси и персонал предава високоотговорна информация за осигуряване управлението и сигурността на жп движението. Сигналната информация от и за влаковете директно се подава към машинистите така, че с развитието на системата на един покъсен етап тя директно да въздейства на управлението [3].

Всички тези факти показват директната зависимост на жп движението от възможностите на комуникационната платформа за да осигури

достъп от край до край на съобщителната връзка, от функционалните възможности на стационарните и мобилните терминали и от взетите планови мерки за подготовка по въвеждането на GSM-R.

За осигуряване на висока надеждност на комуникациите се прилага излишество в единичните мрежови елементи. Физикалното свързване към фиксираната мрежа също както и при безжичния интерфейс трябва да се планира за пренос на осигурителна информация. Така в цялостната достъпност на системата най-слабото звено във веригата е решаващо за сигурността и на всички елементи трябва да се извършат изчисления за надеждността. При това се изхожда от емпиричното правило, че за осигуряване на нормална работа в полеви условия, покритието му трябва да е по-голямо от 95% при едно минимално приемно ниво от -85 dBm по целия участък. Достъпността на предавателния канал в мрежата трябва да бъде по-голяма от 98,5 % .

В програмната част за бързото отстраняване на грешки и пропадане на канала от смущения да се прилагат бързодействащи маршрутизатори с физикално излишество и системни архитектури с горещ резерв, чрез които се постига високата достъпност на терминалите. Всички тези факти показват, че трябва да се заложи в планирането на GSM-R системата екстремално



фиг. 1

висока мрежова достъпност, както и надеждност и резервиране на критичните елементи в терминалите. Мрежовите елементи като MSC, BSC и BS трябва да се свържат с достатъчно надеждни връзки, а към мобилните и стационарните терминали да се предявят високи изисквания за надеждност и отказоустойчивост. (фиг.1).

За това могат да се ползват физикалните мрежи по медни проводници или оптични влакна. Една основна предпоставка за високата достъпност е възможността за управление на всички мрежови елементи, включително и на предавателната система. Значимите градивни групи на мрежовите елементи следва да се дублират. Централизираните елементи като HLR или IN, трябва двукратно да са представени в мрежата, а предавателните и приемните устройства да са резервирани.

За организиране на връзка чрез използваните крайни устройства посредством въздушния интерфейс да се изхожда от следните основни положения:

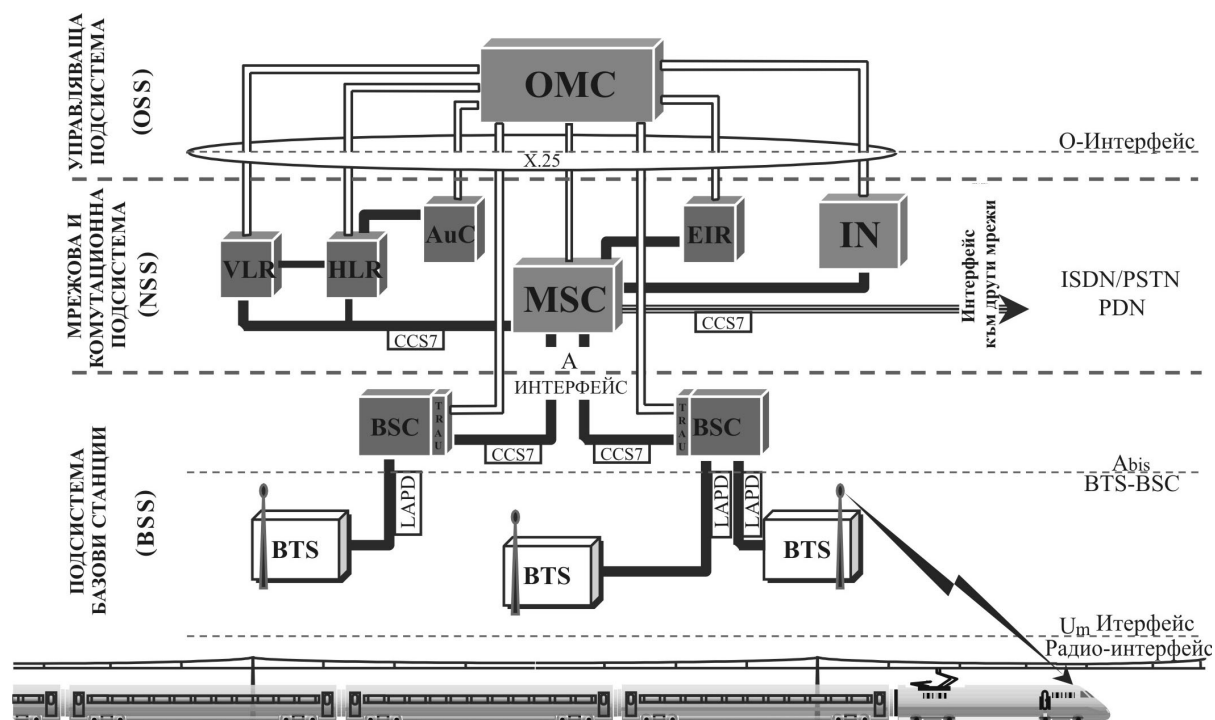
Към мобилната комутационна централа MSC са поставени интерфейси за ISDN-мрежи като 2 MBit/s по G 703 (S2M) с протокол за сигнализация Nr. 7. На тези интерфейси е възможно по ISDN-мрежите да се включат и служебни далекосъобщителни връзки. Принадлежността на абонатите към тези интерфейси от мрежата се установява чрез протокола за сигнализация и

предвидените в него способности. Връзките на ръководител движение и персонала по места могат да се осъществят както по ISDN-мрежите, така и чрез специални устройствата за служебна комуникация. По-късно при развитие на мрежите включването на тези връзки да се реши по целесъобразност.

За експлоатацията на GSM-R-мрежата и нейното управление се организират чрез един център за управление на мрежата (NMC/ OMC). Високата отказоустойчивост на всички мрежови елементи осигурява висока достъпност на цялата система(фиг.2).

### ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ПЛАНИРАНЕ НА GSM-R МРЕЖАТА И КРАЙНИТЕ УСТРОЙСТВА

За осигуряване на бърз и точен избор на апаратура трябва да се изработи стратегия за избор на критериите за работа и в транспорта. При планирането трябва да се взимат в предвид следните основни критерии: място на изграждане; околна температура; основни функции; обхват на захранващото напрежението; клас на защита; национални изисквания; планиране на по-късно разширение; монтиране на допълнителна интелигентна периферия; интегриране на една аналогова многофункционална влакова връзка за международен трафик.



Фиг. 2

При изграждането на мрежовите елементи трябва да се спазят следните етапи на работа:

- Изграждане на инфраструктурата;
- Построяване хардуера на системата и физикалните връзки;
- Инсталация на GSM-R терминални устройства;
- Интеграция в мрежата чрез въвеждане на потребителските параметри.

## **GSM-R ТЕРМИНАЛНИ УСТРОЙСТВА**

В GSM-R мрежата е възможно използването на терминални устройства за обща употреба (GPH), терминални устройства за специална употреба (OPH) и мобилни телефони за влаков персонал (OPS).

### **1. Мобилни телефони**

Терминалните устройства за обща употреба трябва да работят както в GSM, така и GSM-R честотен обхват. Необходимо е да са разработени на базата на най-новите поколения мобилни телефони, да поддържат интегрирано предаване на данни, да осигуряват специфични железопътни услуги чрез ASCI (Advanced Speech Call Items) при ограничено тегло и наличие на LCD-графичен дисплей.

Мобилните телефони за специална употреба (OPH) са създадени с климатостойчив дизайн и удароустойчив корпус по стандарта IP54 за професионална работа при тежки експлоатационни условия. Притежават стандартна GSM-тастатура с отделен бутон за натискане при поемане на разговор и отделен за отказ, както и паник бутон за алармиране при аварийни ситуации. Снабдени са с NiCd-батерии за работа при ниски температури.

Мобилни телефони за влаков персонал (OPS) са специално създадени за влаковата връзка.

При мобилни апарати за специална употреба на (OPH) е необходим специален корпус за интерфейса човек-машина (ММІ) с тастатура за работа на оператора с ръкавици (големи бутони).

За да се осигури надеждна връзка при работа в шумна среда трябва да се предвиди високоговорител, а за непрекъсната работа при минимум 8 часов работен ден са необходими колани и ремъци за носене и усъвършенствана концепция за бързо зареждане на батериите.

Мобилните телефони за машинистите следва да притежават и функционални възможности за контрол на бдителността им (функция “тотман”).

### **2. Крайни устройства в подвижния състав**

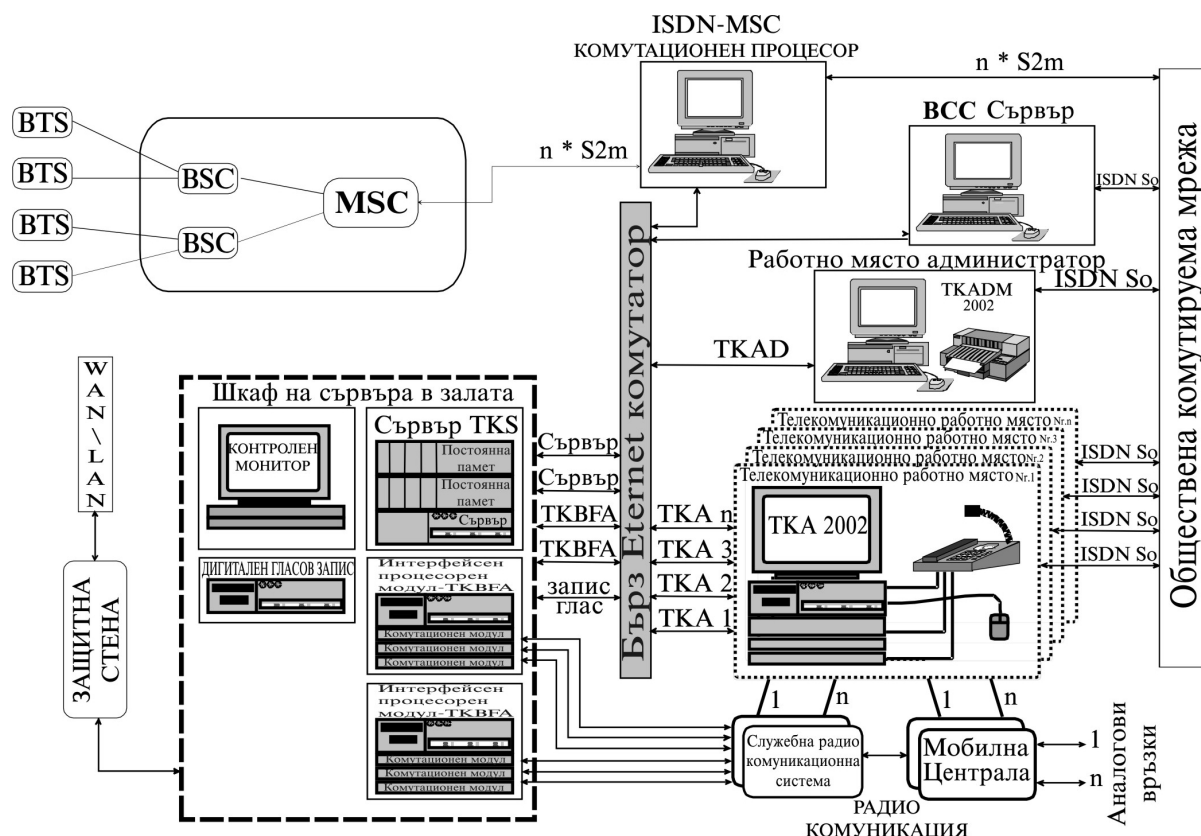
Универсалните архитектури на системите за крайните устройства на подвижния състав следва да използват стандартизирани корпуси, в които да се разполагат градивните елементи. Най-подходящо е отделните блокове да са на концепцията 19“-инчови сменяеми платки, поставяни в стандартизиран шкаф. Така се осигурява взаимна замяна на единичните градивни елементи, повторната употреба на блокове при гаранционна замяна, и възможност за прилагане на диагностична система за контрол на трафика. Общите резервни части и възли следва да се съхраняват в оптимизиран резервен склад, за да се осигури бърза и ефективна замяна от поддържащия персонал, без да е необходимо специализирано допълнително обучение.

### **3. Жично свързани крайни устройства.**

Главните компоненти на системата са:

- Телекомуникационно работно място;
- Телекомуникационен сървър;
- Мобилна комутационна централа за влакова връзка;
- Комутатор на служебната радиовръзка;
- Терминал за административно обслужване;
- Интерфейсен процесорен модул;
- Комутационен процесорен модул за връзка ISDN-MSC.

В системата могат да се свържат в основната конфигурация до 16 аналогови влакови радиолинии с до 16 телекомуникационни терминални работни места (ТКАs)(фиг.3). При повече от 16 участъка и работни места съществува възможност за сегментиране на участъците с влакова радиовръзка и ТКА на зони на компетентност за обслужване. Разполагането на контролираните области и ТКА е програмируемо вътре в сега съществуващата област на компетентност така, че да е възможно гъвкавото разположение на работните места и контролираните области в аналоговата и цифровата радиомрежа. Телекомуникационни терминални работни места (ТКАs) могат да се използват за различни функции, като например диспечер на транспортна полиция, ръководител движение, ръководител на аварийен екип, информатор и др. Възможно е посредством ТКАs едно отклоняване на цифровите комуникационни връзки, например в ненатоварените часове през нощта или през почивните дни. Затова обаче изрично трябва да е указано, че нито една влакова радиокомуникационна линия няма да остане неослужена. За гарантиране на висока надежд-



Фиг. 3

ност важните компоненти като комуникационната мобилна централа KOZ 2002, телекомуникационния сървър TKS 2002 и гласовите съобщения в гласовата карта са дублирани. За следващите системни компоненти, като например BFMA (служебно далекосъобщително устройство) и предназначения за това интерфейсен процесор е също възможно изпълнение със системен излишък. Чрез една базирана на WINDOWS потребителска платформа и съответното обслужване на мишката всички функции на ТКА могат да се поемат от компютърен терминал. Някои функции като индикация на викация номер, поемане и разпадане на разговори др. могат да бъдат осъществени директно чрез разговорните устройства на ТКА[9]. За повишаване на гъвкавостта на цялата система всички важни бази данни, като бази данни за потребителите, телефонни указатели и т.н. директно да се записват в телекомуникационния сървър TKS 2002. Така ще се осъществява направо достъп до централната база данни.

Поради изключителната важност за безопасността на движението на влаковете главни компоненти на системата - телекомуникационното

работно място ТКА 2002, телекомуникационният сървър TKS 2002, Мобилната комуникационна централа за влакова връзка, комутаторът за служебната радиовръзка, терминалът за административно обслужване TKADM 2002, интерфейсен процесорен модул ТKBFA 2002, ISDN-MSC комутационен процесорен модул TKMSC 2002 трябва да са разположени в климатизирана зала в центъра за управление на мрежата при осигурено двойно резервиране на захранващото напрежение, да е защитена от EMC, да е с охранителна и пожароизвестителна система, видеонаблюдение и с осигурена денонощна персонална охрана.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В направения в доклада обзор по отношение на възможностите за приложение на GSM-R за служебни комуникации е отделено внимание на същността и особености на комуникационната платформа за изграждане на GSM-R системата и възможните приложения за управление на превозния процес. Разгледани са накратко основни положения в планирането на GSM-R мре-

жата и терминалните устройства.

В резултат на това е изградена концепция за изграждане, в която са дефинирани структурните връзки между устройствата и са определени изискванията към служебните терминални устройства. Получените резултати могат да послужат като база при внедряването на GSM-R мрежа у нас, за което България заедно с 32 страни е подписала меморандум за намерения.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Пенчева Е. GSM комуникации. Нови знания. София. 2000.

[2] Пенчева Е. Тълковен речник по GSM комуникации. Нови знания. София. 2000.

[3] HORMANN, Digitales Betriebsfunknetz, Machbarkeitsstudie für Planung, Errichtung und Betrieb eines digitalen Betriebsfunknetzes auf

Grundlage des GSM-Standards für Eisenbahnen Entwurf 13.04.2000

[4] EIRENE Draft System Specification, version 7.0 UIC EPT, 1996

[5] TS-GSM 01.02 European digital cellular telecommunications system (Phase 2):

[6] Топалов И., Б. Аврамов. Изследване на възможностите за дистанционно наблюдение на жп движението по GSM-R мрежа. Варна Телеком 2002.

[7] General description of a GSM Public Land Mobile Network (PLMN)

[8] TS-GSM 09.02 European digital cellular telecommunication system (Phase 2);

[9] Mobile Application Part (MAP) specification

[10] European Train Control System Specifications

[11] Thomas T. Towle: "TMN as Applied to the GSM Network" IEEE Communications Magazine, March 1995, pp.68-73.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КОМПЛЕКСНИТЕ РЕГИОНАЛНИ ПОДХОДИ ЗА СИГУРНОСТТА НА БАЛКАНИТЕ

Софрон Софронов

#### АНОТАЦИЯ

*Разглежда се значението на сигурността за региона на Балканите и комплекса от подходи за нейното постигане.*

**Ключови думи:** сигурност, рискови фактори, военна сила, конфликт, партньорство, мир

#### УВОД

Формираната национална политика във всеки от регионите на света оказва влияние за цялостното реализиране на стратегията на сигурността, съобразена със техните специфични проблеми и възможности. Настоящия доклад няма за цел да представи подробен списък на интересите, анализ на политическите подходи и прилагането на определена стратегия по гарантирането на сигурността, оценка на рисковите фактори, определяне на целите и опорните точки в широк аспект, а по скоро илюстрира изискването на сигурността за създаване на взаимно обвързана политика при оценка на рисковите фактори и стратегията за тяхното надеждно и своевременно туширане.

Първият и най-важен елемент на стратегията е и си остава сигурност чрез военна сила и сътрудничество. Общоприет е извода, че “Студената война” приключи, но опасността от война се запазва. Тя бушува с променяща се интензивност в съседна бивша Югославия. Тя продължава да ангажира вниманието на световната общественост. Общата политика, в това число и на държавното ръководство на Репуб-

лика България е насочено към постигането на четири основни цели:

- недопускане на разпространяването на конфликта и разрастването му в пределите и извън пределите на Балканите;
- възпиране на евентуална дестабилизация на обстановката и сигурността на Балканите от бежанските потоци от районите с остри конфликти;
- предотвратяване и прекратяване на масовите убийства на невинни хора, в между етническите конфликти;
- подпомагане на утвърждаването на централната роля на НАТО и ЗЕС в миро творческите мисии и операции и оказването на хуманитарни помощи.

Приетата стратегия на ангажиране и широко взаимодействие заема все повече централно място в политиката на Балканите. Стабилността на полуострова е от особена важност за сигурността на Европа и света като цяло.

#### ИЗВОДИ ОТ КОНФЛИКТИТЕ В ЮГОСЛАВИЯ

Отречената в политическото пространство



схема, че чрез съпоставяне на сила, основно военна, може да се диктува мирното разрешаване на сложни международни проблеми, се оказва все още приложима. Ултиматумът на политическото ръководство на НАТО прекрати обстрелването на Сараево от сърбите и възстанови реда в столицата на Босна. Като продължение на този ход по дипломатически път бяха преустановени сраженията между мюсюлманите в Босна и се създаде Босненска хърватска федерация. Осъществи се и хуманитарната операция. С използване на летището в Сараево и чрез хвърляне с парашути над територията на Босна и Херцеговина се доставиха по голямо количество от храни, лекарства, облекло и други жизнено важни средства предоставяни от американското правителство, европейските страни и по линия на Червения кръст. Бяха приети решенията на военното командване на НАТО за налагане на забранена за полети зона, за защита на войските на ООН ако бъдат атакувани, за контрол и предприемането на силови мерки за спазване на икономическите санкции срещу Сърбия в Адриатическо море. Комплексният подход се приложи при развърщането на сили за подържане на мира в бившата югославска република Македония. Крайната цел в случая е да не се допусне нарастване на напрежението и разширяване на конфликтите. Наред с това замисля и провеждането на операцията KFOR /"Косовска сила"/ демонстрира твърдо предупреждение към Сърбия срещу ескалацията на конфликта в Косово.

Кървавият конфликт в Югославия показа, че въоръжените сили запазват своята важна роля в света и след края на "студената война". Анализът на този конфликт, като класически пример от най - новата история на балканите, разкрива трудностите възникващи във вътрешен и международен план при използването на въоръжените сили за неговото решаване. Същият анализ показва по безспорен начин значението на превантивните действия и на системата за ранното предупреждение, тъй като в последствие конфликтът може да се окаже неконтролируем и да обхване и надхвърли региона на Балканите.

Основните изводи от конфликтите в Югославия се отнасят до:

- съпоставянето и прилагането на военна сила;
- дипломатията;
- миротворческите мисии и операции;
- икономическите санкции;

- хуманитарните операции и хуманитарната помощ

### **“ПАРТНЬОРСТВО ЗА МИР” – ПАРТНЬОРСТВО ЗА СИГУРНОСТ.**

С приемането през януари 1994 год. на програмата “Партньорство за мир на САЩ НАТО започна да играе все по важна роля в глобалната стратегия за обединяване на Европа и разширяване на обхвата на сътрудничеството с новите демократични държави на континента. Двадесет и седем държави в т.ч. и Русия вече се присъединиха към тази програма. Тя даде началото и прокара пътя за перспективно военно сътрудничество и за политически консултации. Отвориха се вратите на щаба на НАТО в Брюксел за представители на страните - партньорки и в центъра за координиране на военната дейност към ВТК на НАТО в Европа /МОНС/. Проведоха се и продължават да се планират и провеждат двустранни и многостранни военни учения на регионален принцип.

Програмата “Партньорство за мир” е открита и отворена за всички страни от бившия варшавски договор както и за другите страни от Европа. Всяка страна сама определя мащабите, темпа и степента на интегрирането си с НАТО. В съответствие със своята национална стратегия за сигурност всяка страна определя приоритетите на сътрудничество и програмата за присъединяване към НАТО. По - нататъшното разширяване на съюза задължително преминава през “Партньорство за мир”. Приобщаването към нея се оказва най-добрия път за присъединяване и членство в НАТО. Следва да се подчертае гледната точка на политическото ръководство на НАТО, че неговото разширяване сега и в бъдеще не цели преместването на линията на разделение на Европа по на изток, а да се разширят стабилността, демокрацията, просперитет и сътрудничеството в областта на сигурността в колкото се може по голяма част от Европа. Само в този смисъл партньорството за мир може да се разглежда като партньорство за сигурност.

Глобалната регионална стратегия за гарантиране на сигурността на Балканите обхваща:

- партньорство за мир - партньорство за сигурност;
- военно сътрудничество;
- интеграция във военната област;
- единни стандарти;
- обща координация на действията;

- национален суверенитет;
- стабилност, демокрация и просперитет;
- Икономически фактори на сигурността;
- европейска и световна икономическа интеграция;
- отворени пазарни икономики;
- инвестиции и нови технологии;
- гарантиране на пазарите;
- премахване на търговските бариери;
- социална защита на населението;

### **ИКОНОМИЧЕСКИЯТ ПРОСПЕРИТЕТ КАТО ГАРАНТ ЗА СИГУРНОСТТА**

Двигателят, който осигури на Европа и САЩ най-големия просперитет в човешката история се базира на отворените пазарни икономики. Процесите на европейската интеграция, олицетворени от Европейския съюз, показваха, че пътя към него минава през задълбочаване на връзките и постепенното реализиране на определени икономически цели, като в същото време не следва да се изключват и пренебрегват двустранните търговски връзки и инвестиции със страните, които не са членки на ЕС. Самите страни членки на ЕС са изправени пред тежки икономически предизвикателства. Само безработните в тях са около 20 милиона. Германия все още плаща изключително висока цена за своето обединение. Настоящата икономическа стагнация обхваща повечето от страните членки на НАТО и очевидно подкопава обществената поддръжка на финансирането на една насочена навън политика с тенденция за по-голямо международно интегриране и постигане на дългосрочен икономически растеж. Въпреки това, предприетите икономически реформи в страните от Балканския регион са насочени към постигане на икономически просперитет, гарантиране на сигурността и социалната защита на населението. Безусловно успехът на пазарните реформи в страните от региона зависят основно от производството и търговията, отколкото от отпуска-

тите помощи под една или друга форма. Все повече се налагат предимствата на привличаните инвестиции, съвременните високопроизводи-телни технологии, количеството и качеството на продукцията, гарантирането на пазарите и премахването на търговските бариери. Работещата икономика и нейната интеграция в европейското и световно стопанство сами по себе си се явяват гарант за сигурността на региона поради вплетените в него интереси и привлечените чужди капитали.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Успехът на демократичните процеси е пряко свързан с нивото на сигурността в региона. Никъде другаде демокрацията и сигурността не са от такова голямо значение както за народите от Балканския полуостров. Те са в Европа, но и не са в Европа. Исторически са обременени, икономически са бедни и изостанали. Конфликтите са заредени с потенциала на барута. Противоречия - натрупани от поколенията и пренесени през тях до днес, когато трасето на прогреса е очертано - чрез демокрация и зачитане на правата на своите и други народи, на разбирането на правата на малцинствата и съседните страни, взаимно доверие, сътрудничество и взаимопомощ при високо ниво на регионалната и национална сигурност на народите от Балканите.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Рачев В., Управление на кризи и конфликти, Лекция, ВА "Т.С.Раковски", 1995.
- [2] Райков Р. Военният фактор в системата за сигурност, Железопътен транспорт, бр.12, 2001.
- [3] Софронов С., Кризите и тяхното управление, Единадесета научна конференция ВТУ "Т.Каблешков" ТЕМРТ-2001, Сборник доклади, с.669.
- [4] Хърбърт Стивън, Национална военна стратегия на САЩ, Издателски и конферентен център Жеридан, САЩ, 2002.

#### Метални конструкции на пътни и строителни машини

В лабораторията са изградени два стенда: стенд- изпитване на полиспасни системи на подемно-транспортните, пътните и строителни машини и стенд - изпитване на кранови греди. Измервателната апаратура е свързана към компютър и дава възможност да се регистрират редица параметри на крановите механизми. В лабораторията се обучават студенти от специалностите **“Транспортна техника и технологии”**, **“Технология и управление на транспорта”** и **“Транспортно строителство”** в образователна квалификационна степен “бакалавър” и по специалностите **“Технология и управление на транспорта”**, **“Подемно транспортна и строителна техника”** и **“Транспортно строителство”** в образователна квалификационна степен “специалист”. За информация и контакти-каедра:”**ПОДЕМНО ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ**”.

#### Изпитване на кранови спирачки

Лабораторията разполага с два стенда, стенд - кранови спирачки и стенд - роботизирани системи. Оборудвани са с измервателна апаратура свързана с компютър, която позволява да наблюдаваме поведението на крановите механизми в процес на спиране. Роботизираната система позволява да се изучават устройствата и управлението на промишлените работи. За информация и контакти-каедра:”**ПОДЕМНО ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ**”

#### Железопътни строителни машини

В лабораторията са изградени два стенда: стенд - определяне производителността на пътеполагач 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”**. За информация и контакти-каедра:”**ПОДЕМНО ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ**”.

#### Машини за непрекъснат транспорт

В лабораторията са изградени три стенда: стенд - лентов транспортър, стенд - ролков транспортър и стенд - гравитационен спускател. Тук се изучават устройството и работата на машини за непрекъснат транспорт по дисциплините: **“Подемно- транспортни машини”**, **“Подемно-транспортна техника”** и **“Строителна техника”**. за информация и контакти-каедра:”**ПОДЕМНО-ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ**”.



„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ ПЕТА**

***КОМУНИКАЦИОННИ, ОСИГУРИТЕЛНИ И  
ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ В ТРАНСПОРТА***





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИНФОРМАЦИОННИ АСПЕКТИ И КОМУНИКАЦИИ В ПОДКРЕПА НА ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИЕ НА КРИЗИСНИ СИТУАЦИИ

Антонио Андонов, Зоя Хубенова

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се анализират различни аспекти на информационното осигуряване като нов ресурс за вземането на решения при управление на кризисни ситуации - рамка на информацията, процесите на добиване, обработка, разпространение, асимилиране и анализ. На тази база са определени проектните цели на системата, подкрепяща решенията и нужните комуникации по отношение на аудитория, средства и съобщения.*

**Ключови думи:** кризисни ситуации, конфликти, управление на кризи.

#### УВОД

Според съвременните схващания в основата на ефективното управление на кризите са принципи и подходи, които могат да бъдат прилагани преди, по време и след кризисна ситуация (независимо от нейната специфика) с цел да се предвиди и предотврати извънредна ситуация или тя да бъде овладяна, ако ескалира в криза.

От гледна точка на една организация кризата е ситуация, при която са застрашени човешкият живот, имуществото, околната среда или международната стабилност. Обичайните процедури не са приложими за овладяване на ситуацията и може да са необходими допълнително ресурси и подкрепа.

#### НАПРАВЛЕНИЯ В УПРАВЛЕНИЕТО НА КРИЗИ

От гледна точка на вземането на решения кризата е ситуация, която застрашава цели с висок приоритет, ограничава времето за вземане на решения и съдържа елементи на изненада

за вземащите решения. Управлението на кризи за един ръководител означава вземане на решения при извънредни условия, които могат да окажат сериозно влияние върху сигурността, благосъстоянието, безопасността и поддържането на установения ред. В управлението на кризи се различават две основни направления:

1. Вземане на решения;
2. Организация и процедури.

Процедурите и мерките за управление на кризи обхващат въпроси като:

- предварително прогнозиране, планиране и координация;
- събиране и оценка на информацията и анализ на ситуацията и обстановката;
- определяне на целите, които трябва да бъдат постигнати и задачите за изпълнение;
- разработване на програма (план) за действие, взаимодействие, управление и организация на силите и ресурсите, определени за изпълнение на задачите и мероприятията заложенни в програмата (плана);
- възстановяване нормалното състояние на системата;

- анализ на действията на участниците и на-белязване на мерки за подобряване на система-та.

Мерките за управление на кризи са дейности, предприемани от специално упълномощени от законите органи, с цел намаляване на загубите, предотвратяване или разрешаване на възникнала криза, както и за ликвидиране на последствията от нея.

Управление на криза най-общо включва организацията, механизмите, ресурсите и мерките насочени към:

- поставяне на криза под контрола (овладяване на обхвата и разпространението) на органи, определени от законите да я управляват;

- ефективно и своевременно въздействие върху хода на кризата и насочването ѝ към благоприятно разрешение.

Органите, натоварени по нормативен ред да управляват кризи, следва да:

- бъдат в състояние ефективно да въздействат върху източниците и процеса на ескалиране на кризата така, че тя да не излезе изпод контрол и да се превърне в конфликт с различен характер;

- имат възможност чрез целенасочени и съгласувани действия да направляват кризата до постигане на приемливо разрешаване.

Тези способности са налице, ако е изградена единна система от йерархично и функционално свързани органи, чиито компетенции, отношения и връзки, а така също форми и методи на работа позволяват да бъдат решавани адекватно следните задачи:

- предварителна подготовка на страната и системата за действие в кризисни обстановки, т. е. “превенция”;

- неутрализиране или намаляване на рисковите фактори, т. е. “корекция”;

- предотвратяване на ескалацията на кризата, т. е. “противодействие”;

- намаляване на интензивността на кризите, т. е. “редукция”;

- ликвидиране на последиците от кризата, планиране и провеждане на мероприятия за предотвратяване на нови кризи, т. е. “реконструкция”.

Общите характеристики на управлението в условия на криза са:

- конкретност (*старши управленски звена взимат детайлни решения и следят за изпълнението им*);

- екстремалност (*решенията се взимат в условията на стрес, липса на време и недостиг на информация*);

- ограниченост и мобилност на ресурсите (*ресурсите могат само да се пренасочват*),

- временност на решенията (*всички решения по деескалиране на кризата са етапни и подлежат на коригиране след нейното разрешаване*);

- временност на резултатите (*резултатите са временни и след стабилизиране на обстановката подлежат на преоценка*).

## ПРОЕКТНИ ЦЕЛИ И РОЛЯ НА СИСТЕМА, ПОДКРЕПЯЩА РЕШЕНИЯТА

Системата подкрепяща решенията трябва да осигурява един интегриран сбор от процеси, който осигурява необходимата и подходяща информация на ръководителите в подкрепа на действията и вземането на решения, които трябва да бъдат:

- ориентирани към целта;

- ясни и обективни.

Системата трябва да отговаря на следните изисквания: да може да добива и използва надеждната информация; да е в състояние да подкрепя вземането на решения при напрегната ситуация; да подпомага всички центрове и аспекти за вземане на решения; да е вградена в организацията на всички нива; да включва хора, процедури, база данни, информационни и комуникационни системи, компютри и съоръжения за интерактивни справки. По своята структура и проектни цели системата се изисква системата да бъде проста, гъвкава, бързо реагираща и приспособлива.

По отношение придобиването и ефективно използването на информацията основните етапи във функционирането на системата са: придобиване, обработка, разпространение, асимилиране и анализ. Информацията е основен ресурс за вземане на решения при управление на криза. На база на системата ръководителят трябва да може да получи отговор на следните основни въпроси в обстановка на кризисна ситуация:

- какъв тип информация е необходим;

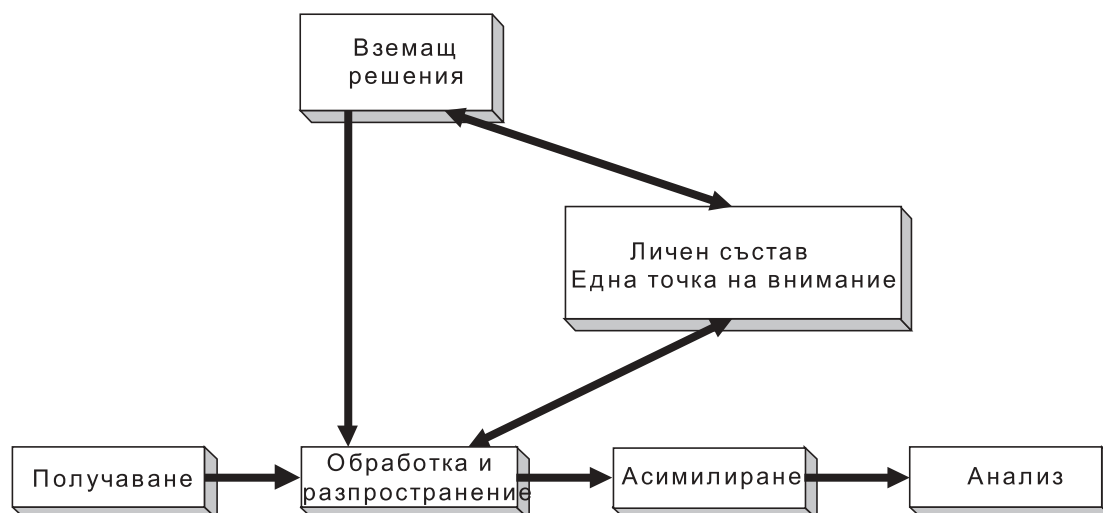
- къде може да бъде намерена;

- как да се използва намерената информация;

- как да се разпространи сред други, които може би имат нужда от нея.

На фиг. 1 е показана основната рамка на информацията, съдържаща основните етапи на





Фиг. 1

нейната обработка.

На етап получаване на информацията е необходимо:

- да се разгледа обстановката;
- да се осъзнае ситуацията;
- да се използват сканиращи системи;
- да се формулират изискванията за събиране /неформални/официални/

Обработката и разпространението на информацията означава да се прегледа и отдели главното от маловажното, да се съчлени с цел сравнение, да се разпространи информацията чрез комуникационна система, която трябва да бъде навременна, надеждна, оперативна и изчерпателна в смисъл центъра за управление на кризата да бъде свързан със съответните институции и външни организации. Когато се налага, комуникационната система да бъде осигурена дори при условията на бедствия.

Под асимилиране на информацията се разбира следното:

- потокът информация в системата да бъде разпределен целенасочено;
- да се осъществи с всички отговорни работни нива;
- да се контролира обема, за да се предотврати претоварване;
- да се задържи конкретно необходимата информация чрез достъп удобен за потребителя и капацитет за практически необходимо съхранение.

Процесът за анализ на информацията трябва да бъде обективен, пълен, стегнат, ориентиран спрямо избрания вариант. Ролята на личния състав се свежда до следното: да улеснява,

да съчетава и сравнява, да информира и да препоръчва.

По отношение на комуникациите в условия на кризисни ситуации основните направления, към които е ориентирана системата за вземане на решения са аудитория, средства и съобщения. Аудиторията е вътрешна, в рамките на системата и външна, ориентирана към региона, нацията, света. Средствата по отношение на вътрешната аудитория трябва да бъдат навременни, разбираеми, надежни, достъпни и осигурени в зависимост от случая. Съобщението трябва да предаде съответната стратегия за ответни действия в процеса на управление на кризата. За тази цел е необходимо да бъде правилно адресирано, недвусмислено изразено, да изяснява какви изисквания и адекватни подробности произтичат от общата стратегия.

По отношение на външната аудитория средствата са: медии /преса, телевизия, радио/, открити форми, експерти /отделни личности или организации/, бизнес организации и академични среди. Съобщението трябва да съдържа информация относно стратегията за ответните действия, доклад за положението и указание за действие.

Вземането на решение трябва да бъде:

1. Осведомено. Това означава адекватно осъзнаване на ситуацията, достоверни и значими входни данни, достатъчен обхват на възможности и осъзнаване на последствията от тях.

2. Навременен. Това означава, че решенията трябва да съответстват на развитието на събитията в момента и да бъдат предназначени за предотвратяване или преодоляване на кризата.

3. Ориентирано към ресурсите. Това означава

ва, че вземането на решение трябва да бъде реалистично по отношение на вътрешните възможности и да способства за получаване и мобилизиране на външна помощ.

4. Подходящо поднасяне. Това означава да

се намери баланса между успокоението и тревогата, да се внуши и установи доверие, да се изгради консенсус по отношение на ответните действия на кризисната обстановка.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СИСТЕМНО-ИНФОРМАЦИОННИ АСПЕКТИ ЗА ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО НА ФУНКЦИОНИРАНЕ НА ЕРГАДИЧНИ СИСТЕМИ

Зоя Хубенова

#### АНОТАЦИЯ

*Разглеждат се методи за анализ на ергадични системи, базиращи се на връзката между информацията и целите на управление. Използва се системният подход за синтез на иерархични системи, като се отделя внимание на многоетапното преобразуване на информацията. На тази база е дадена методика за оценка качеството на функциониране на ергадични системи, по отношение на целенасоченост и ефективност.*

Ключови думи: **ергадични системи, информация, ефективност и качество на функциониране.**

В настояще време задачите, поставени пред автоматизираните обекти и техните информационно-управляващи системи, придобиват нови количествени изменения. Използването на такива системи в енергетиката, военното дело, авиационно-космическите, транспортните и екологични комплекси, където възникването на различни нарушения на режима на работа или откази могат да предизвикат опасност за живота както на отделни хора, така и на населението на цели региони, издигат на преден план принципно нови критерии за ефективност на функциониране, безопасност и надеждност. Съвременните системи за управление на такива обекти, за предаване и обработка на информация и системите за централизиран контрол на технологичните процеси са сложни човеко-машинни комплекси. В такива комплекси се обединява действието на много технически устройства и колективи от хора и от съгласуваността на действията им зависи тяхната ефективност.

Ергадичните система (ЕС) са съвкупност от голям брой иерархично зависими сложни подсистеми, обхващащи колективи от хора и технически средства, притежаващи определена степен на организираност и автономност, обединени помежду си в съответствие с действащата иерархия на целите чрез средствата за организация, в общ случай чрез енергийни материални и информационни връзки с цел осигуряването на целенасочено функциониране на цялата система като единно цяло. Средствата за организация включват възлите за управление, в които се осъществява вземането на решения и изпълнителните органи, регулиращи информацията за приетите решения в действия, насочени към достигането на целите на управлението. В общия случай в тези системи, както възлите за управление, така и изпълнителните органи могат да бъдат сложни човеко-машинни комплекси. За целта на количествения анализ на големите системи е необходимо да се формали-

зират и оценят всички компоненти включващи се в определението за големи системи - степен на организираност, иерархия на цели, информация, автономност, отношения човек - машина във възлите на управлението. Ергадичната система в съответствие с целите на функциониране трябва да осигури изпълненето на зададени веществено - енергийни процеси. Обаче нейното функциониране, развитие и съществуване като единно цяло се определя от процесите на предаване, преработка и преобразуване на информация.

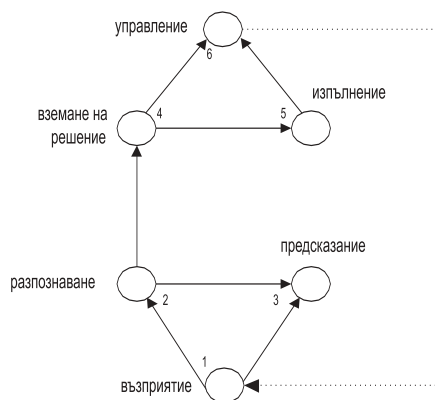
При изследването на функционирането на ЕС е целесъобразно да се съвместят двата метода на ситуационния и информацияционния анализ. Най-важните положения в методиката на системно-информационния анализ се базират на развитието на системния анализ, който отразява информацияния състав (състояния, събития, цели) и информацияционен подход, при който се дава не само информациялната структура, но и информацияните свойства на системата.

1. *Начален етап на системно информацияционния анализ се явява изследването на информациялната структура на разглежданата система.* В резултат на такова изследване в системата се определят нивата в иерархията на управление, отделните възли на управление и свързаните с тях потоци информация. Информацияното описание на ЕС се провежда в три направления: състав, структура и свойства. Аналогична диференциация може да се направи и в друг аспект: подсистеми; информациялни възли (генератори и потребители на информация) и канали за връзка (хора, машини, алгоритми). Под информациянен състав се разбира съставът на иерархията на целите, типа цели, а също качествените форми на проява на информацията и формите на нейното преобразуване. Към информацияната структура се отнасят структурите за предаване, преработка и преобразуване на информацията в цялата система, вътре във възлите за управление и структурата на алгоритма на отделния преобразовател на информация, а също различните форми на отношения между подсистемите и вътре в подсистемите, включвайки и отношенията между членовете на колектива, влизащ във възлите на управление, и отношенията между човека и машината. Към информацияните свойства се отнасят: оценки, като неорганизираност на функционирането на системата по отношение на зададените цели; ценност на информацията, циркулираща в системата; преобразуващите

свойства на алгоритмите, използвани в преобразуващата информация; динамичните характеристики на процесите на преобразуване на информацията.

Информацията, циркулираща в системата, може да се представи в три форми: осведомяваща – действаща преимуществено от обекта на управление към съответните възли на управление; управляваща – придвижваща се в обратна посока; преобразуваща, определяща закономерностите вътре във възлите на управление и алгоритмите на функциониране на отделните негови елементи. Възлите на управление преобразуват осведомяващата информация в управляваща с помощта на преобразуващата информация, съдържаща се в алгоритмите и структурата на възлите за управление [1].

Процесът на управление се разделя на отделни етапи на преобразуване на информацията – възприятие, разпознаване, предсказание, вземане на решение и изпълнение. В съответствие с това във всеки възел на управление съществува и вътрешна иерархия. Тази вътрешна иерархия определя не толкова подчинеността на отделните етапи, колкото тяхната последователност и в този смисъл иерархията е условна. Всеки от етапите на преобразуване на информацията има своя цел, което се отнася най-вече за възприятие и разпознаване (фиг. 1).

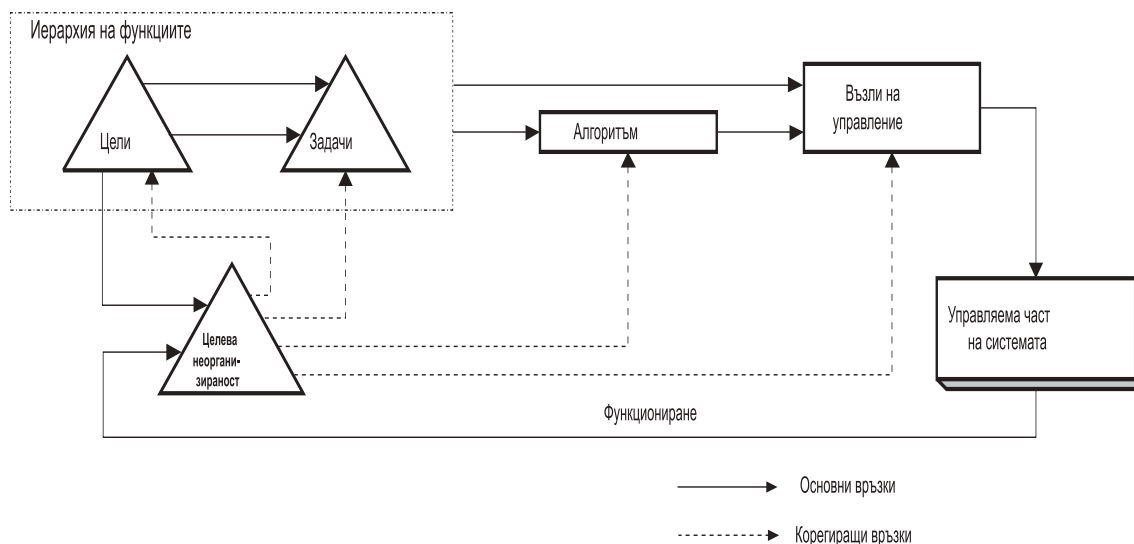


Фиг. 1

2. *Следващата задача на системно-информационния анализ е определяне на връзката между информацията и целите на управление и построяване на иерархията на тези цели.* Целта е едно от базовите понятия в системния подход и не трябва да се разглежда откъснато от другите взаимосвързани понятия в теорията за управлението, а такива са задачите на управлението, алгоритъма на функциониране и др. В

най-общ смисъл целта се определя като някакъв бъдещ резултат в дейността на системата, постигната с помощта на обратна връзка [2]. И целите се класифицират като цели на състава, структурата и свойствата. В съответствие със

Следователно иерархията на целите и задачите “пораждат” иерархия на алгоритми и възли на управление, т.е. определена материална структура, в която дадените алгоритми се реализират (фиг.2).



Фиг. 2

задачите на управлението, целите могат да се делят на цели на управление на развитието (на системата) и цели на управление на режимите (функционирането). При това под цели на управлението обикновено се разбира не просто желаният резултат, а в някаква степен оптималният или квазиоптималният резултат. При това оптималността може да бъде както “обективна”, така и “субективна”, т.е. на субекта, формиращ целта или на субекта, ръководещ се от някаква цел, може само да им се струва, че тя е оптимална. За достигането на целите и подцелите на управление е важно към възлите за управление да се стича необходимата (ценна) информация и тя да е достатъчна за достигането на тези цели. В този смисъл в процеса на управление голямо значение имат смисловите и ценностни характеристики на информацията.

Достигането на една или друга цел става в резултат на решаването на конкретна задача на функционирането, като изходните условия могат да се интерпретират като подцели на достиганата цел. В едни случаи тя ще бъде автоматично достигната, при изпълнение на подцелите, а в друг ще са необходими допълнителни ресурси (информационни и материално-енергийни). Като средствата за достигане на поставените цели (изпълнение на възложените функции) служат алгоритмите на функциониране.

Възлите на управление могат непълно да осигуряват достигането на зададените цели на управление, ето защо освен четирите основни иерархии в неявен вид съществува и пета – иерархията за степента на недостигането на целите. Тя може да бъде важен показател за качеството на управление и да служи като един вид обратна връзка за възлите на управление и коригиране на целите. В качеството си на показател за недостигане на целите в случая се използва *целевата неорганизираност*.

Организираността е една от фундаменталните свойства на всички материални системи. За определянето ѝ се използват такива понятия като “целесъобразност” и “функция”. Тя се явява функция на по-прости характеристики на системите, като подреденост и сложност.

Организираността е относително понятие, което се разглежда относно някаква база (еталон, цел) [3,4]. Когато се говори за организираност на една система, трябва да се разкрие по отношение на какво е тази организираност – спрямо зададена структура, приета за еталонна или по отношение на показатели на функционирането ѝ. Затова е необходимо да се създаде взаимосвързана система от еталони, спрямо които ще се определя организираността на системата. За задачите на управление в ЕС – това е иерархията на целите.

За характеристика на управлението на ЕС, когато са зададени вече целите, трябва да се знае неорганизираността  $\Phi_i$  спрямо  $i$ -тата цел, защото точно тя носи информация за качеството на управление и може да служи за обратна връзка в системите за управление. Така може да се получи цяла иерархия от неорганизираности.

Целевата неорганизираност е най-важната в системи, функционирането на които се осигурява от процесите на управление. Тя се определя от количеството полезна информация, включена в програмите на поведение и в мощностите на изпълнителните органи. Изпълнителните органи са различните изпълнителни механизми (човешки или машинни), които реализират програмата на поведение в действия, ориентирани към достигане на целите на управление, а мощността – тяхната способност да реализират приетите решения в активни въздействия на системата.

Иерархията на целите може да се изгради както отдолу нагоре (индуктивен метод), така и отгоре надолу (дедуктивен метод). При анализа на системите най-често се използва комбиниран метод – като по дедуктивен път се строи структурата, а по индуктивен – се уточняват връзките между целите.

Като глобална цел (глобален критерий) за системата може да се приеме ефективността на функциониране. Показателите за ефективност се определят от това в какъв режим в даденото време работи системата. Такива показатели могат да бъдат икономичност, надежност, време за възстановяване на режима и др. Всяко свойство на системата може да се съвмести (отнесе) към някоя физическа величина, чувствителна към неговото изменение.

Например, време за решаване на дадена задача – бързодействие, грешката при реализиране – точност. Строго погледнато всеки режим трябва да удовлетворява няколко показатели за ефективност, всеки от които влиза в общия критерий със свой дял. Но за всеки режим като основен показател се приема само един.

При прехода на системата от един режим в друг дялът на тези показатели се мени и показател, който по-рано е имал съвсем малък дял, става основен в новия режим. Например такъв показател, като икономичността, в аварийен режим практически не се отчита, но след локализация на аварията и установяване на следавариен режим неговият дял расте, а след настъпването на нормален режим този показател

става основен.

Ако ефективността в отделните режими се изрази в някакви относителни единици, то при функционирането на системата като цяло за достатъчно дълъг период от време ( $T$ ) може да се определи ефективността на системата във всички режими с отчитане на тяхното относително време за съществуване, т.е.

$$E = \frac{\Delta t_1}{T} E_{f_1} + \frac{\Delta t_2}{T} E_{f_2} + \dots + \frac{\Delta t_{n1}}{T} E_{f_n}$$

където  $E_{f_i}$  – ефективността в  $i$ -тия режим.

За да се сформират и формализират крайните цели, и да се направи оценка на ефективността на системата в някакви условни единици, е необходимо да се определи пространство, в което ще се строи областта на целите, измервани в различни физични или икономически единици. Като показатели за ефективност, например, могат да бъдат приети оценки като бързодействие, точност, безотказност, удобство на експлоатация. Критериите за ефективност на ЕС трябва да отразява не само технико-икономическата страна, но и човешкия критерий за ефективност. Човекът като звено на ЕС има сложни вероятностни характеристики. При това ефективността има две съставляващи: самото решаване на задачите и използването на материално-енергийни и психофизиологически резерви. Определянето на ефективността на човека-оператор, като основно звено в системите за

управление е трудна задача, но общите изисквания към показателите за ефективност при изпълнение на операциите при управление са: показателите трябва да бъдат измерими, т.е. да се изразяват с числа, като способите за тяхното измерване и изчисляване да са относително лесни; функционалната зависимост за всеки показател на дейността трябва да се избира така, че да осигурява неговата информативност и достатъчна чувствителност; и броят им не трябва да е много голям. Например пълната ефективност на група оператори може да си оцени като функция на четири компонента и показва доколко добре работи тази група в наличната комуникационна система, при определения състав на групата, при наличната квалификация на нейните членове и при определена околна среда[5].

3. *Основната и най-трудна задача на анализа е определянето на общ обективен критерий, позволяващ да се оцени ефективността на функционирането на системата.* Именно като такъв може да се използва неорганизираността на функциониране на системата ( $\Phi_i$ ) по отно-

шение на зададените цели. Като нейна характеристика се явява недостигането на целите за единица време, изразяваща се като намаляване на възможността за достигане на висшестоящата цел (ущърб) при всякакви възможни ситуации, които могат да съществуват в системата. Така неорганизираността може да отчита цялото разнообразие от състояния на системата по отношение на целите, както и вероятността от настъпването в тях на различни ситуации. Чрез нея може да се даде и качествена оценка на оператора за състоянието на управляемата система.

Основна задача при определяне на неорганизираността си остава построяването на иерархията на целите. Това могат да са конкретни параметри и критерии, определящи работата на системата или причинно-следствени връзки между целите на управление. Големината на неорганизираността зависи от следните основни фактори:

- количествените и качествени показатели на информацията, използвана в управлението;
- показателите за ефективност за преработка на информацията от гледна точка на управляващите въздействия и наблюдение на режимите;
- показатели за реализуемост на алгоритми в структурите на управление в условията на информационно взаимодействие между човека и машината.

Повишаването на ефективността на функциониране се определя от следните основни фактори: оптимизация на иерархията на целите и информационната структура по пътя на уточняване на целите, изключване на ненужните възли на управление и потоците "празна" информация и обратно, ако това е необходимо, създаване на нови възли на управление и потоци информация; оптимизация вътре на зададените цели и структури на управление по пътя на използването на по-усъвършенствани алгоритми на управление, чрез реализация и съгласуваност на информационните процеси между

човека и машината; оптимизация на вътрешните структури на възлите на управление; оптимизация на самия обект на управление от гл. т. на взаимодействието със самата система на управление (изменение в управляемия обект, облекчавайки неговата наблюдаемост и управляемост).

Системно-информационният анализ създава база за оптимизация на информационния състав, структура и свойства на системите на управление и изменение на технологията при проектиране на сложни ЕС. Той трябва да включва построяването на иерархия на задачите, причинно-следствените връзки и иерархията на целите, определяне алгоритмите, необходими за достигане на тези цели, формиране на иерархията на управление и изясняване потоците информация, необходими за работата на възлите на управление, а също изискванията към тази информация относно количество и качество. Следващ етап е построяването на имитационни модели, на които да се проверяват алгоритмите на управление.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Горский Ю. М. Информационные аспекты управления и моделирования, М., Наука, 1978г.
- [2] Дж. ван Гиг, Прикладная общая теория систем, М., Мир, 1981г.
- [3] Ешби У. Р., Въведение в кибернетиката, С, Наука и изкуство, 1967г.
- [4] Сетров М. И., Организация биосистем, Л., Наука, 1971г.
- [5] Зигель А., Вольф Д., Модели групового поведения в системе человек-машина, М, Мир, 1973г.
- [6] Игнатиев М. др., Моделирование системы машин, Л., Машиностроене, 1986г.



#### Хидро и пневмо задвижване на подемно-транспортни, пътни и строителни машини

Лабораторията разполага с четири стенда: стенд - изпитване на центробежни водни помпи, стенд - изпитване на вентилатори, стенд за изпитване на разнообразни елементи, машини и системи за хидрозадвижване и стенд - пневмоавтоматика. Изследват се и се изучават елементите и системите за хидравлично и пневматично задвижване на транспортната и подемно-транспортната и строителна техника. За информация и контакти-кафедра: "ПОДЕМНО ТРАНСПОРТНИ И СТРОИТЕЛНИ МАШИНИ И СИСТЕМИ".

#### Строителни материали

В лабораторията се определят физикомеханичните свойства на строителните материали - плътност, пориозност, влажност, водопопиваемост, водопропускливост, мразоустойчивост и зърнометричен състав. Има възможност за определяне на марката на бетоните и консистенцията им. Металите се изпитват на опън и срязване. За информация и контакти-кафедра: "СТРОИТЕЛНИ КОНСТРУКЦИИ".

#### Земна механика

Лабораторията дава възможност за изпитване на физикомеханичните свойства на всички видове строителни почви. За информация и контакти-кафедра: "СТРОИТЕЛНИ КОНСТРУКЦИИ".

#### Металография

В лабораторията извършват квалифицирани изпитвания в областта на микро- и макроструктурните изследвания на черните и цветни метали. Лабораторията е оборудвана с високотехнологични уреди и апарати за: подготовка на макро- и микрошлифоване; определяне на неметалните включения в метали и сплави; определяне големината на зърната; макроструктурен анализ на метали и сплави; микроструктурен анализ на метали и сплави; определяне на микротвърдостта на метали и сплави (микровикерс). За информация и контакти - кафедра: "ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНОТО ПРОИЗВОДСТВО И ХИМИЯ".

#### Ренгеноструктурен анализ

Тук се провеждат упражнения от курса-**Материалознание** в който се изследват кристалния строеж на металите и сплавите. За информация и контакти - кафедра: "ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНОТО ПРОИЗВОДСТВО И ХИМИЯ".



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРИНЦИПЪТ НА ИНВАРИАНТНОСТТА ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА РАДИОКОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ С ОСИГУРИТЕЛНА ОТГОВОРНОСТ

Антонио Андонов, Илка Стефанова

#### АНОТАЦИЯ

*Към съвременните радиокомуникационни системи с осигурителна отговорност се предявява изискването да се гарантира, че вероятността за грешка няма да надвиши предварително зададена допустима стойност независимо от изменящата се активност на канала. В предложената работа се предлага подход за решаване на поставения проблем, като се изследват условията при които е възможно обезпечаване н свойството инвариантност на характеристиките на шумоустойчивостта на различни класове смущения*

**Ключови думи:** Радиокомуникаци, шумоустойчивост, инвариантност

#### 1. УВОД

На настоящето ниво на развитие на мобилните радиокомуникационни системи, функциониращи в условия на комплексно въздействие на смущения, разработването на методи за повишаване на шумоустойчивостта им се развива в две основни направления. Първото от тях е свързано с използването на сигнали със сложна структура /шумоподобни сигнали/, канали с решаваща обратна връзка и със синтез на специални алгоритми, минимизиращи влиянието на смущенията върху шумоустойчивостта; второто - със синтез на алгоритми, обезпечавщи независимост на статистиката, анализирана от демодулатора, от въздействието на смущенията. В този случай структурата на демодулатора е инвариантна и съответства на оптимално приемане в гаусов канал. Следва да се подчертае, че развитието на първото направление е особено важно от теоретична гледна точка, тъй като при успешното решаване на задачата за синтез на алгоритми за предаване на информация в не-

гаусови канали могат да бъдат получени нови, фундаментални резултати на теоретичната радиотехника. Например, в това направление особено актуално е обосноваването на показател на шумоустойчивостта, обобщаващ широко използваната вероятност за грешка /в дискретните системи за предаване на информация/, или средноквадратичната грешка на филтрация /в аналоговите системи/. Трябва да се подчертае особената роля на изследването на алгоритми за предаване на информация с използване на шумоподобни сигнали с оптимизирана структура, позволяващи да се гарантират нивата на работоспособност на системата в различни ситуации, като се отчитат статистическите характеристики на сигнала, канала и шумовата обстановка [1]. Този път е свързан с двумерното /честотно-времево/ кодиране на всеки елемент на сигнала: чрез формиране на псевдослучайно превключване на работните честоти, или чрез използване на псевдослучайни последователности, манипулиращи фазата на сигнала. Използването на двата указани вида сложни, шумопо-

добни сигнали позволява значително да се повиши шумоустойчивостта на радиосистемите с цената на въвеждането на многократен честотно-времеви излишък в сигнала и съответното усложняване на неговата обработка в приемника. Този път е универсален, тъй като построяването на радиолинии с такива сигнали обезпечава висока достоверност на предаването на информация в условия на въздействие на смущения от произволен вид и се оказва практически единствена мярка за обезпечаване на устойчива връзка при въздействие върху системата на мощни преднамерени смущения [2].

Второто направление обединява различни способности за защита на приемниците от въздействието на различни негаусови смущения по пътя на въвеждането в алгоритмите за обработка на сигналите на безинерционни и адаптивни преобразуватели, обезпечаващи гаусовост на статистиката, анализирана от демодулатора [1].

## **1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ И ПРИНЦИПИ**

В условията на работа на радиокомуникационните системи за подвижна радиовръзка в ж.п. транспорт определящо е влиянието на импулсните смущения при приемането на сигналите. Това влияние се проявява както в непосредствено изменение на дисперсията на смущенията, така и в откази на адаптивните устройства за пространствено-честотно-времева обработка на сигналите, синтезирани при предположението за квазистационарност и гаусовост / в обобщен смисъл / на приеманата смес. В резултат ефективността на радиосистемата съществено се влошава при тяхното въздействие. Една от най-важните характеристики, определяща ефективността на радиосистемата, е шумоустойчивостта. Шумоустойчивостта се характеризира със зависимостта на достоверността на приеманите съобщения от енергийните параметри на линията, използваните алгоритми за предаване на информацията и статистическите характеристики на смущенията. В случай на аналогови системи, в качеството на мярка за достоверността, обикновено се използва средноквадратичната грешка за оценка на информационния параметър на сигнала от приемника, изразявана чрез отношението на мощността на сигнала към мощността на смущението в приеманата честотна лента, при зададени параметри на модема и алгоритъма на филтрация на информационния параметър. В случай на дискрет-

на система, за оценка на достоверността обикновено се използва вероятността за грешка от различаването на сигналите, изразявана чрез отношението на енергията на сигнала за време, съответстващо на тактовия интервал към средната спектрална плътност на мощността а смущението с отчитане на характеристиките на ансамбъла използвани сигнали и алгоритъма на приемане.

Необходимо е специално да се подчертае, че както средноквадратичната грешка на възпроизвеждане на сигнала, така и вероятността за грешно решение на демодулатора за предаването дискретно съобщение не са напълно адекватни на реалните условия на връзката. В нестационарните канали на системите за подвижна радиовръзка, отношението сигнал/шум се изменя в процеса на функциониране на системата, и следователно се изменя и определяната по указания способ достоверност. Ако тези изменения за интервала на предаване на съобщението могат да се пренебрегнат, то канала се счита локално стационарен и в допълнение на средноквадратичната грешка или вероятността за грешка, за оценка на шумоустойчивостта е необходимо да се определи доверителната вероятност за това, че стойностите на тези величини няма да превишат допустимите. При въздействие обаче на импулсни смущения, постоянството на отношението сигнал/шум се нарушава от мощни кратковременни отскоци на електромагнитното поле на смущенията, които рязко изменят отношението сигнал/шум. Тогава оценката на шумоустойчивостта придобива специфични черти, на които е необходимо да се отдели специално внимание, тъй като влиянието на импулсните смущения може да доведе до сриване на връзката, при което повишаването на мощността на сигнала в редица случаи, даже с десетки децибелни не обезпечава защита от въздействието им.

В каналите за радиовръзка с подвижни обекти вероятността за грешка е променлива величина /нееднороден канал с променливи характеристики/. В този случай, дори да се удаде обезпечаването на средна стойност на вероятността за грешка, по-ниска от зададената допустима, в отделни интервали от време вероятността за грешка е възможно да се установи на по-голяма от допустимата стойност. Освен това в нестационарни канали намаляването на средната вероятност за грешка не показва еднозначно повишаване на качеството на функциониране на системата. Така например, ако съвместно с на-

маляването на средната вероятност за грешка се увеличи процента на случаите, когато вероятността за грешка става по-голяма от допустимата, то следва да се счита, че шумоустойчивостта на системата не се подобрява, а намалява. Оттук следва в частност, че оптимизацията на радиосистемата в съответствие с широко използвания критерий за минимум на средната вероятност за грешка не обезпечава най-добро качество на функциониране на реалните системи в канал с променливи параметри. Изменението на характеристиките на канала за връзка се причинява от въздействието на разнообразни смущения. По принцип, обаче е възможно изменението на параметрите на канала да се изрази чрез изменение на параметрите на сигнала. Следователно, за обезпечаването на приемливо качество на функциониране на реалната система за радиовръзка в канал с променливи характеристики е необходимо да се поддържа вероятност за грешка на ниво, непревишаващо предварително зададена допустима стойност. По същество, това означава, че зададеното качество на функциониране на системата се постига благодарение на независимостта /частична или пълна/ на вероятността за грешка от причините предизвикващи нестационарността на канала за връзка. В теорията на автоматичното управление под независимост /инвариантност/ се разбира свойството на системата да се противопоставя на смущаващи въздействия [3]. Ако изходната координата на системата  $y(t)$  не зависи от смущението  $f(t)$  за произволен момент на времето  $t$ , то такава система се нарича система с абсолютна инвариантност спрямо  $f(t)$ , т.е.  $y(t)=\text{invar } f(t)$ . Ако това свойство се изпълнява приблизително /в някакъв определен смисъл/ то инвариантността се нарича с точност до  $\epsilon/\epsilon$  - инвариантност/, т.е.

$$y(t)=\text{invar } f(t).$$

В теорията на автоматичното управление проблемът за инвариантността е проблем за определяне на такива структури и параметри на системата за управление, при които влиянието на определени, произволно изменящи се външни смущения и собствени параметри на системата върху динамичните характеристики на процесите на управление могат да бъдат частично или напълно компенсирани. От съществено значение е, че формирането на системи за управление на базата на приложението на принципа на инвариантността се извършва при

отсъствие на априорна информация за характера на външните смущения и изменението на параметрите на обекта на управление [3]. Типично за каналите на мобилната радиовръзка е ситуацията, при която характеристиката на шумоустойчивостта се определя от наличието на различни класове смущения, т.е.

$$p = f(Y, Y_c), \quad (1)$$

където  $Y$  и  $Y_c$  са множествата параметри на сигналите и смущенията, получени в резултат на усредняването на реализациите им  $\{y\}$ . Тогава абсолютна инвариантност се достига ако е изпълнено:

$$p=f(Y, Y_c)= f(Y, 0) \\ =\text{invar } \{y\} \quad (2)$$

Относителната инвариантност ще отговаря на случая, когато характеристиката на шумоустойчивост зависи от множеството параметри  $Y_c$  незначително, т.е.

$$f(y)-f(Y, Y_c)<\epsilon_{\max} \quad (3)$$

В указания смисъл може да се каже, че разглежданата характеристика на шумоустойчивостта е  $\epsilon$  - инвариантна в съответствие с избрана върху сигналното пространство метрика. Ако се абстрахираме от възможностите за обезпечаване на функционална устойчивост на радиосистемите чрез използване на шумоустойчиво кодиране, то следва да се приеме, че при наличие на смущения в канала същите ще бъдат преобладаващо от този тип, т.е. с относително инвариантни характеристики на шумоустойчивостта. Този извод не изключва възможността за търсене на начини за създаване на абсолютно инвариантни към определени видове смущения радиокомуникационни системи, по пътя на използването на ШПС в съчетание с принципа на двуканалността за изграждане на инвариантни системи [3]. Що се отнася до взаимовръзката между понятията инвариантност и функционална устойчивост, то тези понятия са взаимосвързани. Това произтича от следните съображения. Ако системата има  $\epsilon$  - инвариантна характеристика, то относителната инвариантност и функционална устойчивост са понятия до голяма степен еквивалентни. Функционалната устойчивост е по-широко понятие, което се свързва с изследването на възможностите, които се откриват с развитието на съвременната еле-

ментна база за реализация на принципите за осъществяване на функционална устойчивост на радиокомуникационните системи в изменяща се сигнално-шумова обстановка. Именно усъвършенстването на елементната база премахва препятствията, произтичащи от усложняването на апаратурата и е основния фактор, определящ темпа и достиженията на техническия прогрес.

### 3. КАЧЕСТВЕНИ ПОКАЗАТЕЛИ И КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА ИНВАРИАНТНОСТТА И А ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ШУМОУСТОЙЧИВОСТТА

Характерна черта на съвременното ниво на развитие на системите за радиовръзка е повишения интерес към разработването на методи за изследване и проектиране на системи, съхраняващи устойчиви зададени показатели на качеството на функциониране в изменящите се условия на експлоатация. За количествена оценка на показателите за качество обикновено се използват различни аспекти на теорията на чувствителността [3]. Шумоустойчивостта, като свойство на системата да противодейства на влиянието на различни смущаващи фактори, се определя количествено с помощта на редица характеристики и показатели. В системите за цифрово предаване на съобщенията най-често използван показател на шумоустойчивостта е вероятността за грешка. В последния случай показателят на шумоустойчивостта се нарича вероятност за грешка при поелементно приемане. Тази характеристика се разглежда като основополагаща характеристика на модема на системата и зависи на първо място от статистическите параметри и характеристики на въздействащите смущения в канала за връзка. Същата вероятност, получена чрез усредняване на сигналите и смущенията  $Y$  и  $Y_c$  (1), (2), може да се представи във вида:

$$p=f(Y, Y_c, G) \quad (4)$$

където  $Y=\{Y_1, \dots, Y_n\}$ ;  $Y_c=\{Y_{c1}, \dots, Y_{cn}\}$ .  $G=\{g_1, \dots, g_n\}$  е съответно множество, характеризиращо взаимодействието на параметрите на сигнала и смущенията, което ще бъде обект на определяне. Количествена мярка за функционалната устойчивост може да бъде въведена на базата на теорията на чувствителността. При

зададена зависимост (4) за предположението, че същата е непрекъсната и диференцируема по отношение на указаните параметри /което е изпълнено за широк клас зависимости [1], то тя може да бъде разложена в ред на Тейлър. Ако се пренебрегнат производните от по-висок порядък, може да се запише:

$$p(Y + \Delta Y, Y_c + \Delta Y_c, G + \Delta G) \cong p(Y, Y_c, G) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial p}{\partial Y_i} \Delta Y_i + \sum_{i=1}^m \frac{\partial p}{\partial Y_{ci}} \Delta Y_{ci} + \sum_{i=1}^k \frac{\partial p}{\partial g_i} \Delta g_i \quad (5)$$

където  $\Delta Y, \Delta Y_c, \Delta G$  са множествата от нараствания на параметрите. Ако нарастванията са достатъчно малки, то нарастването на вероятността за грешка съответно е:

$$\Delta p = p(Y + \Delta Y, Y_c + \Delta Y_c, G + \Delta G) - p(Y, Y_c, G) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial p}{\partial Y_i} \Delta Y_i + \sum_{i=1}^m \frac{\partial p}{\partial Y_{ci}} \Delta Y_{ci} + \sum_{i=1}^k \frac{\partial p}{\partial g_i} \Delta g_i \quad (6)$$

Относителното нарастване на грешката съответно е:

$$\frac{\Delta p}{p} = \sum_{i=1}^n Z \frac{\Delta Y_i}{Y_i} + \sum_{i=1}^m Z_{Y_{ci}} \frac{\Delta Y_{ci}}{Y_{ci}} + \sum_{i=1}^k Z_{g_i} \frac{\Delta g_i}{g_i} \quad (7)$$

В (7) могат да се въведат коефициенти на относителна чувствителност, свързващи относителните изменения на вероятността за грешка  $\Delta p / p$  с относителните нараствания на съответния параметър  $\Delta Y_q / Y_q$ .

$$Z_q = \frac{\partial p}{\partial Y_q} \frac{Y_q}{p} \cong \frac{\Delta p}{p} \Big| \frac{\Delta Y_q}{Y_q} \quad (8)$$

$$q \in \{1, 2, \dots, (n + m + k)\}$$

Относителното нарастване на вероятността за грешка  $\Delta p / p$  може да се разглежда като количествен израз на чувствителността на характеристиките на шумоустойчивостта  $p=f(Y, Y_c, G)$  по отношение на вариациите на определен параметър  $Y_j$ . Тогава относителното нарастване на вероятността за грешка, изчислявано въз основа на (7) е количествен израз на чувствителността на системата по отношение на относителните вариации на параметрите на

сигналите и смущенията от множествата  $Y, Y_c, G$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложеното в настоящата статия показва, че проблемът за инвариантността на характеристиките на шумоустойчивостта относно комплексно въздействие на смущения е изключително актуален и придобива силно изразена приложна насоченост. Получените решения показват конструктивността на предложения подход и илюстрират принципни възможности, а не завършеност на изследванията. Чрез този подход е възможно да бъде решен проблемът за предаване по радиоканал на команди, изключ-

ващи опасни откази. Това от своя страна ще доведе до включването на железопътната радиовръзка в основните средства за управление движението на влаковете.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Левин Б.Р., Теоретические основы статической радиотехники, М. "Радио и связь", 1999г.
2. Дж. Возенкрафт, И. Джекобс, Теоретические основы техники связи, М. "Мир", 1989г.
3. Петров Б.Н., Теория инвариантности автоматических систем, М. "Наука" 1990г.
4. Holmes, J.K. Coherent Spread Spectrum Systems. New York, NY, Wiley, 1982.

#### Механични изпитвания

В лабораторията се извършват измервания на твърдост на метали и сплави по метода Бринел и Рокфел. Изпитване на удар, изпитване на износване, изпитване на умора и провеждане на термична обработка върху лабораторни образци. За информация и контакти - катедра: **“ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНОТО ПРОИЗВОДСТВО И ХИМИЯ”**

#### Химия

ВТУ “Тодор Каблешков” разполага с две лаборатории по химия. В тях се провеждат лабораторни упражнения по дисциплините **Химия** и **Приложна химия** и се извършват експерименти и изследвания, свързани с научната работа на преподавателите. Има богат набор от лабораторна стъклария, реактиви, прибори и уреди, които позволяват провеждането на разнообразни и интересни лабораторни упражнения. тук студентите чрез различни опити и изготвяне на лабораторни протоколи разширяват и задълбочават своите познания върху основните химични закономерности, върху химичните свойства и превръщания на някои експлоатационни и конструкционни материали, използвани в транспорта. Запознават се практически с процесите при химичните източници на електричен ток, каквито са например акумулаторите, корозията на металите, състава и свойствата на смазочните материали и техните химични изменения при експлоатация, свойствата на полимери и композиционни материали, химични процеси при строителните свързващи вещества. Така бъдещите инженери и специалисти в областта на транспорта ще могат с разбиране да решават въпроси, свързани с качеството и надеждността на материалите, да знаят какви промени могат да настъпят с тях при експлоатация, превоз и съхранение. За информация и контакти - катедра: **“ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНОТО ПРОИЗВОДСТВО И ХИМИЯ”**

#### Физика

Практическите занятия по Физика се провеждат в две учебни лаборатории, в които посменно, на цикли, се разполагат установки за извършването на лабораторни задачи от разделите механика, молекулна физика, термодинамика, електричество и магнетизъм, геометрична и вълнова оптика, атомна физика и физика на твърдото тяло. Целта на тези практически занятия е студентите да усвоят по-задълбочено курса по физика, да се запознаят с използваната литература и методите за измерване, да добият умения и навици за извършване на точни измервания, да формират способности за анализ на получените резултати, което се явява основа за следващите общотеоретични и специални дисциплини. За информация и контакти - катедра: **“ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И ФИЗИКА”**.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОПТИМАЛЕН ДИСКРИМИНАТОР НА ЪГЛОВИ КООРДИНАТИ

Валентина Цекова, Емил Цеков

#### АНОТАЦИЯ

Предложена е една принципна възможност за повишаване на точността на измерване на ъглови координати, като се отчита изменението на амплитудата на входния сигнал, отношението на сигнала към шума и ширината на спектъра на флукуациите. Синтезирана е структурната схема на оптимален дискриминатор, влизащ в състава на системи за измерване на ъглови координати, кодирани в информационния сигнал.

**Ключови думи:** измерване, автоматизация, координати, координатори, дискриминатори, оптимизация, случайни процеси, статистически решения.

Новите технологии налагат все по-широкото навлизане на автоматизацията в живота. Един от проблемите на автоматизацията е точното измерване на координатите (далечина, скорост и ъглово положение) на различни подвижни обекти. Постигането на висока точност при измерването е особено важно във въздушния и морския транспорт, при стиковката на космическите апарати, в производството, превозите, метеорологията, геодезията и др.

Определянето на координатите на различните видове обекти понастоящем се извършва с помощта на радиотехнически, оптически или акустически координатори, които обработват различни по своята физическа природа информационни сигнали. В [1, 2] е показано, че те могат да бъдат представени със следния аналитичен математически модел:

$$y(t) = \sqrt{P} u_a(t) \times \operatorname{Re} \exp j[\omega_0 t + \Psi(t) + \varphi(t)] + n(t), \quad (1)$$

където:

$P$  – мощност на излъчвания сигнал;

$u_a(t)$  – закон, по който се извършва амплитудната модулация на излъчвания сигнал, обикновено нормиран така, че

$$\frac{1}{T} \int_0^T u_a(t) dt = 1, \quad (2)$$

$$T = \frac{k}{\Omega_d}; \quad (3)$$

$\Omega_d$  – долна гранична честота на пропускане на канала;

$k$  – положителна константа;

$\omega_0$  – носеща честота на излъчвания сигнал;

$\Psi(t)$  – закон, по който се извършва фазовата модулация на излъчвания сигнал;

$\varphi(t)$  – случайни стойности на фазата на излъчвания сигнал, независими за време  $T$  и равномерно разпределени в интервала  $[0, 2\pi]$ ;

$n(t)$  – високочестотни шумови сигнали, налагащи се към излъчвания сигнал.

Тъй като целта на настоящия доклад е оптимално определяне на ъгловите координати на обекти, в отразения информационен сигнал, който постъпва за обработка на входа на дискриминатора, ще пропуснем флукуациите по разстояние и скорост, които слабо влияят върху точността, с която се измерват ъгловите координати.

Както е известно от [3, 4] координатите могат да се измерват с координатор, реализиран по блоковата схема, показана на фиг. 1,

където:

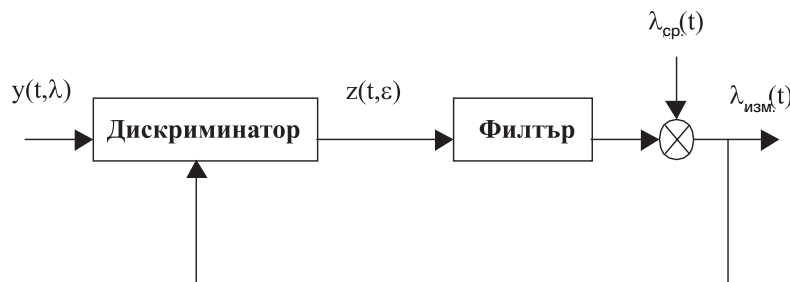
$y(t, \lambda)$  – високочестотен сигнал, приет на входа на дискриминатора;

$\lambda$  – измервана ъглова координата;

$\lambda_{\text{ср}}$  – средно значение на измервания ъгъл;

$\lambda_{\text{изм}}$  – измерено значение на ъгъл  $\lambda$ ;

$z(t, \epsilon)$  – електрически сигнал на изхода на дискриминатора;



Фиг. 1. Блокова схема на координатор

$\epsilon = \lambda - \lambda_{\text{изм}}$  – разсъгласуване.

Структурната схема на оптималния дискриминатор ще синтезираме като из-хождаме от следните физически съображения, които облекчават математическите операции. Приемаме, че:

- антенната система е зададена предварително;

- системата за измерване на ъгловата координата, в чийто състав е и дискриминаторът, е достатъчно точна;

- равносигналното направление на дискриминатора е насочено приблизително точно в обекта;

- подсветващото излъчване е им-пулсно с достатъчно голяма разреденост, като при това периодът на повторение е малък в сравнение с времето на корелация на флукуациите на приемания сигнал;

В този случай постъпващият на входа на дискриминатора сигнал ще има следния вид:

$$y(t, \lambda) = P_c \operatorname{Re} U_a(t, \epsilon) E(t) u(t) x$$

$$x \exp[j\omega_0 t] + \sqrt{N_0} n(t)$$

където:

$P_c$  - мощност на приетия сигнал;

$U_a(t, \epsilon)$  - закон, по който се извършва амплитудната модулация на приетия сигнал;

$$E(t) = a(t) + j b(t),$$

$a(t), b(t)$  - независими, стационарни случайни процеси с нулево математическо очакване и корелационна функция

$$\rho(t - \tau) = \overline{a(t)a(\tau)} = \overline{b(t)b(\tau)},$$

нормирана така, че

$$\rho(0) = 1;$$

$u(t) = u_a(t) \exp[j\psi(t)]$  - комплексен закон за модулация на излъчения сигнал;

$N_0$  - спектрална плътност на шума, прибавящ се към сигнала на изхода на антенната система;

$n(t)$  - бял шум.

Корелационната функция на приемания сигнал е равна на

$$\mathbf{R}(t_1, t_2) = \overline{y(t_1)y(t_2)} = P_c \rho(t_1 - t_2) U_a(t_1, \varepsilon) U_a(t_2, \varepsilon) \times u(t_1) u^*(t_2) \exp[j\omega_0(t_1 - t_2)] + N_0 \delta(t_1 - t_2) \quad (5)$$

С  $u^*(t_2)$  е обозначена комплексно спрегнатата функция.

Тази функция на корелация е вярна при условие, че разстоянието до обекта и неговата скорост са известни достатъчно точно. Това предположение е правомерно, защото преди да се измерват координатите му е необходимо той да бъде захванат.

За да се определи структурата на оптималния дискриминатор, е необходимо да се реши следното диференциално уравнение [3]:

$$\frac{\partial \ln P[y(t, \lambda), \varepsilon]}{\partial \varepsilon} = 0, \quad \varepsilon = 0 \quad (6)$$

където:

$P[y(t, \lambda), \varepsilon]$  е функция на правдоподобие.

За да бъде определена функцията на правдоподобие, е необходимо да бъде намерен функционалът на разпределението на плътността на вероятността на приетия сигнал и той да бъде разгледан като функция на параметъра на разсъгласуване  $\varepsilon$ . Този функционал в разглеждания случай има вида:

$$P[y(t_1), y(t_2), \varepsilon] = K \times \exp \left[ -\frac{1}{2} \int_0^T \int_0^T y(t_1) y(t_2) \mathbf{W} dt_1 dt_2 \right] \quad (7)$$

където:

$0, T$  е интервал, през който се осъществява наблюдаване на процеса;

$\mathbf{W}(t_1, t_2)$  - обратно-корелационна функция, удовлетворяваща уравнението:

$$\int_0^T \mathbf{W}(t_1, t_2) \mathbf{R}(t_2, t_3) dt_2 = \delta(t_1 - t_3) \quad (8)$$

и равна на

$$\mathbf{W}(t_1, t_2) = \frac{P_c}{N_0^2} v(t_1, t_2) U_a(t_1, \varepsilon) \times U_a(t_2, \varepsilon) \mathbf{R} e u(t_1) u^*(t_2) \times e^{j\omega_0(t_1 - t_2)} + \frac{1}{N_0} \delta(t_1 - t_2) \quad (9)$$

където  $v(t_1, t_2)$  е функция, бавна в сравнение с  $e^{j\omega_0 t}$  и равна на:

$$v(t_1, t_2) = -\frac{1}{2\pi \Delta f_c} \times \int_{-\infty}^{\infty} \frac{S_0(\omega) e^{j\omega(t_1 - t_2)}}{1 + h S_0(\omega)} d\omega \quad (10)$$

$h$  - отношение на средната мощност на приетия сигнал на изхода на антената към мощността на шума във флукуационната лента на сигнала;

$\Delta f_c$  - ефективна ширина на спектъра на флукуациите на сигнала;

$S_0(\omega)$  - спектър на флукуациите на приетия сигнал, нормиран така че:

$$S_0(0) = 1;$$

$\delta(t_1 - t_2)$  - функция на Кронекер.

Ако приемем, че пеленгацията се осъществява по метода на коническото сканиране, когато приемането на отразените (излъчените) от обекта сигнали се осъществява от антена, чиято диаграма на насоченост сканира относно оста на равнотелната зона в ъглов сектор, тесен в сравнение с ширината на диаграмата на насоченост, то амплитудата на приетия информационен сигнал при малки ъгли на разсъгласуване, ще се модулира по следния закон:

$$U_a(t, \varepsilon) = g(\gamma) [1 + \mu \varepsilon \cos \nu(t)] \quad (11)$$

където:

$g(\gamma)$  е нормирана диаграма на насоченост на антенната система;

$\gamma$  - ъгъл, измерван от максимума на приемане на системата;

$\mu$  - стръмност на диаграмата на насоченост по оста на сканиране;

$v(t) = \Omega t + v_0$  - закон, по който се изменя ъгъла на сканиране;

$\Omega$  - ъглова честота на сканиране;

$v_0$  - начална фаза на сканиране.

След решаване на уравнението на правдоподобие се получава много сложен израз, описващ работата на оптималния дискриминатор с коническо сканиране, който може да бъде значително опростен, ако се отчитат някои реални физически същности на пеленгатора, като:

- времето на интегриране значително превишава времето на корелация на флукуациите на входния сигнал, но е значително по-малко от времето, за което измерваният ъгъл се изменя забележимо;

- обектът, чиито координати се измерват, е инерционен в сравнение с дискриминатора;

- модулационната функция и нейната производна се изменят много по-бавно от останалите подинтегрални функции;

- честотата на сканиране е значително по-висока от горната граница на спектъра на флукуациите на сигнала.

Тогава може да се получи следният израз, описващ работата на оптималния дискриминатор:

$$z(t) = LI^2 \cos v(t), \quad (12)$$

$$I = \int_{t-\Delta t}^t h(\tau - s) \cos \Omega_m (\tau - s) \times \int y(s) u_a(s) \cos[\omega_x s + \psi(s)] ds, \quad (13)$$

където:

$$L = \frac{8g(\gamma)\mu h \Delta f_c}{P_c},$$

$z(t)$  – изходен сигнал на дискриминатора;

$h(\tau - s)$  – импулсна преходна функция, удовлетворяваща уравнението:

$$\int_{-\infty}^{\infty} h(t - \tau) h(t - s) dt = -h \Delta f_c \delta(\tau - s), \quad (14)$$

а нейната амплитудно-честотна характеристика е :

$$|H(j\omega)|^2 = \frac{h S_o(\omega)}{1 + h S_o(\omega)}; \quad (15)$$

$\Omega_m$  - честота на амплитудна модулация;

$\omega_x$  - честота на хетеродина.

Филтър, притежаващ такава амплитудно-честотна характеристика, може да бъде реализиран без затруднение с помощта на обикновени радиотехнически елементи, използвани в съвременните пеленгатори.

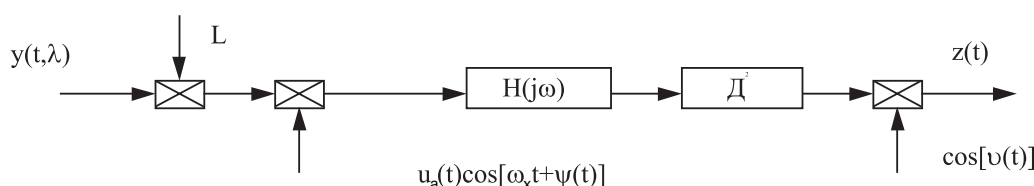
По такъв начин може да бъде построена структурната схема на оптимален дискриминатор, показана на фиг.2.

Той работи по следния начин. Отразеният от обекта сигнал се приема от антенната система

и се модулира по закона  $U_a(t, \epsilon)$ . След изхода на антената високочестотният сигнал се нормализира, като се умножава по коефициента

$L$ . Тази нормализация може да бъде извършена с помощта на система от типа АРУ – назад, различаваща се от обикновените системи АРУ по това, че амплитудата на изходния

сигнал е функция не само на  $P_c$ , но и на отношението сигнал/шум и на ширината на спектъ-



Фиг. 2. Структурна схема на оптимален дискриминатор

ра на амплитудните флукуации. Тази нормализация може да бъде и с АРУ – напред, отчитайки горепоказаната. Нормализацията може да бъде извършена навсякъде в системата, където това е по-удобно от техническа гледна точка.

След нормализирането информационният сигнал постъпва в смесителя, където се умножава със сигнала на хетеродина, промодулиран по амплитуда и фаза, така както и сондиращият сигнал. Полученият междинночестотен сигнал постъпва на входа на оптимален филтър с АЧХ

$H(j\omega)$ . Изходящият сигнал се подава на квадратичен детектор, след което се умножава по закона на сканирането.

Изходящият сигнал на дискриминатора  $z(t)$  след необходимото усилване се подава на изпълнителните органи, които отработват измерванията ъгъл.

Предложената схема на оптимален кохерентен дискриминатор структурно не се отличава от схемите на съществуващите пеленгатори. Следователно те също могат да бъдат считани за структурно оптимални. Поради това не бива да се очаква съществено повишаване на точността на измерването чрез схемни изменения с цел усъвършенстване, тъй като те силно го оскъпяват и усложняват. Обаче съществуващите дискриминатори могат да имат оптимални параметри само при строго определени условия, практически за кратко време.

Поради това при разработването на нови системи за управление или при модернизирани на съществуващите основното внимание трябва да бъде насочвано към поддържане оптималността на пеленгационната характеристика, която определя точността на дискриминатора, като се отчита изменението на входния сигнал, отношението сигнал/шум и ширината на спектъра на флукуациите.

След нормиране на входния сигнал формула (12) може да бъде записана така:

$$x_n(t) = \sqrt{LP_c} U_a(t, \varepsilon) E(t) u_a(t) \times \cos[\omega_0 t + \Psi(t)] + \sqrt{Ln(t)} \quad (16)$$

В смесителя този сигнал се умножава по

$$u_a(t) \cos[\omega_x t + \Psi(t)]$$

След него всички комбинационни честоти могат да бъдат отхвърлени т.е. да не се разглеждат, тъй като междинночестотният филтър про-

пуска само сигнали, имащи неговата честота. След отчитане на нормировката (2), закона (11) и апроксимацията, често използвана в радиолокацията с определен физически смисъл

$$S_o(\omega) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{2\Delta f_c}\right)^2}, \quad (17)$$

то за междинночестотният сигнал се получава:

$$x_m(t) = \frac{h\sqrt{2g(\gamma)\mu\Delta f_c}}{\sqrt{1+h + \left(\frac{\Omega - \omega_m}{2\Delta f_c}\right)^2}} g(\gamma)E, \quad (18)$$

където:

$$E = E(t) \cos \omega_m t + \frac{1}{2} E(t) \mu \varepsilon \cos(\Omega - \omega_m) t + \frac{1}{2} E(t) \mu \varepsilon \cos(\Omega + \omega_m) t \quad (19)$$

Този междинночестотен сигнал постъпва в квадратичен детектор, на чийто изход се намира нискочестотен филтър, пропускащ само сигнали с честота на сканиране, чийто изходен сигнал има вида:

$$x_d = \frac{2g^3 \mu^2 h^2 \Delta f_c E^2(t)}{1+h + \left(\frac{\Omega - \omega}{2\Delta f_c}\right)^2} \times \varepsilon \cos \Omega t \quad (20)$$

След постъпването във фазовия детектор този сигнал се умножава на опорния сигнал  $\cos \Omega t$  и се пропуска през теснолентов филтър, не пропускащ двойната честота на сканиране и осредняващ  $E(t)$  с отчитане, че  $\rho(0) = 1$ . За изходния сигнал, описан с радиотехнически термини, се получава:

$$x_z = \frac{2g^3 \mu^2 h^2 \Delta f_c}{1+h + \left(\frac{\Omega - \omega}{2\Delta f_c}\right)^2} \varepsilon \quad (21)$$

По тази формула може да се изследва зависимостта на изходящия сигнал от различните параметри -  $g(\gamma), \mu, h, \Delta f_c$  и да се прави оптимизация на дискриминатора по различни критерии.

В заключение може да се посочи, че е предложена една принципна възможност за повишаване на точността на измерване чрез определяне на оптимални параметри на системите за измерване на ъглови координати.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Левин Б. Р., Теоритические основы статистической радиотехники, Москва, 1966.
- [2] Цеков Е. Г. Информационни сигнали, Т.У., бр.22, ВНВУ „Т. Бенковски“, 1970.
- [3] Бакут П. А., Большаков И. А. И др., Вопросы статистической теории радиолокации, том I, Москва, 1963.
- [4] Бакут П. А., Большаков И. А. И др., Вопросы статистической теории радиолокации, том II, Москва, 1964.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА ОТКАЗИТЕ В АНАЛОГОВА АТЦ СИСТЕМА А-29 ВЪРХУ НАДЕЖДНОСТНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Георги Кокеров, Емил Ганев

#### АНОТАЦИЯ

*Предлага се метод за обработка на статистика от експлоатацията на АТЦ система А-29. Получени са аналитични формули за определяне функцията на разпределение на интервалите на престой.*

**Ключови думи:** отказ, престой, логаритмически нормално разпределение, функция на разпределение, мода, медиана, средно значение.

Експлоатацията на автоматичните комутационни системи е организирана така, че от записите в експлоатационните дневници може да се събира статистика за отказите, причините за тях, вида на отказите, отказалите съоръжения, времето на престой, причинено от отказите и т. н.

От друга страна АТЦ са удобен източник на статистика с произволно голям обем, защото работят при едни и същи условия и се запазва изискването за стационарност практически за неограничено време

Това подбуди интереса към експлоатационните дневници на АТЦ система “А-29”. Разглежда се АТЦ от този тип в гр. Дебелец, Великотърновска област с капацитет 1600 абоната. Периодът на наблюдения обхваща (1987 ÷ 2000) г.

В предлаганата работа се изследват периодите на престой, причинен от отказите в различните съоръжения на централата.

Независимо от продължителния период на наблюдения предвид на стационарността на условията за експлоатация в получените данни се виждат определени закономерности.

Предполага се, че интервалите между отказите могат да се апроксимират от логаритмически нормално разпределение, т.е. по норма-

лен закон да е разпределена не продължителността на отказите  $\tau$ , а нейния логаритъм  $\ln \tau$ .

Известно е, че плътността на разпределяне на вероятностите по логаритмически нормален закон има следния вид:

$$f(t) = \frac{1}{\tau \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln \tau - m)^2}{2\sigma^2}}, 0 < \tau < \infty \quad (1)$$

където  $\tau$  е продължителността на престоя преди отказ,  $m$  – средно значение на случайната величина  $\ln \tau$ ,  $\sigma$  – средноквадратично отклонение на случайната величина  $\ln \tau$ .

Основните експериментални характеристики на разпределението на престойте са  $\bar{\tau}$  - средно значение на продължителността на престоя,

$S$  - средноквадратично отклонение на продължителността на престоя и  $\gamma$  – интензивност на появяване на престойте, равна на

$$\gamma = \frac{M}{T} \quad (2)$$



където  $M$  – общ брой на отказите за периода на наблюденията,  $T$  – време на наблюденията.

Между величините  $\bar{\tau}$ ,  $s$  и  $m$ ,  $\sigma$  съществуват следните съотношения [5,стр.32]:

$$\sigma^2 = \ln\left(1 + \frac{s^2}{\bar{\tau}^2}\right), \quad (3)$$

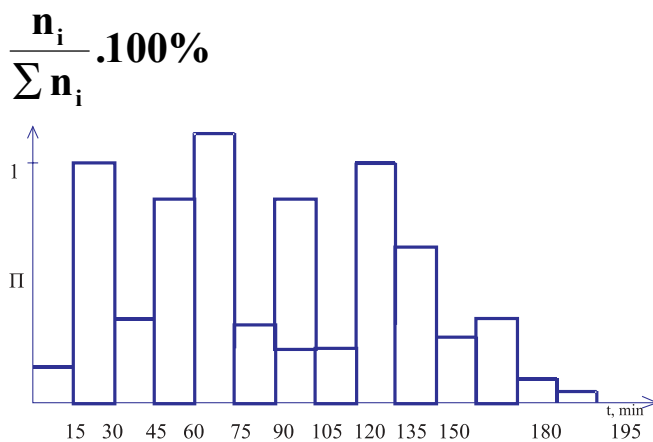
$$m = \ln \bar{\tau} - \frac{\sigma^2}{2} \quad (4)$$

С помощта на формулите (3) и (4) по получените експериментални значения  $\bar{\tau}$  и  $s$  могат да се определят  $m$  и  $\sigma$ . В таблици 1 ÷ 3 са показани получените изчислени резултати при групиране на времето на престой в 15-минутни интервали.

Предизбирач

Таблица 1

Интервал на престой, Min	Количество на отказите, бр.	Честота на отказите, %	Натрупана честота, %	Нормирана честота
0 – 15	12	2,55	2,55	0,17
15 – 30	73	15,53	18,08	1,04
30 – 45	24	5,41	23,19	0,34
45 – 60	80	17,02	40,21	1,135
60 – 75	24	5,11	45,32	0,34
75 – 90	59	12,55	57,87	0,84
90 – 105	15	3,19	61,05	0,21
105 – 120	73	15,53	76,59	1,04
120 – 135	42	9,94	85,53	0,596
135 – 150	20	4,26	89,79	0,284
150 – 180	23	4,89	94,68	0,163
180 – 240	19	4,04	98,72	0,067
>240	6	1,28	100,00	0,01
<b>Всичко откази</b>	<b>470</b>			
<b>Интензивност на отказите, <math>\gamma</math></b>	<b>0,00383</b>			

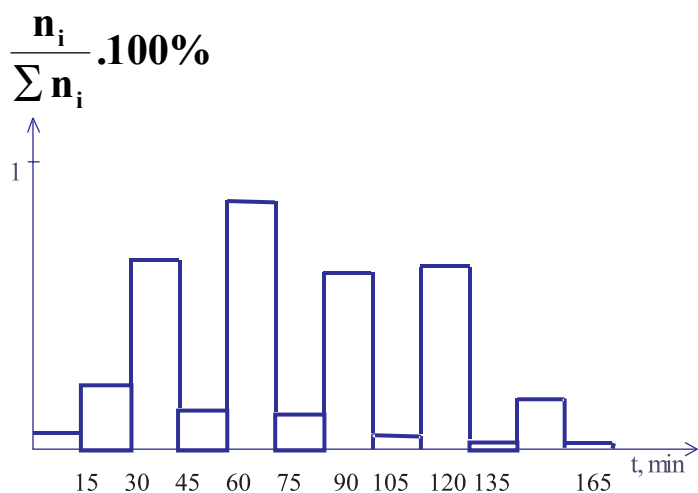


Фиг.1

Първи групов

Таблица 2

Интервал на престой, Min	Количество на отказите, бр.	Честота на отказите, %	Натрупана честота, %	Нормирана честота
0 – 15	36	1,5	1,5	0,06
15 – 30	136	5,6	7,1	0,224
30 – 45	400	16,4	23,5	0,656
45 – 60	88	3,6	27,1	0,144
60 – 75	524	21,6	48,7	0,864
75 – 90	76	3,1	51,8	0,124
90 - 105	372	15,3	67,1	0,612
105 - 120	28	1,2	68,3	0,048
120 - 135	393	16,2	84,5	0,648
135 - 150	15	0,6	85,1	0,024
150 - 180	226	9,3	99,4	0,186
>180	137	0,6	100,00	0,075
<b>Всичко откази</b>	<b>2431</b>			
<b>Интензивност на отказите, <math>\gamma</math></b>	<b>0,0223</b>			

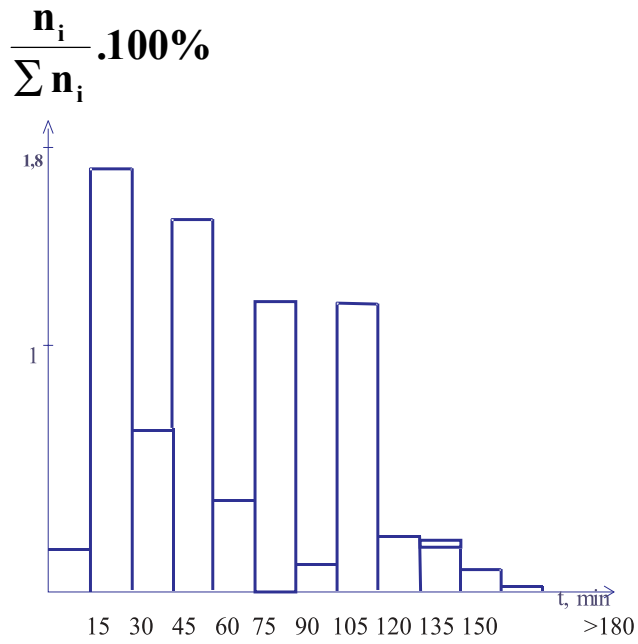


Фиг.2

Линееен избирач

Таблица 3

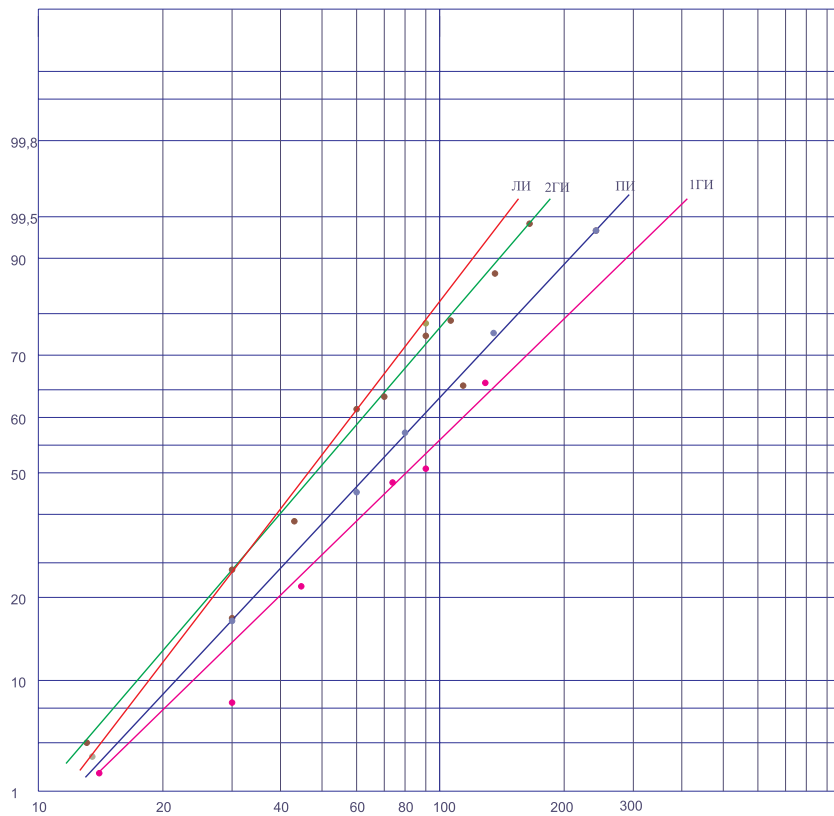
Интервал на престой, Min	Количество на отказите, бр.	Честота на отказите, %	Натрупана честота, %	Нормирана честота
0 – 15	25	2,67	2,67	0,178
15 – 30	248	26,47	29,14	1,76
30 – 45	91	9,71	38,85	0,650
45 – 60	216	23,05	61,90	1,54
60 – 75	52	5,55	67,45	0,370
75 – 90	96	10,24	77,69	0,683
90 – 105	17	1,81	79,50	0,121
105 – 120	93	9,92	89,42	0,661
120 – 135	32	3,42	92,84	0,228
135 – 150	30	3,21	96,05	0,214
150 – 180	27	2,88	98,93	0,100
> 180	10	1,07	100,00	0,020
<b>Всичко откази</b>	<b>937</b>			
<b>Интензивност на отказите, <math>\gamma</math></b>	<b>0,00764</b>			



Фиг.3

По нормираната плътност от таблиците са построени хистограмите на фиг.1 ÷ фиг.3. Хистограмите показват добро съвпадение с логаритмически нормалното разпределение.

Извършено е изравняване на експерименталните резултати за натрупаната плътност върху логаритмически нормална хартия, показано на фиг.4.



Фиг.4

Правите линии върху графиките доказват правилността на хипотезата за логаритмически нормалното разпределение. Построените графики позволяват да се определят някои характеристики на логаритмически нормалното разпределение. Абсцисата на точката от правата, отговаряща на 50 % от натрупаната честота е равна на медианата (срединното значение) на случайната величина  $\tau_0$ . Като се използва абсцисата за  $p = 0,159$  се определя  $\tau_1$  и за средното квадратично отклонение и средното значение може да се запише [ 1, стр.112 ]

$$\sigma = \ln \tau_0 - \ln \tau_1 \quad (5)$$

$$m = \ln \tau_0 \quad (6)$$

Пример: От графиките на фиг. 4 се определя за предизбирача:

$\tau_0 = 55min$ ,  $\tau_1 = 27min$  и за втори групов избирач  $\tau_0 = 44 min$ ,  $\tau_1 = 24 min$ .

$$\sigma = \ln 55 - \ln 27 = 4 - 3,3 = 0,7; m = \ln 55 = 4$$

$$\sigma = \ln 44 - \ln 24 = 3,78 - 3,18 = 0,6; m = \ln 44 = 3,78.$$

Експерименталните данни позволяват да се определят три важни характеристики на полученото логаритмически нормално разпределение мода, медиана и средно значение по следните формули [ 1, стр.142 ]:

Мода  $lg x = lg m - 2,3026 \sigma^2$   
 Медиана  $lg x = lg m$   
 Ср. значение  $lg x = lg m - 1,1513 \sigma$

Изчислените значения на характеристиките по данни от графиките на изравняването са показани в Табл.4. Те имат следния физически смисъл. Модата показва, че периодите на престойте с най-голяма честота са с продължителност около  $(15 \div 30)min$ ; медианата показва, че половината престой се групират в интервали с продължителност повече от  $100 min$ ; средното

значение показва, че времената на работа без престой се разполагат на разстояние във времето повече от  $(234 \div 510)min$  за съответното съоръжение.

Следователно, разпределението на времето на престойте може да се характеризира само с две числа – средно значение и стандартно отклонение на логаритъма на времето на престой. Това е особено ценно, когато се сравнява полученото разпределение с аналогични разпределения за АТЦ от друг тип или работещи на други места. Оказва се, че е възможно сравнението да се прави само по средно значение и стандартно отклонение.

Определяне на функцията на разпределение на интервалите на престой

В най-общ случай вероятността за престой, по-голяма от зададеното време може да се запише така:

$$F(t) = P(t_{n.p.} \geq t_{зад.}) = \iint_S f(\tau) \varphi(x) d\tau dx$$

където  $S$  е областта на интегриране;  $\varphi(x)$  – функция на разпределение на вероятността за откази.

Известно е, че функцията разпределение на вероятността за откази е следната [4, стр.35]:

$$\varphi(x) = \gamma \cdot e^{-\gamma \cdot x}$$

където  $\gamma$  е интензивността за появяване на откази, която се определя по експериментални данни по формула (2).

Като се има предвид това и формула (1) за  $f(\tau)$  може да се запише следния израз за определяне на функцията на разпределение:

$$F(t) = \frac{\gamma}{\tau \sigma \sqrt{2\pi}} \int_{t_{зад.}}^{\infty} e^{-\frac{(\ln \tau - m)^2}{2\sigma^2}} d\tau \int_0^{t_{зад.}} e^{-\gamma \cdot x} dx$$

Въвеждат се следните означения:

Таблица 4

Параметър	Предизбирач	Първи групов избирач	Втори групов избирач	Входящ групов избирач	Линеен избирач
Мода, min	34	20,8	15,1	18,3	23,4
Медиана, min	107	88,5	104,5	107,1	106,2
Средно значение от графика, min	390	232	234	249	510
Средно квадратично отклонение от графика, min	42	55,4	36	33,6	36

$$I_1 = \frac{\gamma}{\tau\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{t_{зад.}}^{\infty} e^{-\frac{(\ln\tau - m)^2}{2\sigma^2}} d\tau$$

$$I_2 = \int_0^{t_{зад.}} e^{-\gamma \cdot x} dx$$

За решаването на II се въвежда нова променлива

$$z = \frac{(\ln\tau - m)}{\sigma}$$

Тогава  $\ln\tau = \sigma z + m$  и  $\frac{d\tau}{\tau} = \sigma dz$ .

Новите граници на интегрирането ще бъдат:

$$z' = \frac{(\ln t_{зад.} - m)}{\sigma}$$

(означава се  $z' = \beta$ );  $z'' = \infty$ . Като се заместят тези значения в израза за  $I_1$ , се получава:

$$I_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\beta} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 0,5 - \Phi(\beta)$$

където:  $\Phi(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\beta} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$  е таб-

лично значение на нормираната функция на Лаплас.

Следователно, при каква да е плътност на интервалите на престой функцията на разпределение ще бъде

При логаритмически нормален закон на разпределение последната формула се получава в следния вид:

$$F(t) = \frac{\gamma}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{t_{зад.}}^{\infty} \frac{1}{\tau} e^{-\frac{(\ln\tau - m)^2}{2\sigma^2}} d\tau \int_0^{t_{зад.}} \gamma \cdot e^{-\gamma \cdot t}$$

$$I_2 = \int_0^{t_{къль.}} e^{-\gamma \cdot x} dx = \frac{-1}{\gamma} e^{-\gamma \cdot x}$$

$$\int_0^{t_{къль.}} = \frac{1}{\gamma} \int_{t_{къль.}}^0 (1 - e^{-\gamma \cdot t_{къль.}}) \frac{1}{\gamma}$$

Окончателно за функцията на разпределение  $F(t)$  се получава:

$$F(t_{зад.}) = P(t \geq t_{зад.}) = [0,5 - \Phi(\beta)](1 - e^{-\gamma \cdot t_{зад.}})$$

Като се има предвид, че  $e^{-x} \approx 1 - x$ , то  $1 - e^{-x} \approx 1 - (1 - x) = x$  и последната формула се получава в следния вид

$$F(t_{зад.}) = P(t \geq t_{зад.}) = [0,5 - \Phi(\beta)] \gamma t_{зад.}$$

Величината  $b$  се определя така:

$$\beta = \frac{\ln t_{зад.} - m}{\sigma}$$

Значенията на  $m$  и  $\sigma$  се определят по формули (3) и (4), а интензивността на отказите се определя по формула (2).

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Халд А. Математическая статистика с техническими приложениями. М., Издательство иностранной литературы, 1956.  
 [2] Смирнов Н.В., И.В. Дунин-Барковский Курс теории вероятностей и математической статистики с техническими приложениями. М., "Наука", 1967.  
 [3] Эксплоатационни дневници на АТЦ "А-29" в гр.Дебелец, обл. Велико Търново.  
 [4] Основы теории надежности, под ред. На Н.А.Шишонов. М., "Сов.радио", 1964.  
 [5] Элементы теории передачи дискретной информации, под ред. на Л.П.Пуртов.М., "Связь", 1972.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КОНЦЕПТУАЛЕН АНАЛИЗ НА ПРОБЛЕМА ЗА СИГУРНОСТТА НА СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ

Нели Стойчева, Христо Христов

#### АНОТАЦИЯ

*В тази статия се разглеждат някои нови насоки в понятията, подходите, средствата и атрибутите на надеждността, безопасността и сигурността. По-специално внимание се отделя на методите за повишаване на сигурността на информацията и се разглеждат нейните свойства.*

**Ключови думи:** Надеждност, Безопасност, Сигурност

#### 1. КОНТЕКСТ

През последното десетилетие светът навлезе в глобалното информационно общество. Една от най-значимите му компоненти е развитието на компютърните и комуникационните технологии, което се обуславя и мотивира от политически и технологични фактори:

- *Политическите промени*, довели до единение в Европа и света;
- *Свободата на движение* на информация, хора, стоки, услуги и ценности в големи региони;
- *«Отварянето»* на редица върхови достижения на техническата мисъл, които преди имаха специално предназначение;
- *Големите успехи на технологиите*: микроминиатюризацията, интегралната схемотехника, компютърните мрежи и Internet.

Цифровизира се и се интегрира мултиплексната и комутационната техника. Създаде се широколентова цифрова система с интеграция на услугите В-ISDN. Телекомуникациите и информатиката - тези доскоро обособени сфери - проникват взаимно една в друга. Днес е трудно да се определи, дали компютърните мрежи са повече комуникации или повече компютърни

системи. До скоро обособените телекомуникационни и радиовръзки се интегрираха в клетъчните системи за мобилни комуникации, абсорбирайки постиженията на съвременната цифрова и преносна техника. Всичко това доведе до решително нарастване на видовете телекомуникационни услуги и тяхната масовизация, което е основание да се говори за “бум” на телекомуникациите.

Принципите и техническите средства на съвременните телекомуникации намират все по-силно отражение и водят до **качествени промени и в жп осигурителната техника**. Достатъчен е един непредубеден поглед върху съвременната ѝ генерация. Днес тези принципи и технически средства се прилагат и в области, където от системите за управление и контрол се изисква високо ниво на надеждност и безопасност. В областта на осигурителната техника навлиза нова единна (единствена) операционна система за управление под името **ERTMS** (European Railways Transport Management System - Европейска система за управление на жп транспорта), в която **GSM-R** (Global System for Mobile Communication - Railway - Глобална система за жп мобилни комуникации) формира преносния път като радиосистема със специално предназначение и е

част от *ERTMS*. Другата комполнента на *ERTMS* е Европейска система за контрол на влаковете-*ETCS* (European Train Control System), която отговаря за непосредственото управление на движението в жп транспорта.

И това навлизане на съвременните компютърни и комуникационни технологии е съвсем естествено, защото те са сродни области с осигурителната техника и имат един и същи предмет. Защото от създаването си преди век и половина, много преди да има телекомуникации, жп осигурителната техника има *обработката и пренасянето на информация* за свой неизменен атрибут. Проблемът е, че поради високата отговорност, която носи за безопасността на железопътното движение, този атрибут има своя дълбока специфика. Трансформацията на една команда или едно съобщение в друго при обработката и пренасянето му е недопустимо.

Дълги години тази специфика поддържаше специализиран клон на техническите средства, известни като жп Сигнализация, Централизация и Блокировка (СЦБ). Специализацията в техниката налагаше своя терминология, свои принципи и подходи, свои технически решения. В тази сфера работеха специалисти, които имаха своя професионална философия и терминология, свой понятиен апарат, които ги обособяваха като отделна професионална гилдия.

С развитието на интеграционните процеси между осигурителната, комуникационната и компютърната техника, с масовизацията в последните години на клетъчните комуникационни мрежи и с появата на феномена Internet, настъпиха промени не само в принципите и решенията, но и в понятийното пространство на осигурителната техника. Тази всеотраслова интеграция, за която се говори по-горе, се разпростира и върху специалистите в професионалната област на осигурителната техника, които излизат от своята вековна затвореност и започват “изповядват” единна философия и да говорят на общия език на съвременните комуникации.

В този доклад се прави опит за концептуален анализ на новото състояние в тази техническа сфера и се предлага разширяване и осъвременяване на понятията, използвани досега.

## 2. ЗА ПОНЯТИЯТА “БЕЗОПАСНОСТ” И “СИГУРНОСТ”

**Опасността** е състояние, в което възниква (се понася) загуба, щета, ущърб, вреда. Опасност за човека според проф. Клаус Пирик

[19], *произтича от всяко нарушение на човешките му права..* Опасността в процесите в реално време може да е **състояние** или **процес** (случаен или детерминиран), в рамките на които или вследствие на които възниква заплаха за живота и/или здравето на човека, за неговите интереси (свобода, собственост, чест, достойнство), и/или загуба на големи материални, духовни и/или природни ценности.

**Опасността** може да има различни аспекти: *природна* (земетръси, наводнения, тайфуни, свлачища, пожари и пр.), *социална* (войни, тероризъм, бунтове, престъпност, изнудване, компромати, и пр.), *медицинска* (болести, епидемии, пандемии и пр.), *екологична* (замърсяване на въздуха, водата, почвата, храните, шумове) и др. Когато аспектът е *технически*, се говори за **техногенна безопасност**. Опасността може да произлиза от техническите средства (транспортни, комуникационни, космически, ядрени, електросъоръжения и др.), към които се отнасят и системите за управление, в частност на железопътното движение. Тя може да се дължи на некоректно поставени изисквания или неправилни функционални алгоритми при създаване на системите (т.н. **алгоритмична опасност**). Опасност не бива да се допуска и след отказ, т.е системите не бива да имат опасно следотказово поведение (**fail-safe**).

**Безопасността (safety)** е съхранимост, отсъствие на опасност.

**Сигурността (Security)** е способността на обекта да се защитава (да противостои, за противодействие) на външни дестабилизиращи фактори и въздействия, както и на вътрешни изменения, които могат да доведат до опасност, която да се изразява в нежелано поведение, включително загуба или подмяна на информация.

Двете понятия – сигурност и безопасност – са синоними. За това говори факта, че има езици, в които съществува само едното понятие. Например в руския език понятието “сигурност” отсъства, безопасността го покрива.

Според проф. Н. Флешман безопасността е «пасивно», а сигурността – “активно” понятие.

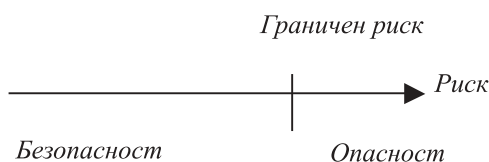
**Надеждността (dependability)** и като понятие, и като научна област, се изгражда въз основа на фундаменталния термин “отказ”. Тя включва и се определя от всички откази, но е пасивна, тъй като не отчита средствата за защита, които са в основата на разбирането на сигурност.

**Техногенната следотказова безопасност** е *единично свойство, компонента на надеждно-*



стта. Възприемайки тази постановка редица автори изчисляват следотказовата опасност само като вероятност за възникване на опасни (по възприет критерий) откази. Безопасността както и надеждността е пасивна, защото не включва защитата, противодействието, борбата за оцеляване, както е в сигурността.

Европейската комисия за електротехническа стандартизация (European Committee for Electrotechnical Standardisation)- CELENEC одобри стандарта EN 50126, съгласно който безопасността се дефинира като “отсъствие на недопустим риск” [15]. Безопасността съществува, когато риска е поносимо малък, т.е. не е по-голям от граничния риск (Фиг.1).



Фиг.1

Според [10] сигурността се интегрира с надеждността. **Надеждността** се разглежда като съвкупност от **готовност (availability)**, **безотказност (reliability)**, **безопасност (safety)** и **сигурност (security)** (Фиг.2).

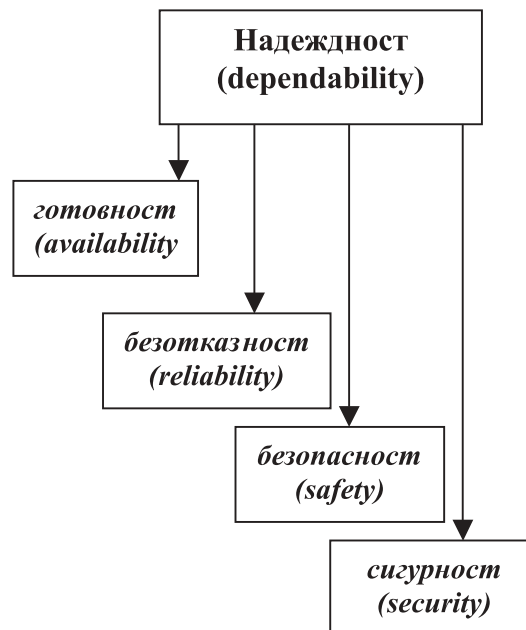
**Готовността (availability) A(t)** е вероятността във време  $t$  обектът да се намира в работоспособно състояние. Дефинира се като отношение на средния брой откази и възстановявания на възстановимия обект за произволно малка негова отработка към стойността на тази отработка.

**Безотказността (reliability) R(t)** е свойство на обекта да съхранява непрекъснато работоспособното си състояние в течение на някакъв период от време. Тя изразява способността за непрекъсната работа без откази и междинни възстановявания на работоспособността.

**Безопасността (safety) S(t)** се разбира като отсъствие на аварии и катастрофи, застрашаващи живота, здравето и интересите на хората, загуба на големи материални, духовни и природни ценности.

Според [11] **надеждността** се дефинира като това свойство на компютърната система, при което информацията се предава достоверно и обслужването на потребителя оправдава неговите очаквания.

Тези разбираня тълкуват твърде разширено и фриволно надеждността, тъй като не я



Фиг.2 Надеждността според [10]

свързват само с отказите и възстановяванията, а и със защитата на информацията и нейната конфиденциалност, както и с противодействие на дестабилизацията.

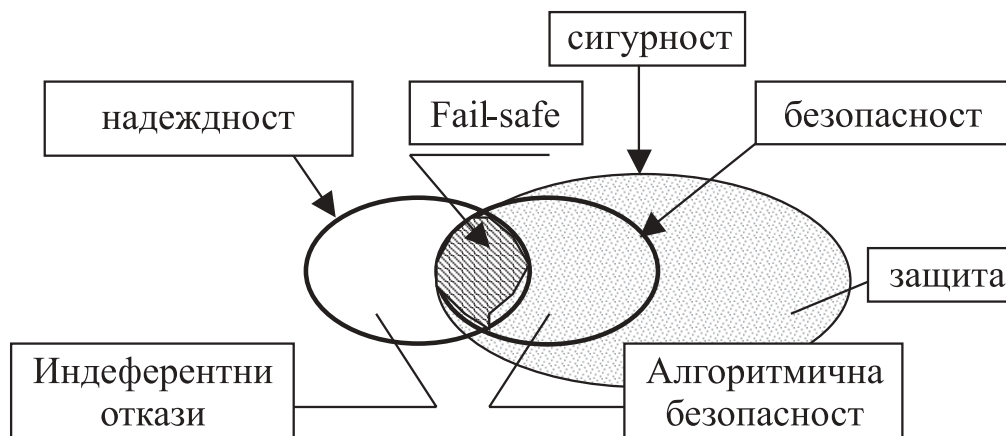
Една по-точна интерпретация изисква пресяване на пространствата на надеждността и безопасността (Фиг.3). Част от отказите имат отношение към безопасността и те са в пространството на сечението. Другата компонента на безопасността няма нищо общо с надеждността, тъй като в това пространство няма откази. Там е мястото на **алгоритмичната безопасност**.

При по-фриволното тълкуване на тези термини сигурността се схваща като по-обхватно понятие, което покрива и пространството на безопасността, където е пасивната сигурност, и пространството извън него, където е активната защита. Защото едва ли някои или нещо могат да са сигурни, без да са безопасни.

Тази представа за понятието покритие на термините добре се свързва с новото поколение на осигурителните и комуникационни системи.

В горния контекст високоотговорните телекомуникации и компютърната обработка с отговорност за сигурността се постигат чрез и се изчерпват от:

1. висока надеждност на апаратните и програмни технически средства (случайни откази вследствие на повреди и грешки);
2. перфектно задаване на задачата и решаването ѝ по безгрешни правила (алгоритмична безопасност);
3. специални методи за изграждане на сис-



Фиг.3. Взаимоотношение “надеждност, безопасност, сигурност” в осигурителните

- темите, гарантиращи fail-safe поведение;
4. защита срещу природните шумове, промишлени смущения и прислушване на каналите;
  5. защита срещу непреднамерените (случайни) грешки на операторите;
  6. защита срещу преднамерени (злоумишлени) външни въздействия върху системите.

Тези методи и средства изчерпват проблема за сигурността, тъй като по принцип нищо друго не може да се прибави към тях.

**Сигурността** според CELENEC се дефинира и като възможност на системата да защити обектите по отношение на конфиденциалност и интегрираност [12].

*Комуникациите в железопътния транспорт* се характеризират и с понятието **достоверност** на предаването, което се разглежда като мярка на съответствието между приетата и предадената информация [13]. **Безопасност** на системата за предаване на високоотговорна информация означава вероятност за реализация на грешно съобщение, по-малка от допустимата норма [13].

С развитието на Internet и навлизането в глобалната мрежа в сфери с високоотговорно пренасяне на информацията като банкиране, електронна търговия и други се повишава вероятността от намеса на неоторизирани лица в управлението на данните. Този въпрос е главна тема в изследванията по проблемите за високоотговорните телекомуникации в САЩ и Европа. В редица проекти се разработват отказоустойчиви архитектури [4,5,6,7,18].

Проблемът за **маскиране на несанкционирани**

**рания достъп до данните (intrusion tolerance)** е основна тема и в редица разработки [1,2,3,14]. Под “intrusion tolerance” се разбира способността за продължаване на работата и обслужване на системата.

**Методите за осигуряване на сигурността** са [14]:

- ✓ *Предпазване от уязвимост (vulnerability prevention)* - предотвратяване на уязвимост;
- ✓ *Предпазване от злонамерени атаки (intrusion prevention)*- предотвратяване на появата на злонамереност (уязвимост + предотвратяване на атаки);
- ✓ *Маскиране на несанкциониран достъп (intrusion tolerance = vulnerability tolerance)*- осигуряване на способност за обслужване или изпълнение на функциите на системата въпреки злонамерени атаки;
- ✓ *Отстраняване на уязвимостта (vulnerability removal)* – намаляване на присъствието на уязвимост;
- ✓ *Отстраняване на злонамерените атаки (intrusion removal)* – не е дефинирано;
- ✓ *Предсказване на уязвимост (vulnerability forecasting)* - оценка на присъствието, създаването и последствията от уязвимост;
- ✓ *Предсказване на несанкциониран достъп (intrusion forecasting)*- оценка на създаването и последствията от несанкционирания достъп (уязвимост +предсказване на атаките).

Традиционно **сигурността в глобалната мрежа** [10, 12] **се подразделя на три различни аспекта:**

- конфиденциалност,
- интегрираност,
- готовност.

*Конфиденциалността* означава как да се защитят обектите от несанкциониран достъп на информация или несанкционирана употреба на системните ресурси такива като процесори, програми и друго оборудване. Механизмът на защита трябва да ги прави възможни за всички опити за влизане в системата и дали обекта е конфиденциален или не трябва да решава кой може и кой не може да има достъп до ресурсите на системата.

*Интегрираността* означава как да се предпазят ресурсите на обектите в затворен (цялостен) вид, т.е. как да се предпазят от неотторизирана модификация.

**Информационната сигурност** може да се раздели на компютърна сигурност и комуникационна сигурност.

*Компютърната сигурност* се занимава със защитата на обектите срещу уязвимост на атаки и несанкциониран достъп на системната архитектура.

*Комуникационната сигурност* се занимава със защита на информацията по време на нейното пренасяне.

### 3. СИГУРНОСТ И БЕЗОПАСНОСТ ВЪВ ВИСОКООТГОВОРНИТЕ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИ

*Информационната безопасност* трябва да гарантира конфиденциалност (т.е. разумно ограничаване на достъпа), цялостност и достоверност на информацията, а също така да осигури отчитането и анализирането на всички събития, които водят до създаване, модифициране и разпространение на информацията по мрежата.

*Радиомрежата GSM-R* е железопътна служебна система, която чрез използването на различни процеси, материали и персонал при предаването на високоотговорна информация, осигурява непосредствено управлението и сигурността на жп движението. Сигналната информация от и за влаковете директно се подава към машинистите така, че с развитието на системата на един по-късен етап тя директно да въздейства на управлението.

Средствата, чрез които се осигурява безопасността на GSM-R системата са:

- системни архитектури с излишък
- и бързото отстраняване на смущенията.

Принципите за построяване на безопасна комуникационна система трябва да отчитат, от една страна различни видове потенциални заплахи, а от друга страна - възможните загуби от

нейното създаване и в случай на нейното отсъствие. Системата за безопасност трябва да реализира защита на служебната информация от несанкциониран достъп, повреда или деформация при съхраняване в паметта на мрежовите устройства и предаване на информацията по мрежовите канали за връзка.

За да се осигури сигурност на предаване на информацията се използват няколко *механизма*, които могат да бъдат разделени на три категории:

- предпазване,
- откриване и
- възстановяване.

Във всяка от категориите съществуват много други механизми, като всеки механизъм се отнася до специфични случаи на третиране и работа със специфични форми и аспекти на сигурността.

### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сигурността на информационните и комуникационните системи е много широко и комплексно понятие. В тази статия се разглежда връзката между сигурността, надеждността и безопасността, засяга се терминологията и аспектите на тези понятия, в които се внасят нови акценти и се уплътняват със съвременни аспекти.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Deswarte Y., L. Blain and J.-C. Fabre, "Intrusion Tolerance in Distributed Systems", in Symp. on Research in Security and Privacy, (Oakland, CA, USA), pp.110-121, IEEE Computer Society Press, May 1991.
2. Fabre J.-C., Y. Deswarte and B. Randell, "Designing Secure and Reliable Applications using FRS: an Object-Oriented Approach", in 1st European Dependable Computing Conference (EDCC-1), (Berlin), Lectures Notes in Computer Science, 852, pp.21-38, ISBN 3-540-58426-9, Springer-Verlag, October 1994.
3. Fray J.-M., Y. Deswarte and D. Powell, "Intrusion-Tolerance using Fine-Grain Fragmentation-Scattering", in Symp. on Security and Privacy, (Oakland, CA, USA), pp.194-201, IEEE Computer Society Press, April 1986.
4. Delta-4 (Definition and Design of an open Dependable Distributed systems architecture) in Pre-competitive Research, 1986-1992.
5. PDCS (Predictably Dependable Computing

Systems) in Basic Research, 1989-1994.

6. DeVa (Design for validation), in Long Term Research, 1995-1998.

7. GUARDS (Generic Upgradable Architectures for Real-Time Dependable Systems), in Research and Development, 1996-1999.

8. Blain L., Y. Deswarte: A Smartcard Fault-Tolerant Authentication Server, in Proc. 1st Smartcard Research and Advanced Applications Conference (CARDIS'94), Lille, France, Oct. 1994, pp.149-165.

9. Laprie, J.-C., Dependable Computing and Fault Tolerance: Concepts and Terminology, in 15-th Int. Symp. on Fault Tolerant Computing (FTCS-15), Ann Arbor, MI, USA, pp2-11, 1985

10. Avizienis, A., H. Kopetz, J.-C. Laprie, Dependability: Basic concepts and terminology in English, French, German, Italian and Japanese, Dependable Computing and Fault Tolerance. Vienna, Austria, Springer-Verlag, 1992, 265 p.

11. Laprie, J.C., Dependable Computing: Concepts, Limits, Challenges, in Special Issue, 25<sup>th</sup> IEEE Int. Symp. On fault-Tolerant Computing (FTCS-25), Pasadena, CA, USA, pp.42-54, IEEE Computer Society Press, 1995

12. Olovson, T., A Structured Approach to Computer Security, Sweden, Technical report No

122, 1992

13. Сапожников, Вл.В., Сапожников, В.В, Христов, Х.А., Гавзов, Д.В., “Методы построения микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики”, Транспорт, Москва, 1995

14. Powell D., Y. Deswarte, On Dependability Concepts with respect to Deliberately Malicious Faults, IX Brazilian Symposium on Fault-Tolerant Computing (SCTF), 5-7 March, 2001

15. CELENEC: Railway Applications: Requirements for Safety-Related Communication (RAMS), EN 50126, September, 1999

16. Signalling 2002, Strategies for Effective Implementation on Next Generation Signalling Technologies, London, June, 2002

17. UIC ERTMS World Conference “Benefits for railways”, March, Florence, 2001

18. MAFTIA, Malicious- and Accidental-Fault Tolerance for Internet Applications, IST Programme RTD Research Project IST-1999-11583. 1 January 2000 to 31 December 2002

19. Pyric, K., Allgemeinen Anerkannten Regeln der Technik beim Einsatz von Datenverarbeitungssystemen mit Sicherheitsverantwortung, Die Bundesbahn, 1980



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДВУСТРАННИ НЕОГРАНИЧЕНИ РЕЛСОВИ ВЕРИГИ

Неделчо Неделчев, Николай Николов

#### АНОТАЦИЯ

*Предложена е заместителна схема на релсова верига с един захранващ и два релейни края. Разработени са четириполусни модели в нормален, шунтов и контролен режим. Изследвана е шунтовата чувствителност и чувствителността към прекъсване на релса по отношение на всеки от приемниците. Предложен е алгоритъм за абстрактен синтез, чрез който са определени оптималните входни импеданси на апаратурата в краищата. Определена е максималната дължина на безнаставовите релсови вериги в Софийския метрополитен.*

**Ключови думи:** релсова верига, синтез, максимална дължина.

#### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Основен недостатък на класическите релсови вериги е необходимостта от физически изолиращи настави. Освен че са източник на лоша надеждност, физическите изолиращи настави отслабват механичните качества на железния път и са несъвместими със световната тенденция за високоскоростно движение по заварени релси. Всичко това доведе до разработването и внедряването на релсови вериги без изолиращи настави (неограничени релсови вериги). За тях е характерна по-висока сигнална честота, като последната навлиза в тоналния диапазон. Това позволява да се намалят припокриващите се зони на чувствителност, да се реализират по-ефективни електрически изолиращи настави, да се създадат по-благоприятни условия за предаване на информация от релсовите вериги в локомотива на влака. Едновременно с това, повишаването на сигналната честота скъсява дължината на контролирания от релсовата верига железен път, което оскъпява съществено осигурителните системи.

Увеличаването на дължината на тоналните релсови вериги може да се постигне по два начина. При първия от тях, по дължината на релсовата линия се включват компенсирани кондензатори [1,2,3,4], а при втория—един захранващ източник захранва два релейни края, разположени от лявата и от дясната му страна [5,6,7,8].

За определяне на максималната дължина на релсовите вериги с физически изолиращи настави съществува стройна теория [1,9,10]. Разработени са и компютърни симулатори [4]. За изследване на неограничени релсови вериги може да се използва общата теория на релсовите вериги, но отсъствието на физически изолиращи настави налага да се внесат съществени корекции в математическия модел. Същността на тези корекции е да се отчете влиянието на съседните релсови вериги. Опит за математично моделиране на неограничена релсова верига е направен в [11]. При него релсовата линия е разгледана като четириполусник, без да се отчете присъствието на земята. Съседните релсо-

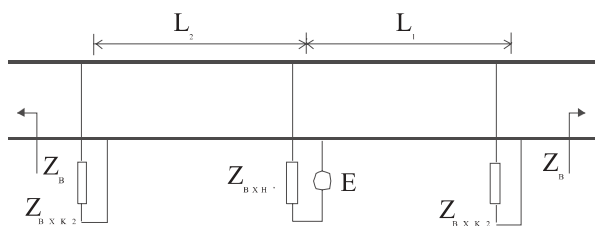
ви линии са заместени с техните вълнови импеданси. Сериозен научен подход към проблема се съдържа в [9] и [12], но изследванията не са доведени докрай, като позволяват определяне на коефициентите на релсовия четириполусник само за нормален режим. Цялостен модел на неограничена релсова верига може да се намери в [2,13,14], а компютърни симулатори в [4,15,16].

Всички посочени по-горе изследвания се отнасят за неограничени релсови вериги с един релееен край. Не са известни публикации, които предлагат математически модел на двустранна неограничена релсова верига, а с предлаганите компютърни симулатори, като правило не може да се изследва коректно чувствителността на релсовата верига към прекъсване на релсовите нишки.

Целта на настоящата работа е да се разработи прецизен математически модел на двустранна неограничена релсова верига, да се анализират основните и режими на работа и да се проведе абстрактен синтез на релсови вериги от този тип.

## 2. МОДЕЛ НА ДВУСТРАННА НЕОГРАНИЧЕНА РЕЛСОВА ВЕРИГА В НОРМАЛЕН РЕЖИМ

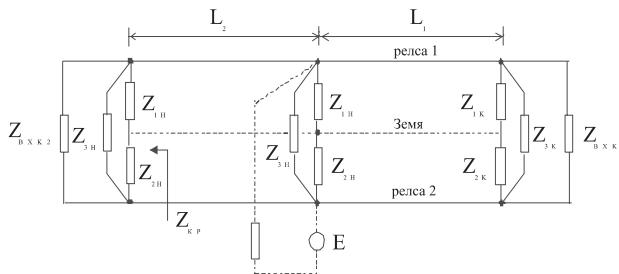
Двустранната неограничена релсова верига има схемата от фиг. 1, където:  $Z'_{ВХН}$  е обратния входен импеданс на общия захранващ край, а  $Z_{ВХК1}$  и  $Z_{ВХК2}$  са входните импеданси на двата релейни края.



фиг. 1 Двустранна неограничена релсова верига

По този начин с един захранващ източник (E) се контролират два пътни участъка – с дължини респективно  $L_1$  и  $L_2$ . В ляво от втория пътен приемник и в дясно от първия има безкрайно дълги линии, чиито входни импеданси ще оказват влияние върху работата на релсовата верига чрез вълновия импеданс  $Z_B$ .

При приемането, че ще бъдат изследвани чувствителностите към шунтиране и прекъсване на пътния участък с дължина  $L_1$ , релсовата верига може да се представи със заместителната схема от фиг. 2.



фиг.2 Заместителна схема на двустранна неограничена релсова верига.

В нея с  $Z_{1к} = Z'_{1Н}$  и  $Z_{2к} = Z'_{2Н}$  са заместени входните импеданси на безкрайно дългите двупроводни линии образувани между релса 1, респективно релса 2 и земя, а с  $Z_{3к} = Z'_{3Н}$  е изразен входния импеданс на безкрайно дългата линия между двете релси. С  $Z_{1н}$ ,  $Z_{2н}$  и  $Z_{3н}$  са изразени аналогичните входни импеданси, но при ограничението, че на разстояние  $L_2$  между двете релси е включен импеданса  $Z_{ВХК2}$ . Съгласно [18], за симетрична релсова верига са в сила равенствата :

$$Z_{1к} = Z'_{1Н} = Z_{1н} = Z_{2к} = Z'_{2Н} = Z_{2н} = Z_{В1}; \quad (1)$$

$$Z_{3к} = Z'_{3Н} = 2Z_{В1}Z_{В2}/(Z_{В1} - Z_{В2}), \quad (2)$$

където  $Z_{В1}$  и  $Z_{В2}$  са вълновите импеданси на релсовата линия при последователно и паралелно свързване на релсите.

Импедансът  $Z_{3н}$  може да се определи чрез  $Z_{рр}$ , представляващ входния импеданс на релсовата линия, разположена отляво на захранващия край и гледана от към точки *a* и *b*.

$$Z_{рр} = Z_B(Z_{кр} \operatorname{ch} \gamma_2 L_2 + Z_B \operatorname{sh} \gamma_2 L_2)/(Z_{кр} \operatorname{sh} \gamma_2 L_2 + Z_B \operatorname{ch} \gamma_2 L_2), \quad (3)$$

където:

$$Z_{кр} = Z_B Z_{ВХК2}/(Z_B + Z_{ВХК2}); \quad (4)$$

$\gamma_2$  е константата на разпространение на релсовата линия при последователно свързани релси.

Като се изходи от факта, че  $Z_{рр}$  по дефиниция е

$$Z_{рр} = (Z_{1н} + Z_{2н})Z_{3н}/(Z_{1н} + Z_{2н} + Z_{3н}); \quad (5)$$

и се отчете равенство (1), за  $Z_{3н}$  се получава следния израз:

$$Z_{3н} = 2Z_{В1}Z_{рр}/(2Z_{В1} - Z_{рр}). \quad (6)$$



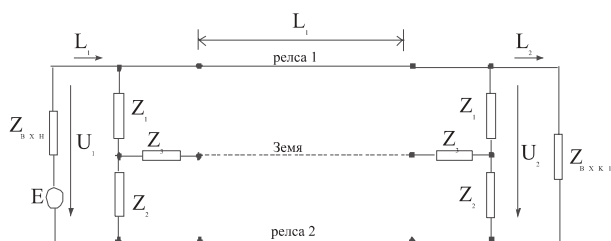
Чрез преобразувания “триъгълник–звезда” заместителната схема на релсовата верига може да се сведе до вида от фиг. 3, където:

$$Z_1 = Z_2 = Z_{1к} Z_{3к} / (2Z_{1к} + Z_{3к}) = Z_{в2}; \quad (7)$$

$$Z_3 = Z_{1к}^2 / (2Z_{1к} + Z_{3к}) = (Z_{в1} - Z_{в2}) / 2; \quad (8)$$

$$Z_1' = Z_2' = Z_{1н} Z_{3н} / (2Z_{1н} + Z_{3н}) = Z_{рр} / 2; \quad (9)$$

$$Z_3' = 0,5(Z_{в1} - 0,5Z_{рр}); \quad (10)$$



фиг. 3 Преобразувана заместителна схема на релсова верига.

При допуснатата асиметрия в релсовата линия през импедансите  $Z_3$  и  $Z_3'$  не протича ток, което означава, че за нормален режим релсовият четириполусник може да се представи по показания на фиг.4 начин, а за коефициентите му да се напишат следните равенства:

$$A_n = A + B/Z_1; \quad (11)$$

$$B_n = B; \quad (12)$$

$$C_n = A/Z_{рр} + C + (B/Z_{рр} + D)/Z_{в}; \quad (13)$$

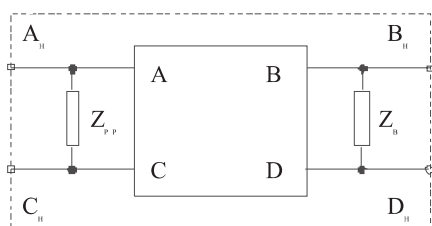
$$D_n = B/Z_{рр} + D, \quad (14)$$

където:

$$A = D = \text{ch } \gamma_2 L_1; \quad (15)$$

$$B = Z_b \text{sh } \gamma_2 L_1; \quad (16)$$

$$C = \text{sh } \gamma_2 L_1 / Z_b; \quad (17)$$



фиг. 4 Модел на релсовия четириполусник в нормален режим.

### 3. МОДЕЛИРАНЕ НА РЕЛСОВАТА ВЕРИГА В ШУНТОВ И КОНТРОЛЕН РЕЖИМ И КРИТИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### 3.1. Шунтов режим

Коефициентите на неограничените двустранни релсови вериги при наличие на шунт със стойност  $R_{ш}$  в пределите на участъка с дължина  $L_1$  могат да се определят с помощта на заместителната схема от фиг.5. Същата е съставена за безкрайно голяма стойност на съпротивлението на изолацията ( $r_u = \infty$ ).

$$A_{ш} = A_{ш1}; \quad (18)$$

$$B_{ш} = B_{ш1}; \quad (19)$$

$$C_{ш} = C_{ш1} + A_{ш1}/Z_1; \quad (20)$$

$$D_{ш} = D_{ш1} + B_{ш1}/Z_1, \quad (21)$$

където:

$$A_{ш1} = 1 + z(L_1 - x)/R_{ш}; \quad (22)$$

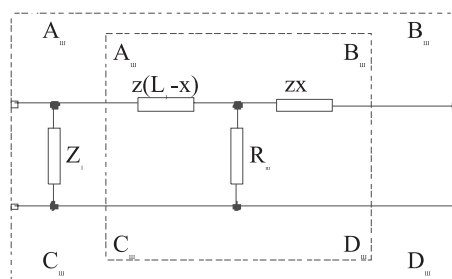
$$B_{ш1} = zL_1 = z^2x(L_1 - z)/R_{ш}; \quad (23)$$

$$C_{ш} = 1/R_{ш}; \quad (24)$$

$$D_{ш} = 1 + zx/R_{ш}; \quad (25)$$

$$Z_1 = zL_2 + Z_{вк2}; \quad (26)$$

$z$  е километричният импеданс на релсовата линия.



фиг.5 Модел на релсовия четириполусник в шунтов режим.

Както е известно [1, 9, 10] шунтовата чувствителност на релсовата верига може да се установи по стойността на критерия  $K_{ш}$ , дефиниран като отношение между токовете в пътния приемник преди и след шунтирането при критични стойности на първичните параметри. Тъй като напрежението на захранващия източник е константно,  $K_{ш}$  се изразява като отношение на съответните импеданси на предаване:

$$K_{ш} = |Z_{пш}| / (N|Z_п|), \quad (27)$$

където:

$$Z_п = A_n Z_{вк1} + B_n + (C_n Z_{вк1} + D_n) Z'_{вхн}; \quad (28)$$

$N$  отразява коефициента на възврата на пътния приемник.

Шунтовия режим е изпълнен, ако за всяко  $x$  е изпълнено неравенството:

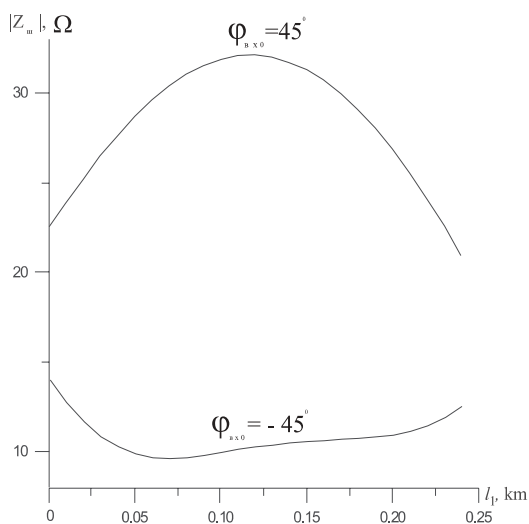
$$K_{ш} \geq 1. \quad (29)$$

При изследване на шунтовия режим на релсовите вериги е важно да се знае предварително кои са точките с критична чувствителност. Най-често това са краищата. В разглеждания



най-общ случай не е възможно да се изведе удобна аналитична чувствителност за координатата с най-лоша чувствителност. Като илюстрация на това твърдение е достатъчно да се погледне фиг.6, на която се вижда характера на разпределението на импеданса  $Z_{\text{пш}}$ , а следователно и на  $K_{\text{ш}}$  по дължината на релсовата линия.

Показаните резултати са за сигнална честота  $f = 750 \text{ Hz}$ ;  $|Z'_{\text{ВХН}}| = |Z_{\text{ВХК1}}| = |Z_{\text{ВХК2}}| = |Z_{\text{ВХ0}}| = 0,5 \Omega$ ; коефициент на повърхностна утечка  $\rho = 9,1$ ;  $L_1 = L_2 = 0,25 \text{ km.}$ ; фази на импедансите в краищата  $\varphi_{\text{ВХН}} = \varphi_{\text{ВХК1}} = \varphi_{\text{ВХК2}} = \varphi_{\text{ВХ0}}$ . Примерът показва, че за прецизната проверка на шунтовата чувствителност, тя следва да се изчислява с малка стъпка по цялата ѝ дължина.



фиг.6 Търсене на точката с критична шунтова чувствителност

### 3.2. Контролен режим

За определяне на коефициентите на релсовия четириполусник при скъсана релса в участъка с дължина  $L_1$  се използват схемите от фиг.7. По аналогия с [1] релсовият четириполусник е разделен на две части  $N_{l1}$  и  $N_{l2}$  – с коефициенти  $A_{l1}, B_{l1}, C_{l1}, D_{l1}$  и  $A_{l2}, B_{l2}, C_{l2}, D_{l2}$ , като коефициентите на целия четириполусник  $A_k, B_k, C_k, D_k$  представляват матричното произведение на коефициентите на съответните четириполусници. За определяне на коефициентите на четириполусника  $N_{l2}$  се търси зависимостта между напрежението и тока в началото му ( $U_1$  и  $I_1$ ) и напрежението и тока в неговия край ( $U_{1c}$  и  $I_{1c}$ ).

Възможност за това дават равенствата:

$$U_1 = U_{1H} - U_2; \quad (30)$$

$$I_1 = U_{1H}/Z'_1 + I_{1H}(1 + Z'_3/Z'_1) + I_{2H}Z'_3/Z'_1, \quad (31)$$

където:

$$U_{1H} = A_1 \text{ch } \gamma_1 l_1 + A_2 \text{sh } \gamma_1 l_1 + A_3 \text{ch } \gamma_2 l_1 + A_4 \text{sh } \gamma_2 l_1; \quad (32)$$

$$U_{2H} = A_1 \text{ch } \gamma_1 l_1 + A_2 \text{sh } \gamma_1 l_1 - A_3 \text{ch } \gamma_2 l_1 - A_4 \text{sh } \gamma_2 l_1; \quad (33)$$

$$I_{1H} = (A_1 \text{sh } \gamma_1 l_1 + A_2 \text{ch } \gamma_1 l_1)/Z_{B1} + (A_3 \text{sh } \gamma_2 l_1 + A_4 \text{ch } \gamma_2 l_1)/Z_{B2}; \quad (34)$$

$$I_{2H} = (A_1 \text{sh } \gamma_1 l_1 + A_2 \text{ch } \gamma_1 l_1)/Z_{B1} - (A_3 \text{sh } \gamma_2 l_1 + A_4 \text{ch } \gamma_2 l_1)/Z_{B2}; \quad (35)$$

$A_1, A_2, A_3$  и  $A_4$  са интеграционни константи, за чието определяне се съставят граничните условия за точките с координати  $x = 0$  и  $x = l_1$ :

$$A_2/Z_{B1} - A_4/Z_{B2} = 0; \quad (36)$$

$$A_2/Z_{B1} + A_4/Z_{B2} = I_{1c}; \quad (37)$$

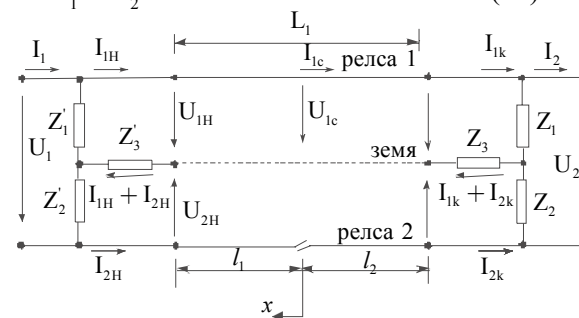
$$A_1 + A_3 = U_{1c}; \quad (38)$$

$$U_{1H} + U_{2H} + (Z'_1 + 2Z'_3)(I_{1H} + I_{2H}) = 0; \quad (39)$$

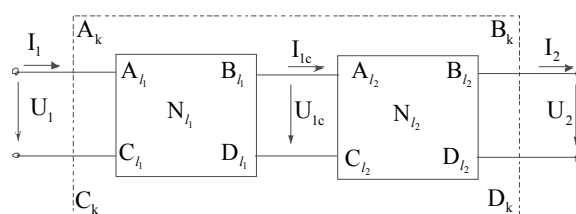
След заместване в (39) на величините  $Z'_1, Z'_3,$

$U_{1H}, U_{2H}, I_{1H}$  и  $I_{2H}$  с техните равни от равенства (9), (10) и (32) ÷ (35) последното добива вида:

$$A_1 + A_2 = 0. \quad (40)$$



фиг. а



фиг. б

фиг.7 Модел на релсовата верига при скъсани релси.

Решението на системата (36), (37), (38) и (40)

е:

$$A_1 = -Z_{B1} I_{1c}/2; \quad (41)$$

$$A_2 = Z_{B1} I_{1c}/2; \quad (42)$$

$$A_3 = U_{1c} + Z_{B1} I_{1c}/2; \quad (43)$$

$$A_4 = Z_{B2} I_{1c}/2. \quad (44)$$

Коефициентите  $A_{l1}, B_{l1}, C_{l1}, D_{l1}$  се определят числено като се избераат две произволни комбинации  $U_{1c}^a, I_{1c}^a$  и  $U_{1c}^b, I_{1c}^b$  за  $U_{1c}$  и  $I_{1c}$ , като  $U_{1c}^a/I_{1c}^a \neq U_{1c}^b/I_{1c}^b$ . За всяка двойка  $U_{1c}^i, I_{1c}^i$  чрез равенства (30) и (31) се определят двойка  $U_1^i, I_1^i$ . По-

лучава се системата:

$$U_1^a = A_{11} U_{1c}^a + B_{11} I_{1c}^a, \quad (45)$$

$$I_1^a = C_{11} U_{1c}^a + D_{11} I_{1c}^a, \quad (46)$$

$$U_1^b = A_{11} U_{1c}^b + B_{11} I_{1c}^b, \quad (47)$$

$$I_1^b = C_{11} U_{1c}^b + D_{11} I_{1c}^b. \quad (48)$$

чието решение дава търсените коефициенти.

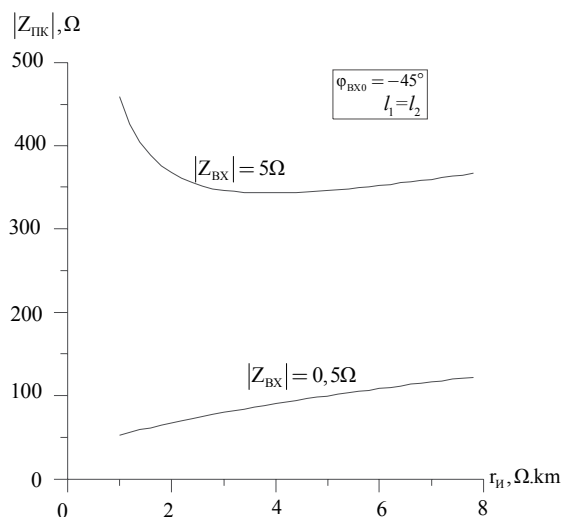
Коефициентите  $A_{12}, B_{12}, C_{12}, D_{12}$  се определят по същия начин, като във всички равенства  $Z'_1$  се заменя с  $Z_1$ ,  $Z'_3$  се заменя с  $Z_3$ , а  $l_1$  се заменя с  $l_2$ . Освен това при матричното умножаване на коефициентите на четириполусниците  $N_{11}$  и  $N_{12}$ , коефициентите  $A_{12}$  и  $D_{12}$  разменят местата си.

Чувствителността на релсовата верига към прекъсване на релсовата нишка се определя с критерия:

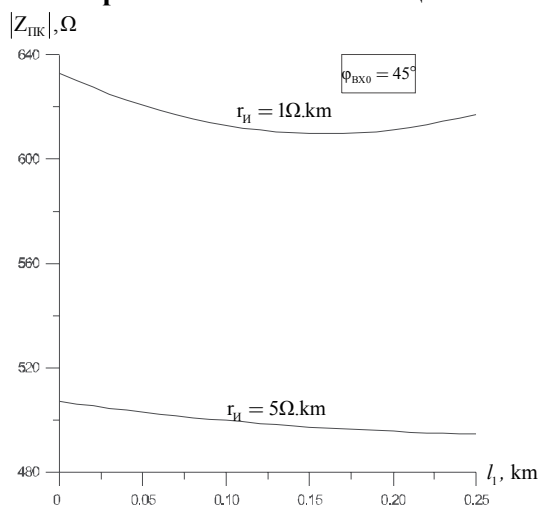
$$K_k = |Z_{пк}| / (|N| |Z_{п}|), \quad (50)$$

където:

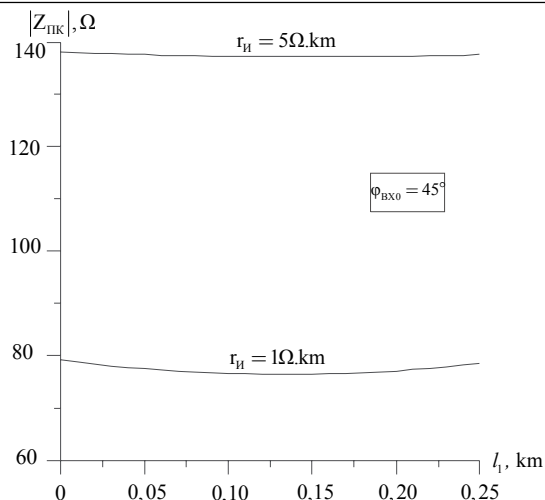
$$Z_{пк} = A_k Z_{вкк1} + B_k + (C_k Z_{вкк1} + D_k) Z'_{вхн}; \quad (51)$$



фиг. 8 Зависимост на  $|Z_{пк}|$  от съпротивлението на изолацията



фиг.9 Разпределение на чувствителността към прекъсване за  $|Z_{вх0}| = 5 \Omega$ .



фиг.10 Разпределение на чувствителността към прекъсване за  $|Z_{вх0}| = 0.5 \Omega$ .

За осигурена чувствителност на релсовата верига към прекъсване е необходимо:

$$K_k \geq 1 \quad (52)$$

за всяка точка от дължината и за всяка стойност на съпротивлението на изолацията.

Проведените примерни изчисления за  $f = 750\text{Hz}$ ;  $p = 9,1$ ;  $L_1 = L_2 = 0,25\text{km}$ . (фиг.8, фиг.9 и фиг.10) показват че:

1) Критичното съпротивление на изолацията в контролен режим може да е по-малко или по-голямо от минималната му стойност.

2) Чувствителността към прекъсване има минимална стойност в рамките на релсовата верига, без да може да се твърди, че съвпада с краищата или средата ѝ.

3) Горните два извода показват, че и в контролен режим изследването трябва да се прави за голям брой точки, с малка стъпка, като за всяка от точките числено се определи критичното съпротивление на изолация.

#### 4. АБСТРАКТЕН СИНТЕЗ НА ДВУСТРАННА НЕОГРАНИЧЕНА РЕЛСОВА ВЕРИГА

Задачата на абстрактния синтез е да се определи максималната дължина на релсовата верига и се намерят най-подходящите стойности на импедансите в краищата ѝ. За опростяване на задачата ще бъде прието, че:  $Z'_{вхн} = Z_{вкк1} = Z_{вкк2} = Z_{вх0}$ ;  $L_1 = L_2$ . Алгоритъмът за синтез предвижда следните стъпки:

- задаване на начални параметри:  $f, z, r_{\text{umin}}$

$R_{sh}, p, N;$

- задаване на масив от стойности на  $\Phi_{вх0}$ ;
- за всяка стойност на  $\Phi_{вх0}$  се задава масив от стойности на  $|Z_{вх0}|$ ;
- за всяка стойност на  $|Z_{вх0}|$  се задава начална стойност на  $L_1$ ;
- за тази стойност на  $L_1$  се определят критичното място на скъсване, критичното съпротивление на изолацията за това място, стойността на  $K_k$ . Ако  $K_k \geq 1$  се определя точката с критична чувствителност към шунт. Ако за стойността на шунтовата чувствителност в критичната точка е изпълнено  $K_{ш} \geq 1$  се увеличава стойността на  $L_1$ . Този процес продължава до стойността на  $L_1$ , за която едното от двете условия  $K_k \geq 1$  и  $K_{ш} \geq 1$  се наруши. За максимална дължина на релсовата верига се приема предишната стойност на  $L_1$ , за която са били изпълнени и двете условия.

Част от резултатите от прилагането на горния алгоритъм (за  $f = 750\text{Hz}$ ) може да се видят в таблица 1.

По така описаната методика е проведен абстрактен синтез за релсовите вериги използвани в Софийския метрополитен. Стойностите на импедансите в краищата им бяха определени експериментално и са съответно:  $Z'_{вхн} = 0,11384e^{j4,707}$  и  $Z_{вхк1} = Z_{вхк2} = 0,2402e^{j6,0192}$ . Установено бе, че максималната им дължина е

$r_{\text{min}}, \Omega \cdot \text{km}$	$R_{sh}, \Omega$	$p$	$Z_{вх0}, \Omega$	$L_{\text{max}}, \text{km}$
1	0,06	0	$0,3e^{-j45}$	1,475
		1	$0,4e^{-j45}$	1,75
		10	$(0,9 \div 1,3)e^{-j45}$	1,975
	0,25	1	$0,8e^{-j45}$	0,95
		10	$0,8e^{-j45}$	0,95
		2	0,06	1
10	$(1,3 \div 1,8)e^{-j45}$			3,125
0,25	1		$1,1 \div 1,4e^{-j45}$	1,725
	10		$(1,1 \div 1,4)e^{-j45}$	1,725

1,625km. при  $r_u = 2 \Omega \cdot \text{km}$ .

Таблица 1.

## 5. ОБОБЩЕНИЯ И ИЗВОДИ

В резултат на направените изследвания е създаден цялостен математически четириполюсен модел на двустранна неограничена релсова верига. С този модел може да се анализира ра-

ботата на релсовата верига в трите основни режима на работа. Същият модел може да се използва успешно за определяне на максималната дължина на релсовата верига и оптималните импеданси в краищата ѝ. Проведените изчисления показват, че използваните в практиката релсови вериги от този тип имат значително по-големи неизползвани възможности, които могат да се използват за поевтиняване на пътното оборудване на осигурителните системи в железопътния транспорт.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Брылеев, А. М., Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков. Теория устройство и работа рельсовых цепей. М., Транспорт, 1978.
- [2] Nedelchev, N. Jointless track circuit length. IEE Proc.-Electr. Power Appl., vol.146, №1, January 1999, 69 – 74.
- [3] Fricke, H., H. Schuck, H. Uebel. Vergrößerung der Wirklänge isolierstossloser Gleisstromkreise ETR: Eisenbahntechn. Rdsch., 1990, 39, (3) 151 – 154.
- [4] Deth, F. V. The SNCF new approach to track circuits. Proc. IRSE 1992–1993, 52 – 67.
- [5] Circuit do voie sans joints universal – CSEE, Paris, 1980.
- [6] Grose, B.H. Jointless Track Circuits and Electrified Railways. Proc. Inst. Electr. Eng. 1972, 110 – 126.
- [7] Norton, D.J, L. S. Lawrence. Blockjointless Track circuit. Proc. Inst. Electr. Eng. 1975, 111 – 123.
- [8] De Vilder, F., Train detection system, European Railway Signalling A&C Black, London, 1995, 121 – 142.
- [9] Брылеев, А. М., К. Ф. Котляренко, Электрические рельсовые цепи. М., Транспорт, 1970.
- [10] Nenov, I., N. Nedelchev, R. J. Hill. Railway track circuit optimization using two-port network analysis. Proceedings of Second international conference on Modern supply systems and drives for electric traction, Warsaw, Poland, 5-7 October 1995, 217-221.
- [11] Frielenghaus, K. F. Contingencies in the design of the audio track-circuit. Rail Engineering International, vol.4, №4, May 1974, 182–188.
- [12] Брылеев, А. М., Ю. И. Полевой. Обобщенная методика расчета неограниченных рельсовых цепей. Труды МИИТ-а, 584., М., 1978, 98 – 104.
- [13] Nedelchev, N., Mathematical determination

of broken rail sensitivity of jointless track circuit. Rail Engineering International Edition 1999 №1, 5 – 8.

[14] Nedelchev, N., I. Nenov. Determination of the maximum length of jointless track circuits, 4<sup>th</sup> International Scientific Conference of Railway Experts, Vrnjacka Banja, Yugoslavia, 2–4 Octobre 1997, 92–96.

[15] Hill, R. J., M. L. Berova. A simulation Tool for formal Design of Audio Frequency track circuits, Session 5, IRSE International Conference ASPECT '95, London, 25 – 27 Sept. 1995, 1 – 10.

[16] Hill, R. J., P. C. Coles, A user–friendly simulator for modeling audio frequency track

circuit operation – Proc. 1993 IEEE/ASME Joint Railroad conference, Pittsburgh, 6 – 8 April 1993, 77-86.

[17] Hill, R. J., M. L. Berova. Computer modeling and simulation of jointless audio–frequency track circuit. Proceedings of 4<sup>th</sup> international conference on Computer aided design, manufacture, and operation in the railway and other mass transit systems: COMPRAIL 94, 7–9 September 1994, Computational Mechanics Publication, Madrid, Spain 499–506.

[18] Nedelchev, N. Mathematical determination of track input impedances for signaling and traction power systems. Rail Engineering International. Edition 1998 №2, 8–11.

### **Библиотечно-информациона 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.

### **Електронно изчислителен център (ЕИЦ)**

Електронно изчислителния център към ВТУ”Т.Каблешков” осигурява условия за високо-ефективна учебна дейност, и провеждане на научни изследвания в областта на информационните технологии от преподаватели и студенти на ВТУ, поддържа информационното обслужване относно студентите, преподаватели, служители и други въпроси, поддържа вътрешната информационна мрежа от компютри софтуерно и хардуерно. Поддържа библиотека от лицензирани програмни продукти. Осигурява подържането и развитието на Интернет сървър на ВТУ. Училището разполага със съвременна компютърна техника, която е разположена в шест зали на ЕИЦ, свързани в локалната училищна мрежа. От всички компютри има достъп до Internet. Студентите се обучават на текстообработка, електронни таблици, бази данни, графичен интерфейс, компютърни системи и мрежи, и програмиране с алгоритмични езици. В тези зали се провеждат занятия по специални дисциплини, за които е необходима компютърна техника. Тук се разработват курсови проекти, курсови задачи и дипломни работи. Личните компютри на студентите, които са настанени в общежитията към училището, също са свързани към училищната мрежа, като имат възможност да използват всички предоставени ресурси, включително и Internet.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРОБЛЕМИ НА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА ОБУЧЕНИЕ И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ВЪВ ВТУ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ”

Ненчо Ненов, Евтим Горанов, Бенислав Ванев

#### АНОТАЦИЯ

*Качеството в последните години се явява като най-важния императив на времето, отнасящ се до всички области на живота, в това число и в образованието. Докладът представя едно виждане за възможностите и пътищата на разработване и внедряване на система за управление на качеството (СУК) във ВТУ “Т. Каблешков” съгласно европейските стандарти ISO 9000.*

**Ключови думи:** Стандарти по качеството, Система за управление на качеството, Мениджмънт, Реинженеринг, Политика и цели по качеството.

#### 1. УВОД.

Основна задача на националната техническа инфраструктура (университети, технически институти и училища, изследователски и информационни центрове и др.) в пазарна среда [5] е да доставят знания и квалифицирана работна сила за различните сектори на икономиката. Качеството на “продукцията” на тази инфраструктура, разгледано като съвкупност от присъщи характеристики, които удовлетворяват изискванията на потребителите е фактор, който в значителна степен определя конкурентноспособността на която и да е организация, от която и да е област на икономиката. Оценката, която дават потребителите на знанията и на специалистите, като продукция на всеки университет, институт и т. н., е изключително важна за неговото прогресивно развитие. Това пра-

ви проблемите на качеството на обучение и изследователската дейност особено актуални за ВТУ “Т. Каблешков”. Според Европейската харта за качеството [1], то е:

- **цел**, защото за да бъдат конкурентноспособни, съответните организации, в т.ч. висши училища трябва да отговарят на нуждите и очакванията на потребителите;

- **методология**, която предполага проявата на инициатива и загриженост за потребителя, чрез мотивация и отговорност на хората в организацията;

Нашата задача е да разгледаме някои проблеми на качеството и неговото управление във ВТУ “Т. Каблешков” като цели и методология, с което да се разкрият възможности за увеличаване на неговия престиж и бъдещо развитие. Основа за това ще бъде разработването и внедряването на система за управление на ка-

чеството в съответствие с международните стандарти ISO 9001/2000 и ISO 9004/2000.

## 2. СИСТЕМЕН (ПРОЦЕСЕН) ПОДХОД КЪМ ПРОБЛЕМИТЕ НА КАЧЕСТВОТО.

За да функционира ефективно всяка организация трябва да определи своите цели и да идентифицира и управлява множество от дейности (процеси).

Системният подход предполага от една страна всеки процес да бъде идентифициран с неговите цели, входове и изходи, предавателни функции, обратни връзки и др. системни характеристики, а от друга да се определи взаимодействието между процесите и тяхното управление (мениджмънт) [2].

Естествено, че мениджмънтът на различните организации е различен – в крайна сметка мисията определя стратегията, а стратегията определя структурата, планирането, управлението и контрола на дейностите. Има разлика между управлението на производствена фирма и висше училище. Но разликите са повече в начините на прилагане, отколкото в принципите. “Дори задачите и предизвикателствата си приличат” [2].

Приемането на тази постановка ни позволява към проблемите на ръководството (менидж-

мънта) на ВТУ, в т.ч. и към проблемите на управлението на качеството да подходим с общите принципи на теорията на мениджмънта, доколкото тя съществува. Към управлението на качеството и на процесите, които го определят трябва да се подходи от гледна точка на тяхното планиране, организация и контрол (управление).

Системният подход изисква:

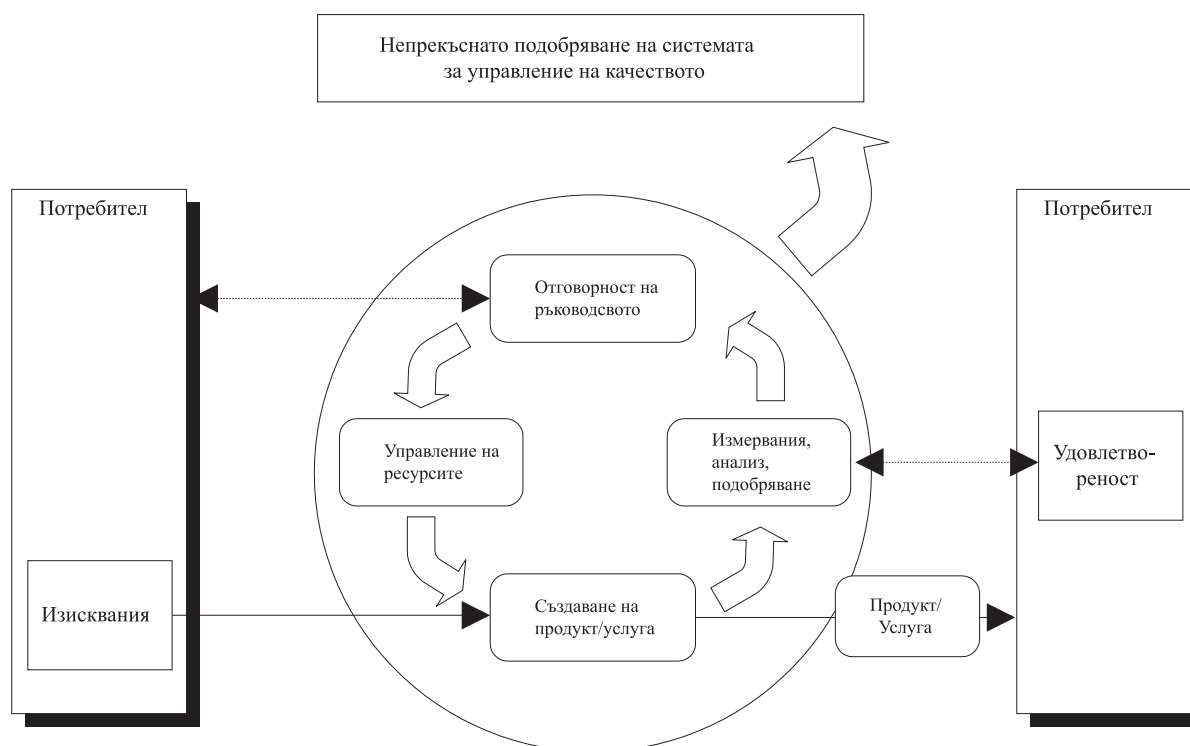
- разбиране и удовлетворяване на изискванията на потребителите;
- определяне на целите;
- производителност и ефективност;
- подобряване на системата и процесите.

Прилагането на тези основни принципи предполага да се отчитат задълбочено и спецификата на организацията – ВТУ и на процесите, които протичат в нея. Стандартите ISO трябва да се разглеждат като рамка за разработване и внедряване на специфична система за управление на качеството.

## 3. СТРУКТУРЕН МОДЕЛ НА СИСТЕМАТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО.

На Фиг. 1 е показан структурен модел на базова СУК според стандартите ISO 9000 [4].

Основни продукти/услуги на ВТУ “Т. Каблешков” са:



Фиг.1. Модел на система за управление на качеството



- квалифицирани специалисти в областта на транспорта;

- знания, реализирани в проекти, изследователски отчети, монографии, учебници, статии, доклади, модели, образци, системи и др.

Основни потребители (клиенти) на резултатите от дейността на училището са:

а) Стопански организации (фирми)

- БДЖ;
- Градски транспорт;
- Метрополитен;
- БТК и подразделения;
- пътностроителни фирми;
- охранителни фирми и др.

б) Студенти

Доколкото понятието “потребител” се свързва с формирането на “изисквания” и “удовлетвореност” от продукта, следва да разгледаме държавата, респективно нейните изпълнителни органи – МОН, МТ, ВАК и др. като специфични потребители.

Този въпрос, обаче, подлежи на допълнително разглеждане.

Във ВТУ “Т. Каблешков” се извършват две основни взаимодействащи си дейности (процеси), свързани със създаването на основния продукт: обучение на специалисти и научноизследователска и развойна дейност (НИРД). Поради тяхната специфика, независимо от това, че те използват общи ресурси и много тясно си взаимодействуват, се предлага в процеса на проектиране на СУК основният модел да се декомпозира на два субмодела (Фиг.2), а именно:

- модел “обучение” и
- модел “научноизследователска и развойна дейност”.

Вътрешната структура на тези два субмодела е идентична със структурата на основния модел.

Съвсем накратко ще опишем основните процеси в моделите, не за да повтаряме стандарта, а за да дадем някои насоки за отчитане на спецификата на ВТУ в процеса на разработване и внедряване на СУК. Необходимо е силно да се подчертае, че всеки процес трябва да се планира, организира и контролира.

#### “Отговорност на ръководството”.

Висшето ръководство на ВТУ трябва да демонстрира своята готовност да изпълни изискванията на потребителите на своя продукт/услуга, като:

а) създаде постоянно действаща среда за запознаване с изискванията на потребителите

и тяхното удовлетворяване;

б) създаде и провежда политика и цели по качеството;

в) организира създаването и внедряването на СУК, извършване на прегледи, осигуряване на ресурси.

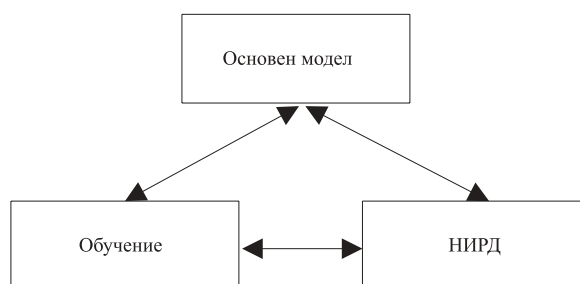
За целите на разработката на СУК трябва да се определят представители на ръководството на всички нива (ректорат, деканати, катедри), които независимо от другите си отговорности да имат дефинирани правомощия за внедряването, поддържането и подобряването на тази система.

#### “Управление на ресурсите”.

Основен ресурс във ВТУ е човешкият. Особено внимание трябва да се отдели на процедурите за назначаване, квалификация, повишаване (в т.ч. хабилитиране) на преподавателския състав.

Инфраструктурата (сгради, лаборатории, информационни средства и др.) трябва да се поддържа и обновява.

Особено внимание трябва да се отделя на работната среда и информацията.



Фиг.2 Подмодела на система за управление на качеството

#### “Създаване на продукта”.

Можем да определим следните частични процеси:

- процеси, свързани с потребителя (проучване на изискванията, комуникация с потребителя, относно неговата удовлетвореност);
- процеси на проектиране и разработване на учебни планове и програми, учебници и учебни помагала и др., свързани с обучението, както и на научноизследователски и развойни проекти;
- процеси, свързани с приема на студенти и избор на тематика и поръчки за НИРД;
- основни процеси на обучение и НИРД, в

т.ч. валидиране (оценка) на продуктите и управление на несъответствията

Тези процеси ще бъдат специфицирани допълнително в рамките на субмоделите “обучение” и “НИРД”.

#### **“Измерване, анализ и подобряване”.**

Трябва да се създаде система, осигуряваща непрекъснато прогресивно развитие на ВТУ чрез формиране на стъпки за подобряването на всички дейности, в т.ч. и на СУК.

### **4. СПЕЦИФИЧНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО И ФУНКЦИОНИРАНЕТО НА ВЪВ ВТУ.**

ВТУ “Т. Каблешков” се характеризира с наличието на активни елементи, с недетерминирани характеристики в структурата на организацията: студенти, преподаватели, както и със значителна сложност на процесите и на обучение, и на НИРД. Ще отбележим само някои от характеристиките на потребителите, ресурсите и процесите в училището:

#### **а) Студенти.**

Студентите заемат особено място в показния общ структурен модел на ВТУ. От една страна те се явяват “вход” на системата за обучение, която за периода на обучение превръща студента в квалифициран специалист. Квалифицираният специалист е в този смисъл “продукт” на тази система. Качеството на този продукт зависи съществено и от активността на студента в процеса на обучение.

Доколкото студентите са също заинтересована страна (активни елементи), те са и потребител на “услуга” от страна на ВТУ като организация. Между организацията и студентите следователно съществуват сложни отношения на взаимодействие, конфликти и др., които трябва оптимално да се идентифицират и управляват, за да могат да се изпълнят общите цели на организацията. За разлика от материалите, студентите са активен елемент и в процеса на придобиване на знания тяхното участие е решаващо.

#### **б) Преподаватели.**

Мотивацията, компетентността и престижът на преподавателите определят в значителна степен качеството на изходния продукт, както и престижа на организацията. Разработването на процедури за управление на този специфичен

ресурс е трудна, но не невъзможна задача.

#### **в) Сложност на процесите.**

Участието в процесите на активни елементи с недетерминирани характеристики налага за тяхното управление да се използват методи на самоорганизация, теория на мотивацията и др. Високата степен на специфичност не трябва да бъде източник на скептицизъм за успеха на СУК, а по-скоро мотив за висока ангажираност и търсене на адекватни методи и процедури за управление.

### **5. ОРГАНИЗАЦИЯ НА РАЗРАБОТВАНЕТО И ВНЕДРЯВАНЕТО НА СУК.**

За разработването и внедряването на СУК във ВТУ трябва да се създаде организация, която отчита сложността и спецификата на обекта и процесите, които протичат в него. Можем да препоръчаме да се изгради специфична структура за управление на проекта на три нива: координационен съвет, проектен екип, работни групи.

#### **Координационен съвет.**

Планира, организира и контролира изпълнението на проекта. Събира се не по-рядко от един път месечно. В състава се включват ректора (или упълномощен от него представител), ръководителите на проекта от страна на консултанта и ВТУ, други специалисти, ангажирани с разработването и внедряването.

#### **Проектен екип.**

Осигурява текущото управление на изпълнението на проекта в неговите отделни направления, като: обучение, НИРД, създаване на продукта, ресурси, спомагателни процеси и т.н. Ръководи се от ръководителя на проекта от страна на ВТУ и включва ръководителите на работни групи и консултанти.

#### **Работни групи.**

Създават се за относително обособени части на системата. Броят на членовете зависи от дълбочината и сложността на задачите и може да се променя периодично. Групите отговарят за подобряването на процесите и тяхната реализация в системата.

Основните отговорности на ръководителите

на проекта, са както следва:

**а) Ръководител на проекта от консултантската фирма.**

Основната му отговорност е да осигури изпълнението на задълженията на консултантската фирма към ВТУ. Той е отговорен за ежедневното изпълнение на проекта и докладва на Координационния съвет за неговото развитие. Основните дейности, които изпълнява са:

- контролира изпълнението на план-графика;
- контролира развитието на проекта и резултатите от работата;
- разпределя задачите по проекта;
- подготвя и провежда работни срещи на проектните екипи;
- управлява създаването на документацията;
- планира и координира изпълнението на програмите за обучение на потребителите.

**б) Ръководител на проекта от ВТУ.**

ВТУ определя вътрешен ръководител на проекта със следните права и отговорности:

- създава организация за изпълнението на проекта;
- да организира взаимодействието между ВТУ и консултантската фирма;
- планира, организира и контролира изпълнението на задачите по всички фази на проекта;
- организира срещите на работните групи;
- осигурява и отговаря за решаването на текущите проблеми, възникнали в хода на изпълнението на проекта;
- осигурява всички данни, необходими за разработката на системата.

Успешна работа по разработката и внедряването на СУК е възможна само при активно въвлечение на ръководството и специалистите от ВТУ в този процес.

**6. ЕФЕКТИВНОСТ И ЕФИКАСНОСТ НА СУК.**

От разработването и внедряването на СУК могат да се очакват:

- резултати във ВТУ;
- резултати навън от ВТУ.

**Резултати във ВТУ.**

Идентифицирането и управлението на основните и спомагателните процеси във ВТУ на основата на документираните (формализирани) про-

цедури, работни инструкции и др. документи намалява неподредеността в организацията, намалява грешките, увеличава удовлетвореността на персонала и студентите от съвместната им работа. Повишаването на квалификацията на преподавателите в областта на качеството и неговото управление ще даде импулс за обучение и на студентите по тези проблеми, както в специализирани курсове, така и във всички останали.

**Резултати навън от ВТУ.**

Внимателното отношение към изискванията на потребителите и тяхната удовлетвореност от продукта и услугите с по-високо качество увеличава престижа на ВТУ и доверието към него. Това се отразява на неговата конкурентноспособност, на възможността да набира способни и мотивирани студенти и преподаватели и да привлича средства за усъвършенстване на инфраструктурата и работната среда.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Чрез разработването и внедряването на СУК във ВТУ "Т. Каблешков" на "реинженеринг" и преосмисляне ще се поставят всички основни процеси и тяхното взаимодействие [3]. Системният подход [5] в тази дейност, използването на новите информационни технологии, както и мотивирането и ангажирането на научния потенциал на училището ще осигури ефективна система за управление на качеството и чрез нея повишаване на конкурентноспособността, привлекателността и престижа на ВТУ.

**ЛИТЕРАТУРА.**

- [1] Европейска харта за качеството. Сдружение "Клуб 9000". Бюлетин за актуална информация за качеството. Кн.1/1999 год.
- [2] Драмър П. Мениджмънт. Предизвикателствата през XXI век. Издателство "Класика и стил" ООД, София. 2000 год.
- [3] Хамър М., Джейли Ч. Реинженеринг на икономиката. ЦКП. София, 1995 год.
- [4] ISO 9000, Стандарти.
- [5] Ванев Б., Горанов Е. Проблеми на инженерното проектиране и изследователската дейност при прехода към пазарна икономика. Сборник доклади ВВТУ, 1995 год.

## **МУЗЕЙ**

Училището разполага с малка музейна експозиция - документи, снимки, инструменти, униформи и други автентични експонати свидетелстват за нелекия, 80 годишен път на развитие и структурни промени на ВИСШЕТО ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ “Тодор Каблешков”.

## **ФОНДАЦИЯ ‘ТОДОР КАБЛЕШКОВ’**

### **Същност, цели и задачи**

Фондация “Тодор Каблешков” е доброволна обществена фондация на български и чуждестранни физически и юридически лица, която си поставя за цел да популяризира живота и делото на Тодор Каблешков.

### **Имущество и източници за набиране на средства**

За постигане на своите цели фондацията натрупва основен паричен фонд.

### **Управление**

Фондацията се управлява от общо събрание на дарителите и избран от него изпълнителен орган - Управителен съвет.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕТО НА ВЛАКОВЕТЕ ПРИ НАЛИЧИЕ НА ЕДИН ВЛАК В МЕЖДУГАРИЕТО

Иван Ненов, Маргарита Георгиева

#### АНОТАЦИЯ

*Целта на настоящата научна работа е, като се използват пътните електронни датчици, да се разработят интерфейсни модули за предаване на информацията и установяване на блокировъчни зависимости между две гари чрез системата GSM – R. Предлаганата система ще позволява организирането на движението в междугарията при наличието на един влак и ще отговаря на Европейските стандарти на ERTMS/ETCS.*

**Ключови думи:** GSM-R, ERTMS/ETCS.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

В железопътния транспорт за осигуряване безопасността на движението на влаковете в междугарията се използва пътна блокировка, която създава такава блокировъчна зависимост между изходните сигнали на двете съседни гари, че те могат да разрешават излизане на влак само, когато съответното междугарие е свободно. В съществуващите системи тези блокировъчни зависимости се създават обикновено от първокласни релета конструктивно оформени в релейни групи с линейна и местна схеми. Връзката между гарите се осъществява чрез симетрични медни кабели или оптични кабели.

В Българските железници в над 85% от междугарията безопасността се осигурява от релейна полуавтоматична блокировка, която функционира от около 40 години и е необходимо нейното обновяване и усъвършенстване. През последните години се правят частични модификации чрез използване на броячи на оси тип 6221-A3 на фирмата “ALCATEL” за осигуряване на обективен контрол за свободност на междугарията и премахване на субективния фактор при оценката за цялостното пристигане на влака в

гарата. Полагането на оптични кабели по основните железопътните магистрали в нашия железопътен транспорт налагат преустройството на релейната полуавтоматична блокировка за работа и по новата преносна оптична система. В момента в страната се провеждат теоретични и лабораторни изследвания за създаване на пътна блокировка за работа по оптичен канал. Същите се провеждат и в катедра “СОТС” на ВТУ – Тодор Каблешков” [3] и в Базата по вагоностроене към НК “БДЖ”. Поради недостатъчни средства фирмата НК “БДЖ” /Железопътна инфраструктура/ не е възложила оборудването на конкретен участък и процесът на обновяване на съществуващата система се забавя. Освен това при реконструкция на главните магистрали и по-конкретно на участъка Пловдив – Свиленград се предвижда изграждането на автоматизираната система ”ERTMS/ETCS”.

Въз основа на този кратък анализ за състоянието на системите, осигуряващи безопасността на движението на влаковете в междугарията на нашия железопътен транспорт, опитът в страната и чужбина за модернизиране на тези системи, в настоящата научна работа е поставена задачата да се разработи нова система, отгова-

ряща на европейските норми и стандарти, заложени в системите "ERTMS/ETCS" и "GSM-R".

При разработването на системата се отчита, че пропускателната способност на железопътните направления е динамичен параметър и в условията на действаща пазарна икономика силно зависи от вътрешната и международна конюнктура. Известно е, че пропускателната способност, зависи и от устройствата и системите за регулиране на движението на влаковете и осигуряване безопасността. До сега са използвани системи с допускане в междугарieto на един влак /полуавтоматични пътни блокировки/ и движение на повече влакове /автоматични блокировки с фиксирани или динамично изменящи се блок – участъци/. Недостатък на този принцип е, че преминаването от единия тип система към другия е свързано със значителни капиталовложения.

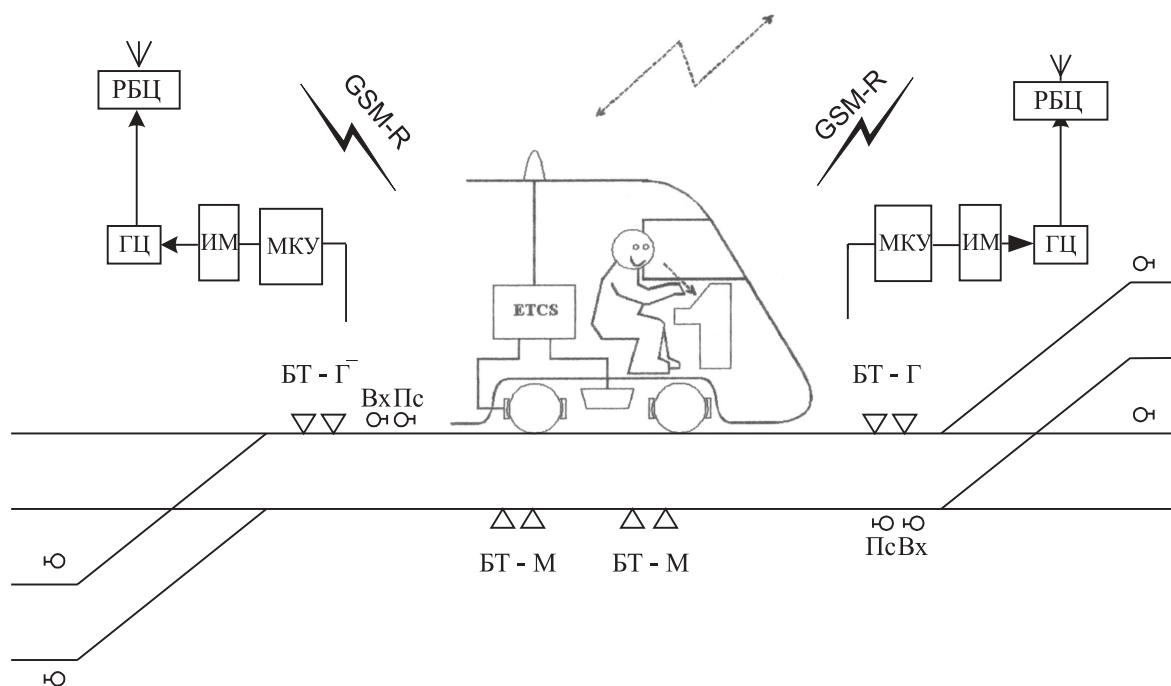
Предлаганата система по принцип е структурирана така, че позволява няколко алгоритъма на работа, с които да се реализира променлива пропускателна способност на участъците, в зависимост от нуждите на експлоатацията за определени периоди от време.

Двата варианта на блоковата схема са показани на фиг.1 и фиг.2.

В предлаганата комплексна система се използват системите ETCS – ниво 2 и GSM – R, които са стандартизирани и лицензирани от Европей-

ската общност за внедряване в жп администрациите на Европейските държави. По системата ETCS се определя местоположението на влака, а чрез системата GSM – R между подвижния състав и радиоблок центъра, разположен в гарите. В управляващия част се определя минималното безопасно разстояние между влаковете и се регулира скоростта на влака, така че да не се създават конфликти ситуации и да се използват оптимално възможностите на пътя и подвижния състав.

На фиг.1 е показан вариант, когато вместо пътни индуктори /ПИ/ (бализи) се използват броячни точки – задължителни на входа на гарата и допълнителни в междугарieto, в зависимост от изискването за постигане на определена пропускателна способност /един или повече влакове в междугарieto/. Броячните точки позволяват да се контролира дали в съответните участъци няма останали вагони, и второ да се фиксира местоположението на влака. Не могат да се използват ПИ (бализи), т.к. те фиксират само преминаването на влак без да се контролира целостта му т.е. дали са преминали всички вагони. Броячните точки в гарите и междугарията са свързани с компютърно (микропроцесорно) устройство в гарата, което чрез радиоблок центъра и GSM-R системата осигурява необходимата информация за безопасно движение на влаковете. По този начин се постига поставената задача за конфигуриране на комплек-



Фиг. 1 Комплексна система с използване на броячи на оси

сна система, осигуряваща променлива пропускателна способност.

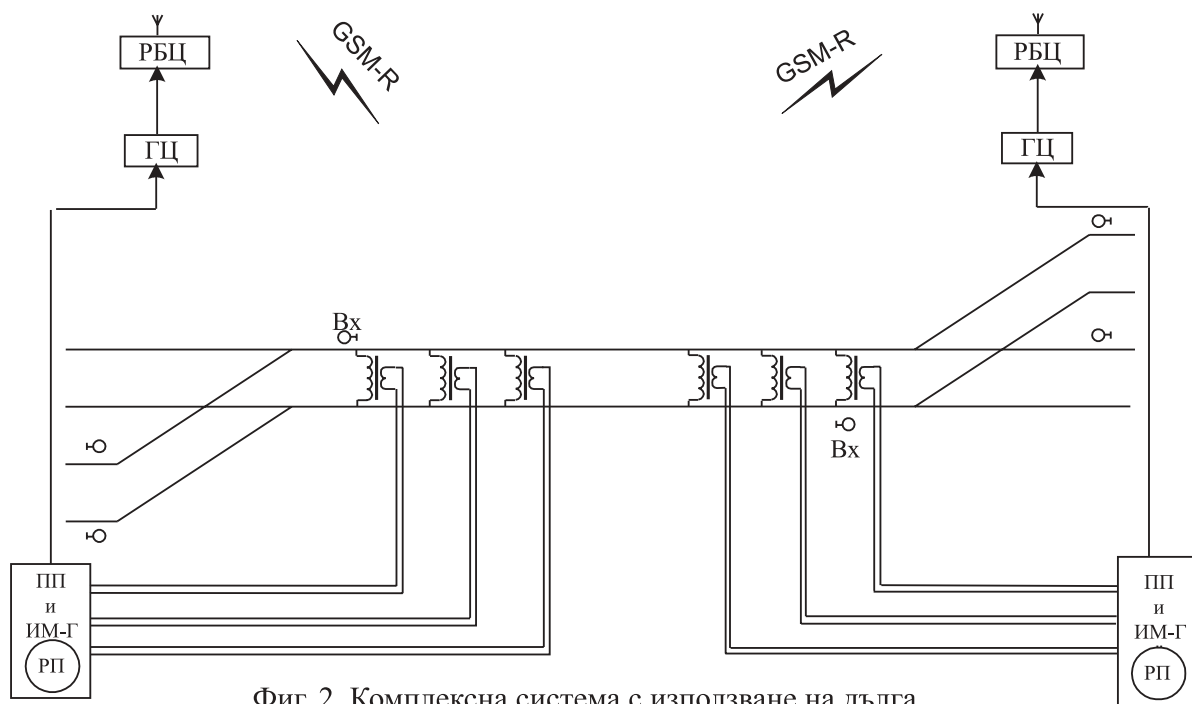
Главните компоненти на системата са:

- РБЦ – радиоблок център;
- ГЦ – гарова централизация;
- ИМ – интерфейсен модул;
- БТ-Г – броячна точка – гара;
- БТ-М – броячна точка междугарие;
- ПУ – пулт за управление;
- МКУ – микрокомпютърно устройство

На фиг.2 е показан вариант, когато в междугарията са използвани неограничени релсови вериги с централно разположение на апаратурата. С помощта на тези релсови вериги се осъществява непрекъснат контрол в реално време за състоянието на изправността на железния път и фиксиране местоположението на влака Л2.

търа и системата GSM-R се реализира безопасно движение на влаковете, разграничени на оптимално – минимално разстояние. По такъв начин и при този вариант се реализира променлива пропускателна способност, която може да се променя според нуждите на железопътната администрация. Предимството на този вариант се състои в това, че се контролира състоянието и изправността на железния път в реално време и не се допускат конфликтни ситуации.

За осигуряване на практическа реализация на предлаганата комплексна система в катедра “СОТС” на ВТУ “Т.Каблешков” се разработват интерфейсни модули за осъществяване на връзката между стандартната система GSM-R и гаровото броячно устройство. Разработва се и интерфейсен модул за връзка между приемо –



Фиг. 2 Комплексна система с използване на дълга релсова верига

Възможни са два алгоритъма на работа:

При първия информацията се предава от пътя на локомотива и от там чрез системата GSM-R се осигурява минималното безопасно разстояние между влаковете и допустима скорост на движение на същите.

Вторият алгоритъм на работа използва информацията от релсовите вериги, предадена в гарите и фиксирана от състоянието на пътните приемници. Тази информация се декодира от гаровата централизацията и чрез радиоблок цен-

предавателната апаратура на неограничените релсови вериги и гаровата централизация.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение трябва да се отбележи, че предлаганата комплексна система има универсален характер, използва лицензираните Европейски системи ”ERTMS/ETCS”- ниво 2 и “GSM-R” и позволява да се реализира променлива пропус-



кателна способност според нуждите на експлоатацията без системни промени. По този начин отпада необходимостта от изграждане на линейни системи от типа на полуавтоматичната блокировка и автоматичната блокировка с или без пътни сигнали. Това е особено важно за българските железници, където системата РПАБ трябва да се преустройва и усъвършенства (навярно изграждане на нова релейна система), а автоблокировката действа на ограничен участък и трябва да се изгражда на новите (реконструирани) ж.п. участъци. Предлаганите два варианта на комплексна система позволяват на железопътната администрация да реализира попълно своите изисквания.

Предлаганата комплексна система може да се стандартизира (лицензира) за внедряване и в други европейски железници. Необходимо е НК “Железопътна инфраструктура” да предостави и финансира изграждането на един участък, да оцени резултатите и евентуално да даде съгласие за внедряване в българските железници.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

- [1] Аркатов В.С; Ю.А. Кравцов, Рельсовые цепи, Транспорт, Москва, 1990.
- [2] Georgieva M, I.Nenov, Railroad Interlocking Using Counters of Axes, “The Transport Of The 21<sup>st</sup> Century”, Warshawa,2001.
- [3] Nenov I., Georgieva M, , Universal Interlocking System for Operation Along Symmetrical and Optic Cable, ”9<sup>th</sup> International Symposium ZEL2002 “, Jilina,2002.
- [4] Ненов И., Бързев Х., Аврамов Б., Метод и устройство за контрол на железния път и определяне местоположението на влака.ТЕМРТ 2001,София, 2001.
- [5] Ненов И., Георгиева М., Аврамов Б., Комплексна система за управление на движението на влаковете в участъка Пловдив- Свиленград, ТЕМРТ 2001,София, 2001.
- [6]The System ETCS Level 1 for BDZ, ALTRACS, Alcatel, Wien, 2001.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НОВА СТРУКТУРА НА СИСТЕМА ЗА ОБМЕН НА ДАННИ В МЕТРОПОЛИТЕНА НА ГР. СОФИЯ

Евтим Горанов, Елка Горанова

#### АНОТАЦИЯ

*Ежедневната експлоатация на Метрополитена на гр. София се осигурява от няколко специални системи за оперативно управление или с друго предназначение. Докладът илюстрира идеята, залегнала в нова отворена структура на система за информационен обмен между различните обекти и централния диспечерски център, изградена на основата на най-съвременни комуникационни средства и с използването на оптическа комуникационна среда.*

**Ключови думи:** комуникационна система, SCADA\*\*, централизация на станцията, централен диспечерски пункт, комуникационни терминали.

#### ОБЩА ПОСТАНОВКА

Метрополитенът е сложно урбанистично съоръжение, представляващо множество от най-разнообразни по предназначение и характер технологични обекти, състоянието на които от своя страна във всеки даден момент се характеризира с голямо количество информация, съдържаща специфични за определения обект данни. Към момента нормалната експлоатация на Метрополитена, т.е. наблюдението и прякото автоматично управление на процесите и преди всичко безопасността на пътниците се осигурява от няколко функционално обособени системи, в т.ч.:

- диспечерска система за управление на движението на метроваковете [3];
- диспечерска система за управление на тяговите понижаващи подстанции и електросъоръженията;
- диспечерска система за управление на санитарно техническите съоръжения (отводнителни помпи, вентилатори, отопление, осветление,

ескалатори и др.);

- система за местно управление на станциите;
- електрически централизации на станциите (ЕЦМ);
- автоматично регулиране на скоростта (АРС);
- диспечерски радиовръзки;
- диспечерски телефонни връзки;
- собствена ведомствена телефонна централа;
- телевизионна система за наблюдение на метростанциите;
- пропускна система ;
- система за радиоозвучаване и радиоинформация на пътниците;
- часовникова система (реално астрономическо време).

Първите четири системи по същество представляват SCADA системи, изградени съобразно най-модерните изисквания на системотехниката. Останалите системи имат специфично за Метрополитена предназначение.

## КАК СЕ ОСЪЩЕСТВЯВА ОБМЕНЪТ НА ДАННИ СЕГА?

Като правило, функционирането на всяка една от изброените системи е свързано с непрекъснато възприемане, пренасяне и обработка на голямо количество данни, които в повечето случаи са предназначени за работата само на дадената система [4]. Има случаи, обаче, при които една и съща информация в даден момент е актуална и касае работата на повече от една отделна система.

При условията на постепенно, поетапно изграждане на Метрополитена, както и поради това, че отделните системи в повечето случаи са проектирани и внедрявани от различни организации и фирми, обменът на данните, необходими за функционирането на отделните системи се извършва по отделни канали за връзка и по начини, съобразени с изискванията на съответните технически средства, включени в състава на дадената система. При този начин на обмен на данни се допуска голямо разхищение на кабели, в определени случаи - предаване на едни и същи данни по различни канали за връзка и не е възможно да се осъществи каквото и да било оптимизиране на информационните потоци.

## КАКВО СЕ ПРЕДВИЖДА ПРИ УДЪЛЖАВАНЕТО НА УЧАСТЪКА?

Очевидно е, че при по-нататъшното увеличаване на дължината на метроучастъка с метростанции 8, 9 и 10, многократно нараства и количеството на данните, определящи моментното състояние на целия обект. При това съществуващата в момента ситуация не може да задоволи нарастващите изисквания за скорост на обмен, на качество и защита на информацията [1]. Не случайно, естествено, възникна идеята за изграждането на нова комуникационна структура, която да обедини в информационно отношение всички отделни обекти от структурата на метрополитена. Още повече, че на техническия пазар се предлагат подходящи за тази цел технически средства, съответни комуникационни протоколи и програмни средства [2]. В основата на реализирането на новата идея, която е залегнала в работните проекти за метростанции 8, 9 и 10 са поставени следните по-важни условия:

- за преносна среда да бъдат използвани оптически кабели, което ще осигури висока защита на информацията от смущения и висока скорост на предаване на данните;

- общата структура на комуникационната система да позволява многократно резервиране;

- новата комуникационна система да позволява организиране на пакетно предаване на данни с различен произход и различно предназначение, което е предпоставка за общо едновременно информационно обслужване на всички горе изброени системи;

- новата комуникационна система да осигурява възможност за организиране и свързване със същата на различни източници на информация и различни топологии мрежи в зависимост от специфичността и изискванията на отделните системи, респективно техни устройства: обща шина (RS485), точка-точка (RS232), видео, аудио, Ethernet и др.

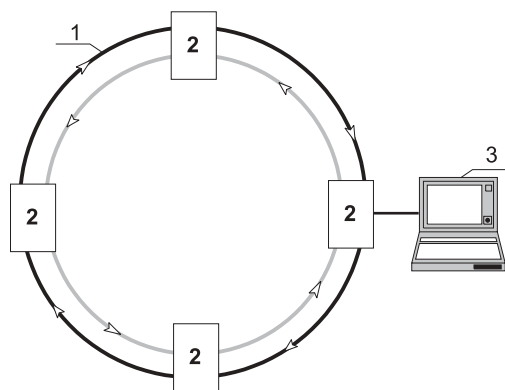
## КАК СЕ ПОСТИГА ПО-ВИСОКО РЕЗЕРВИРАНЕ?

При някои от горе изброените системи, в зависимост от тяхната сложност и отговорност, по отношение на безопасността е осъществено резервиране при пренасянето и обработката на информацията. При изграждането, обаче, на една интегрирана комуникационна система за нуждите на метрополитена, която ще осигурява пренасянето на голямо количество информация, разнородна по характер, източник и предназначение, локалните резервирания не са достатъчни. Ефективно резервиране на преносната линия, съгласно проекта, се осъществява посредством пръстеновидна структура и осигуряване на двупосочно предаване на данните.

Опростената блокова схема на комуникационна система, която обслужва като пример четири обекта и която може да отговаря на посочените изисквания е показана на Фиг.1. Структурата на системата се състои от:

- оптична магистрала (1);
- комуникационни възли (2);
- център за управление на мрежата (3).

Оптичната магистрала представлява два пръстена, по които данните се предават в противоположни посоки. В нормалния случай всички данни се предават по първия пръстен. Вторият пръстен се използва като резервен и в случай на необходимост поема обмена на данните.



Фиг.1

Всеки комуникационен възел съдържа необходимите мрежови и интерфейсни модули.

Центърът за управление на мрежата, по принцип представлява част от центъра за управление на обекта.

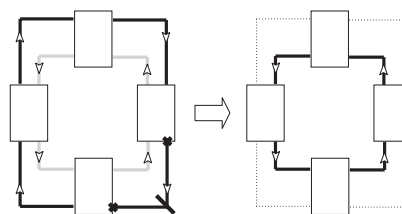
Двойният пръстен от паралелни оптически влакна работи по алгоритъм, който осигурява горещ резерв и самовъзстановяване.

Управлението на комуникационната мрежа може да бъде разредоточено и централно.

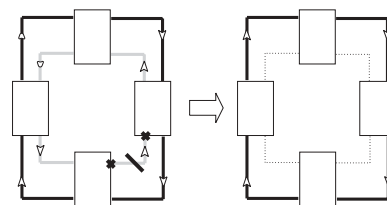
При разредоточеното управление, при появата на някакво прекъсване, комуникационната система продължава да работи благодарение на възможността за автоматична повторна конфигурация на оптиковлакнестите маршрути за предаване на данните. Всеки от инсталираните в мрежата възли взима свое решение за повторна конфигурация, контролирайки състоянието на собствените си входове и информацията, получена само от съседните възли, независимо от центъра за управление на системата. На Фиг. 2 (а, б, в, г и д) е илюстрирано по какъв начин се елиминира влиянието на различните случаи на физически повреди и прекъсвания.

Централното управление на мрежата се извършва от център за управление, който постоянно получава данни за работата на пръстени-

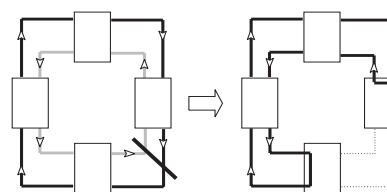
те, за състоянието на отделните възли и техните интерфейси. За нуждите на по-продължително наблюдение в центъра за управление на мрежата може да бъде извършвано архивиране на произтекли в мрежата събития.



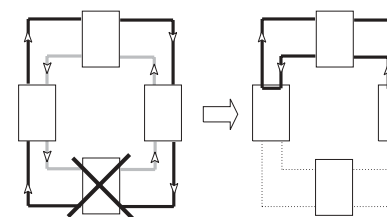
а) Прекъсване на активния пръстен



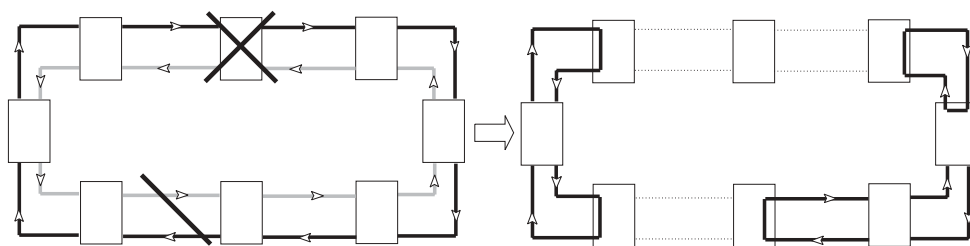
б) Прекъсване в резервния пръстен



в) Прекъсване на кабел между отделни възли



г) Повреда във възел



д) Произволни прекъсвания

Фиг.2

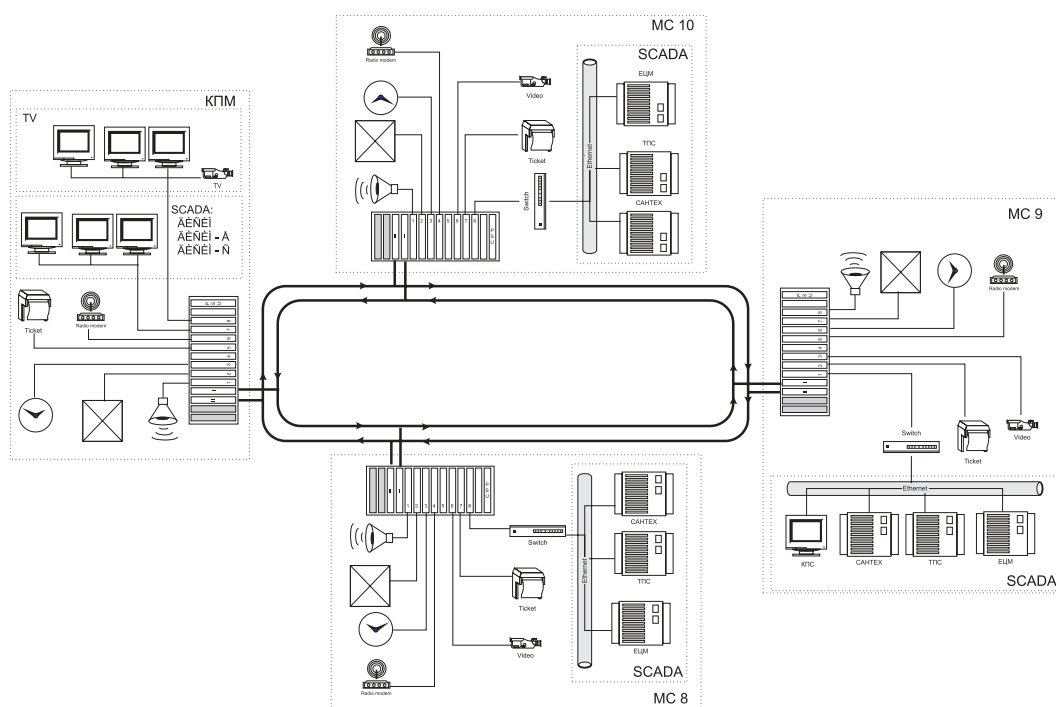
## КАК ИЗГЛЕЖДА НОВАТА КОМУНИКАЦИОННА МРЕЖА ЗА МЕТРОПОЛИТЕНА?

На Фиг.3 е показана блоковата схема на новата комуникационна система за първия етап на нейното внедряване. Както се вижда от фигурата, на този етап системата ще обслужва метростанции 8, 9 и 10, чийто строеж предстои.

Във всяка от метростанциите, съгласно проекта, се инсталира възел от комуникационната система, условно наречен комуникационен терминал. Този комуникационен терминал представлява вход/изход на комуникационната система. Посредством мрежовите модули (I) и (II) същият осъществява връзката с двойния

пръстен на комуникационната система, докато посредством интерфейсните модули (1, 2, ..., 8) се осъществява обмен на данни с устройствата на различните системи на съответната метростанция.

Проектираната по този начин комуникационна система по принцип е отворена (разширяема), което позволява в перспектива към същата безпрепятствено да бъдат присъединявани всички метростанции, чието изграждане предстои, както и тези, които са вече в експлоатация (метростанции 1 до 7 включително). По този начин Метрополитенът ще разполага с една съвременна интегрирана система за общо оперативно управление на всички отделни технологични процеси от един централен диспечерски център.



Фиг.3

\*\* SCADA (Supervisry Control And Data Acquisition), Система за събиране на данни и централизирано управление

### ЛИТЕРАТУРА:

[1] ЕТ „ДИСИ”, Системи за диспечерски контрол и управление на MC8 до MC10, Работен проект, 2001г., София.

[2] Siemens, OTN – Open Transport Network,

A31003-Z3931-S100-6-5629,2000.

[3] Е. Горанова, Диспечерско управление на движението на метротововете, Автоматика и информатика, №1-2, 1999, София.

[4] Е. Горанова, О. Жечев, Ст. Димов. Организация на информационния обмен в системите за диспечерски контрол и управление (SCADA). Единадесета научна конференция с международно участие “ТЕМПТ 2001 транспортът на XXI век”. ВТУ “Т. Каблешков”.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕКСПЕРТНИ СИСТЕМИ ЗА ДИАГНОСТИКА НА ПОВРЕДИ. ТРАНСПОРТНИ И ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ

Красимира Швертнер

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се разглежда изграждането на експертни системи и тяхното приложение в индустрията. Описани са различните аспекти на приложение на експертните системи в телекомуникациите и транспорта.*

**Ключови думи:** експертни системи, представяне на знания, експертиза

#### ВЪВЕДЕНИЕ

ЕС (експертна система, експертни системи) е компютърна програмна система, която вгражда знанието за дадена област на експертност и прилага това знание при решаването на дадена задача. При изграждане на ЕС ключови проблеми са:

- символното представяне на знание (предикатна логика, семантични мрежи, фрейми, продукционни правила и други);
- символно разсъждение с използване на правила и методи, подходящи за дедукция, оценяване, решаване, определяне, селектиране и други;
- графични обяснения с използване на ориентирани графи (графи, базирани на знание, графи с правила и други) и ориентирано към крайния потребител представяне и разсъждение.

Ползите от решаването на горните проблеми са:

- експлицитно представяне на символни структури, изпълнение и разсъждение, както и лесно интегриране на различни типове на представяне;
- нагледност, гъвкавост и адаптивност, получени от декларативната природа на представя-

нето;

- разсъждение с радикално различни подходи от другите системи;
- интелигентно взаимодействие, базирано на представянето;

ЕС позволяват на експерта да взаимодейства директно с системата за да разшири проблемната област.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕС

ЕС намират успешно приложение при много задачи по обслужване, поддържане и изграждане на телекомуникационни и транспортни мрежи. Концепцията на интелигентните мрежи се прилага все повече при нарастващото изискване на телекомуникационните мрежи за надеждност, продуктивност и гъвкавост. ЕС позволяват човешкото знание и експертиза да бъдат кодирани в компютърни програми и прилагат това знание при решаването на дадена задача. Тази технология повишава продуктивността в телекомуникационните мрежи, която има голям социален и икономически ефект [14]. В областта на телекомуникациите приложенията на ЕС включват диагностика на повреди и неизправности, конфигуриране на телефонни централи и тиражиране на постоянни и полупостоянни

данни, вземане на решения при работа в реално време, намиране на оптимален трафичен маршрут и редица други [5]. В областта на транспорта приложенията на ЕС включват диагностика на повреди и неизправности, намиране на оптимални маршрути и други.

ЕС могат да бъдат подходящо интегрирани със съществуващите софтуерни приложения и бази данни в телекомуникациите, така също и със съществуващите софтуерни приложения и бази данни в транспорта.

## АРХИТЕКТУРА НА ЕС

Архитектурата на ЕС включва следните компоненти:

- база знание (общо знание за проблема, т.е. факти и правила);
- база данни (информация за текущия проблем, т.е. входни данни);
- машина за извод (методи за прилагане на общото знание към проблема);
- компонент за обяснение (който информира потребителя как са направени заключенията);
- потребителски интерфейс и компонент за придобиване на знание;
- работно пространство (област от паметта за съхранение на описание и статус на проблема, построена от факти, доставени от потребителя или изведени от базата знание).

За нуждите на индустрията са разработени много експертни системи за диагностика и откриване на повреди на технологични устройства и процеси.

Някои от тези системи са разработени и внедрени в реална работа през 80-те и 90-те години, когато има бурно развитие в тази област на експертните системи [6,7].

## ПРЕДГЛЕД НА СЪЩЕСТВУВАЩИ СИСТЕМИ ЗА ДИАГНОСТИКА НА ПОВРЕДИ

АСЕ (Automated Cable Expertise) е експертна система, която осигурява откриване и диагностика на повреди в телефонната мрежа като идентифицира лошите места в мрежата и препоръчва подходяща поправка и рехабилитационна поддръжка. Системата анализира данните от дейностите по поддръжка и генерира изходни данни, описващи физическата локация на повредата и характеристиките на мрежата на това място. АСЕ оперира без човешка намеса анализирайки данните от поддръжката, генери-

рани ежедневно от CRAS, компютърна програма за администриране на кабелни повреди. Експертната система може да изиска повече информация, ако е необходимо. АСЕ решава кои части от телефонната мрежа могат да изискват смяна или рехабилитация и пази обща информация от тези заключения в специална база данни, до която има достъп потребителя. Когато системата локализира повредените телефонни кабели, тя решава дали те се нуждаят от превантивна поддръжка и избира типа на поддръжката да бъде възможно най-ефективна, като препоръките се записват в базата данни, до която потребителите имат достъп. АСЕ взема решения като използва приложни знания за кабелните центрове, CRAS ежедневните данни за поддръжка и стратегии за анализ на мрежата. Например АСЕ може да направи заключение, че “повредата е в терминала, локализиран в отклонение на кабел 4 и може да е причинена от работещите в телефонната компания, работили при предишни проблеми на това място.” АСЕ използва представяне на знание, базирано на правила и машина за извод – верига напред (forward chaining). Например едно правило на АСЕ е:

IF: a range of pairs within a cable have generated a large number of customer reports and a majority of the work of those pairs was done in the terminal block,

THEN : look for a common address for those repairs.

АСЕ може да генерира заключения, но не може да обясни разсъжденията преди тях, като вместо това добавя към заключенията си обобщение на данните, които водят до тях, това задоволява системните потребители.

АСЕ е разработена в OPS4 и FRANZ LISP за VAX-11/780 компютри, основно тествана и после трансформирана към AT&T 3B-2 Model 300 супер микрокомпютри, които се намират в службите за анализ на кабелната мрежа. Тя е разработена от Bell Laboratories at Whippany, New Jersey . АСЕ е изцяло тествана и внедрена като комерсиална експертна система [10], [13].

COMPASS (Central Office Maintenance Printout Analysis and Suggestion System) анализира съобщенията за поддръжка на телефонни системи за GTE's No.2 EAX Switch и предлага действия за изпълнение на поддръжка. Системата разглежда съобщения, описващи ситуации на повреди при превключване, които се случват по време на процеса на повикване (telephone call-processing operation of the switch).



COMPASS идентифицира група от съобщения, които биха причинили обща повреда, детерминира възможни специфични повреди в превключването и предлага действия за верифициране и поправка на повредите. Системата съхранява знанията на експерт от високо ниво в дадената област и интегрирани знания за индивидуалната структура на превключване, повреди при превключване, съобщения за поддръжка и възможни действия и поправки на телефонната система за превключване.

COMPASS е разработена с KEE и INTERLISP-D за използване на Xerox 11-8 workstations. Тя е създадена от GTE Laboratories, Inc. [3], [4].

DELTA (Diesel-Electric Locomotive Troubleshooting Aid) е експертна система в помощ на персонала по поддръжка и идентификация на повреди (malfunctions) в дизелови електрически локомотиви. Системата прилага диагностични стратегии за локомотивна поддръжка, в диалог с потребителя тя уточнява симптомите и ги използва за да селектира подходяща диагностична стратегия за поправка на локомотиви. DELTA може да води потребителя през процедура за цялостна поправка, да покаже компютърен чертеж на части или подсистеми на локомотиви, да покаже поредица от действия за поправка във форма на видеофилм и да покаже специфични инструкции за поправка, когато повредата е идентифицирана.

DELTA е система, базирана на правила и разработена с език LISP, предназначен за общо представяне. Системата използва машина за извод напред и назад (forward and backward chaining) и използва някакви фактори да манипулира несигурните предпоставки на правилата. Въпреки, че е направена в LISP среда, DELTA е приложена по-късно в FORTH за инсталиране върху системи, базирани на микрокомпютри. The General Electric Company разработва тази система в своя център за изследване и разработки в Schenectady, New York. Системата се използва като комерсиална експертна система [1].

BDS помага да се локализируют неизправните модули в голямо сигнално-превключващо мрежата електронно устройство, наречено baseband distribution subsystem, откъдето е и името на експертната система. Системата може да разчита тестово съоръжение за да изолира дефектно отпечатан елемент или друга част в устройството, които могат да причинят повреда. BDS основава диагнозата си на две страте-

гии: на диагностика-експерт в предметната област и на знания за структурата, функциите и причинните връзки на компонентите в електронното устройство. BDS е направена с езика LES (Lockheed Expert System) и използва представяне, базирано на правила, като машината за извод е верига назад (backward chaining). Системата е разработена в Lockheed Palo Alto Research Laboratory [9].

FOREST изолира и диагностицира повреди в електронно съоръжение. Системата подпомага откриването на повреди и изолирането им чрез диагностичен софтуер на установено съоръжение за автоматичен тест. Знанията на FOREST включват експериментални практически правила от инженери-експерти, знания за използване на кръгови диаграми и общи практически принципи на електрониката. Тези знания са кодирани, като се използват правила в PROSPECTOR - като положителни фактори и MYCIN - като удобство за обяснение. FOREST е разработена с PROLOG. Тя е създадена в University of Pennsylvania в кооперация с RCA Corporation [2].

NDS локализира съставни многократни повреди в комуникационната мрежа COMNET чрез прилагане на стратегии на експерти-диагностици, базирани на знания за мрежовата топология и композиция. Системата предлага да се изпълни диагностичен тест и резултата от всеки тест осигурява доказателство за съществуване на повреди или не в някакво множество от компоненти. Компонентите включват телекомуникационни процесори, модеми, телефонни връзки и компютърни терминали. NDS е базирана на правила система и е изпълнена в ARBY. Системата е разработена в Smart Systems Technology в кооперация с Shell Development Company [11], [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЕС са компютърно базирани системи, които представят знания и ги правят достъпни за потребителите в подходяща форма за решаването на специфични проблеми. ЕС намират голямо приложение в индустрията за целите на диагностиката на повреди в технически системи, в транспорта и телекомуникациите.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Bonissone, P.P. and Johnson, H.E. Expert system for diesel electric locomotive repair,

Knowledge-based System Report, General Electric Co., Schenectady, N.Y., 1983

[2] Finin, Tim, McAdams, J., and Kleinosky, P. FOREST: an expert system for automatic test equipment. Proceeding of the First Conference on Artificial Intelligence Applications, IEEE Computer Society, December 1984.

[3] Goyal, S. K., Prerau, D.S., Lemmon, A.V., Gunderson, A. S., and Geinke, R.E. COMPASS: An expert system for telephone cable maintenance. Report, Computer Science Laboratory, GTE Laboratories, Inc., Waltham, Mass., 1985

[4] Goyal Shri K, Prerau David S. Expert Systems in Telecommunications, GTE Laboratories Incorporated, 1992

[5] Grogono P., A Preece, R Shinghal, and C Suen. Evaluation of expert systems in telecommunications. Expert Systems with Applications, 5(2/3), pp 395-401, 1992.

[6] Harmon Paul, David King, Expert Systems: Artificial Intelligence in Business, New York; John Wiley&Sons, 1985

[7] Harmon Paul, Rex Maks and William Morrissey, Expert System Tools and Applications, New York; John Wiley&Sons, 1988

[8] Kamel, Magdi N. A Prototype Rule Based Front End Expert System for Integrity Enforcement

in Relational Data Bases, Expert Systems with Applications: An International Journal 8(1), 1995

[9] Laffey, T.J., Perkins, W. A., and Firschein, O. LES: a model-based expert system for electronic maintenance. Proceedings of the Joint Services Workshop on AI in Maintenance, October 4-6, 1984, pp.1-17.

[10] Vesonder, Gregg, T., Stolfo, Salvatore J., Zielinski, John E., Miller, Frederick D., and Copp, David H. ACE: an expert system for telephone cable maintenance. Proceeding IJCAI-83, 1983, pp.116-121

[11] Williams, T. L. Isolating multiple faults in NDS. Technical Report 010, Smart Systems Technology, 1982

[12] Williams, T. L., Orgren, P. J., and Smith, C. L., Diagnosis of multiple faults in a nationwide communications network. Proceedings IJCAI-83, pp.179-181, 1983

[13] Wright, J.R., Miller, F.D., Otto, G.U.E., Siegfried, E.M., Vesonder, G.T., and Zielenski, J.E. ACE: going from prototype to product with an expert system. ACM Conference Proceedings, October 1984

[14] Wright, J.R., Vesonder, Gregg T, Expert Systems in Telecommunications, Expert Systems with Applications(2), pp (127-136), 1990



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОПРЕДЕЛЯНЕ ЗОНАТА НА ЕДНОВРЕМЕННО ПРИЕМАНЕ ПРИ НЕОГРАНИЧЕНИ РЕЛСОВИ ВЕРИГИ

Иван Ненов, Емилия Димитрова, Нели Стойчева

#### АНОТАЦИЯ

*Целта в настоящата работа са направени теоретични изследвания за определяне и регулиране зоната на отделяне на две съседни релсови вериги при използване на различни честоти. Въз основа на това се извършва моделиране работата на релсова верига чрез намиране на подходящ математически модел и провеждане на експеримент с помощта на компютърна техника в лабораторни условия. Релсовата верига може да се използва в европейската система ERTMS/ETCS, като отделен канал за линейна връзка между влаковете и центъра за управление.*

**Ключови думи:** релсови вериги, електрически разделителни елементи, пътен приемник, линейен телемеханичен канал за връзка, пътни индуктори (бализи), шлейфове.

В съвременните системи за автоматично регулиране движението на влаковете в железопътния транспорт като основно средство за осигуряване безопасността на движението се използват релсовите вериги. Те позволяват да се контролира непрекъснато състоянието и изправността на железния път и да се реализира минимално безопасно разстояние между два попътно следващи се влака. Чрез релсовите вериги, като датчик за непрекъсната едностранна телемеханична връзка, може да се подава актуална информация на локомотива или в центъра за управление. Обикновено в световната практика се използват релсови вериги с физически или електрически изолиращи настави за ограничаване зоната на действието им и разположение на апаратурата по протежение на релсовия път или централизирано в гарите или в железопътни центрове.

В някои системи за автоматично регулиране движението на влаковете се използват неограничени релсови вериги, т.е. на границата меж-

ду две съседни релсови вериги се монтират пътни трансформатори, чрез които в релсите се изпращат електрически сигнали или се приемат от тях чрез пътни приемници. В тези случаи се използва централизирано разположение на предавателната и приемната апаратура и не се монтират пътни сигнали на границите на блок участъците. Релсовата верига има работна дължина, която зависи от първичните параметри на релсовата линия и разстоянията между два пътни трансформатора (фиг.1):

$$I_{p\text{PBn}} = I_{\text{PBn}} + \Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots \quad (1)$$

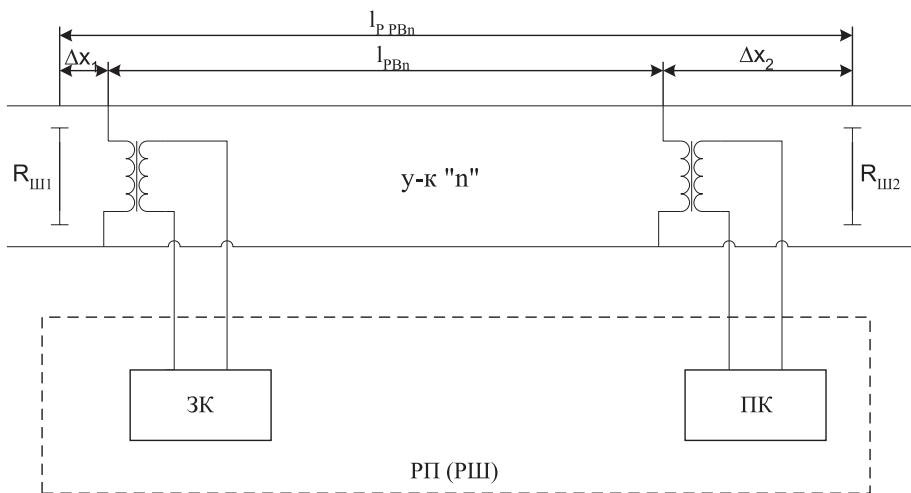
където  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$  – са разстоянията преди и след пътните трансформатори, от които не се регистрира наличието съответно на шунт  $R_{\text{ш1}}$  и  $R_{\text{ш2}}$ .

Този тип релсови вериги позволяват да се реализира автоматична система за регулиране скоростта на влаковете и поддържане на безо-

Иван Ненов, доц. д-р, ВТУ “Т. Каблешков, София, ул. “Г. Милев” № 158

Емилия Димитрова, докторант инж., ВТУ “Т. Каблешков, София, ул. “Г. Милев” № 158

Нели Стойчева, гл. ас. д-р инж., ВТУ “Т. Каблешков, София, ул. “Г. Милев” № 158



фиг. 1

пасен интервал между тях чрез приемане на информацията от релсовите вериги и обработване от локомотива.

В [Л1] е разгледана нова система на автоблокировка без пътни светофори с централизирано разположение на приемо-предавателната апаратура, която използва релсова верига с хетеродинни пътни приемници, работещи на честота  $\Delta f = 6-12 \text{ Hz}$  или  $71/79 \text{ Hz}$  и  $75/83 \text{ Hz}$  съответно на двупътен участък в единия и втория път.

Предложени са четири варианта на реализация:

Първи вариант – сдвоена релсова верига с два захранващи края и един пътен приемник, работещ на честота  $\Delta f = 79-71$  или  $83-75 \text{ Hz}$  и пренасяне информация на локомотива чрез кодиране на  $f_{\text{АЛС}} = 174 \text{ Hz}$ .

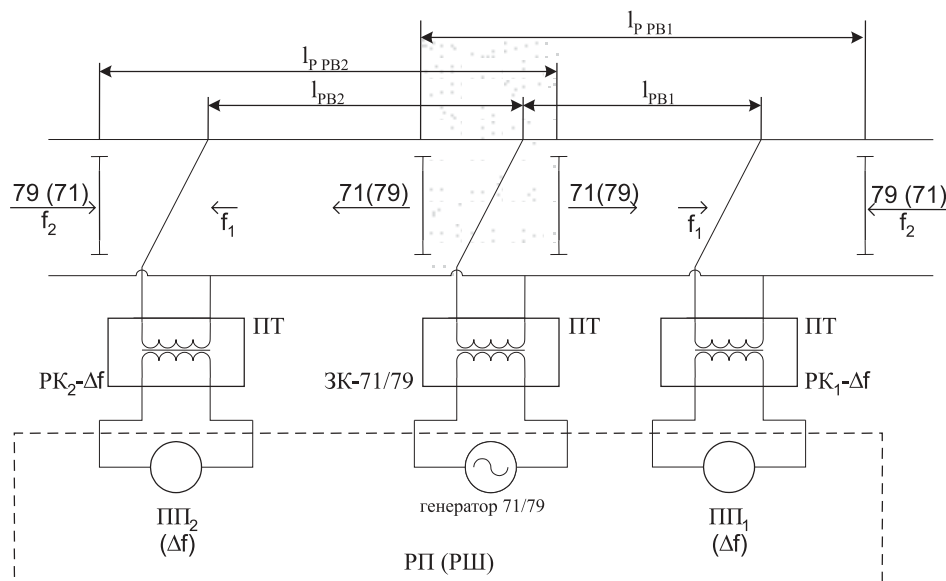
Втори вариант – релсова верига на първи вариант, като честотите  $79/71$  и  $83/75$  се използват и за пренасяне на информация и на локо-

мотива.

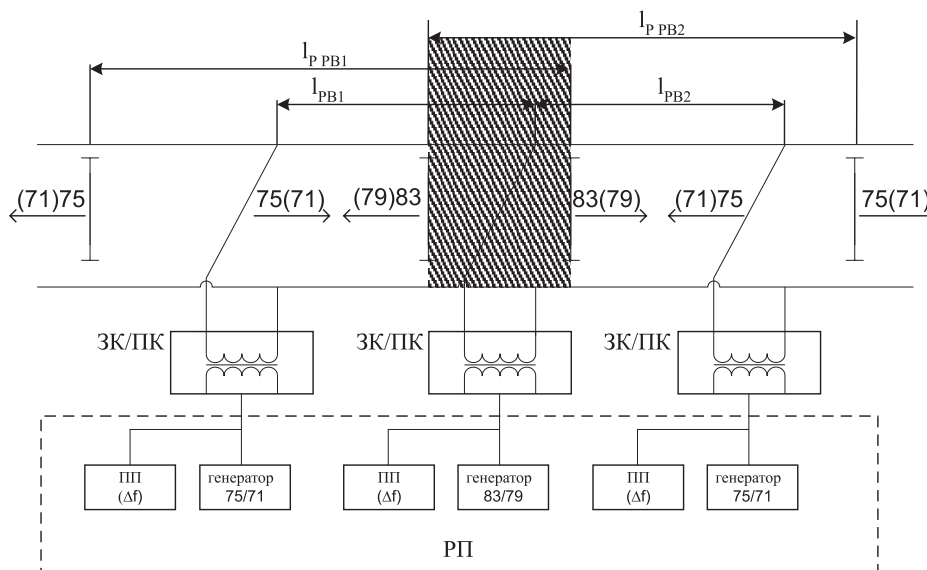
Трети вариант – релсова верига с хетеродинни пътни приемници на честота  $\Delta f_1 = 8 \text{ Hz}$  и  $\Delta f_2 = 4 \text{ Hz}$ , които се редуват в две съседни релсови вериги. В релсите се изпращат електрически сигнали с честота  $71, 75, 83$  и  $79 \text{ Hz}$ , които се използват и за работа на локомотивните приемници на системата АЛС.

Четвърти вариант – аналогично на трети вариант, като се използва само една разликова честота ( $\Delta f = 83-75$  или  $79-71 \text{ Hz}$ ) и изпращане в релсите в единия път  $83$  и  $75 \text{ Hz}$  и в другия път  $79$  и  $71 \text{ Hz}$ , които се приемат и от локомотивната апаратура.

Въз основа на този кратък анализ на използване на различни видове релсови вериги за контрол състоянието и изправността на релсовия път и пренасяне на информация на локомотива или в центъра за управление в настоящата научна работа е поставена задачата да се намери така-



фиг. 2



фиг. 3

ва конфигурацията на апаратурата в две съседни релсови вериги, така че да се контролира състоянието и изправността на железния път и да се фиксира местоположението на движещите се влакове. Предложени са два варианта за използване на неограничена релсова верига с хетеродинни пътни приемници.

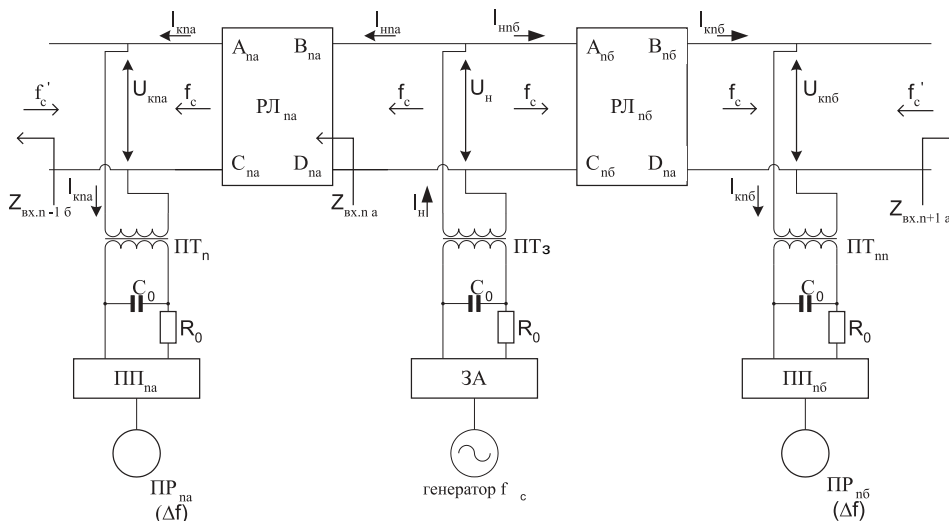
Първи вариант – сдвоена релсова верига с един захранващ източник и два пътни приемника (фиг. 2).

Втори вариант – единична релсова верига със съвместени захранващи и релейни краища (приемници) (фиг. 3).

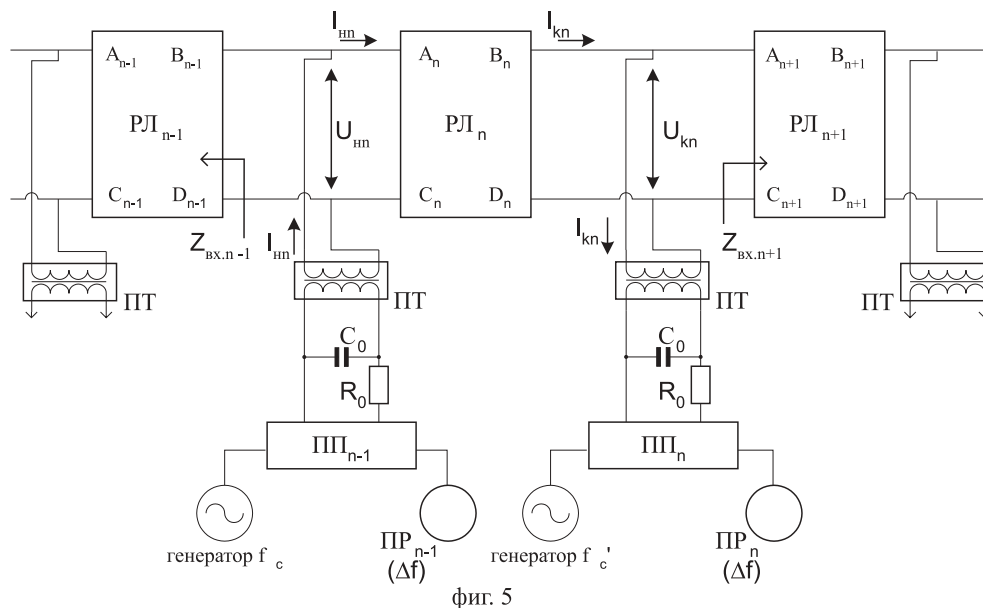
От предложените два варианта се вижда, че в местата на включване на пътните трансформатори се образуват области (защрихованата част), в които едновременно са шунтирани при-

емниците на две съседни релсови вериги. Това дава възможност да се фиксира местоположението на влака и да се изпрати информация в центъра за управление. По такъв начин се постига изпълнение на поставената задача за контрол състоянието и изправността на релсовата верига  $I_{pPB}$  (ПП<sub>n</sub> задействано) и за фиксиране местоположението на влака (ПП<sub>n</sub> и ПП<sub>n+1</sub> (ПП<sub>n</sub>) едновременно незадействани).

За да могат да се определят параметрите на релсовата верига ( $r_n, r_p, I_{pPB}, f_{cn}, \Delta x_n$  и  $\Delta x_{n-1}$  ( $\Delta x_{n+1}$ ) и изискванията за избор на апаратурата в захранващия край и приемника, са разработени блокови схеми и заместителни схеми на релсовата верига за двата варианта. На фиг. 4 е показана заместителната схема по първия вариант.



фиг. 4



фиг. 5

На фиг. 5 е показана заместителната схема по втория вариант.

По така предложените заместителни схеми за двата варианта и като се използва заместителната схема на елементарен участък от релсовата линия [Л2] са изведени заключенията за разпределение на тока и напрежението по дължината на релсовата линия ( $U_{1x}$ ,  $U_{2x}$ ,  $I_{1x}$ ,  $I_{2x}$ ), в момента се прави компютърен модел на релсовата линия и въз основа на него се определят коефициентите на релсовия четириполюсник за нормален режим, шунтов режим и контролен режим. Освен това се определя зоната на застъпване на две съседни релсови вериги с цел оптимизиране на дължината ѝ при различни честоти на сигналния ток от тоналния спектър. Резултатите от тези изследвания ще бъдат докладвани на други научни форуми.

В заключение следва да се отбележи, че предлаганата релсова верига има минимална линейно-пътна апаратура (само пътни трансформатори) и централизирано разположение на предавателя и приемника в съседните гари. Тя позволява да се предава информация както на локо-

мотивите, така и на центъра за управление и чрез система GSM-R да се реализира, по радиоканал, безопасно движение на влаковете по оптимален променлив минимален безопасен интервал между тях. При това положение отпада необходимостта от пътни индуктори и шлейфове в участъците. Позволява да се реализира системата ERMTS/ETCS на ниво 2 с осъществяване и на допълнителен контрол на състоянието и изправността на релсовия път в реално време.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Ненов И., Бързев Х., Аврамов Б., Метод и устройство за контрол на железния път и определяне местоположението на влака, София, Единадеста научна конференция с международно участие "ТЕМПТ 2001 транспортът на XXI век", сборник доклади, стр. 341-346, 15-16.XI.2001 год.

[2] Брылеев А.М., Котляренко Н.Ф., Электрические рельсовые цепи, Транспорт, Москва, 1970 год.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА СЛЕДПРОФИЛАКТИЧНИТЕ ОТКАЗИ ВЪРХУ ГОТОВНОСТТА НА ВЪЗСТАНОВИМИ ТЕХНИЧЕСКИ СИСТЕМИ

Борислав Бояджиев

#### АНОТАЦИЯ

В процеса на експлоатация възстановимите технически системи се подлагат на техническо обслужване, което осигурява необходимата готовност на системите за изпълнение на възложените им задачи продължително време. Но освен очаквания положителен ефект от техническото обслужване се наблюдават и допълнителни отрицателни въздействия, в следствие на възникването на допълнителни откази, наречени “следпрофилактични откази”. В статията се разглежда въздействието на този тип откази върху готовността на системите и възможните мерки за намаляването на това въздействие.

**Ключови думи:** Следпрофилактични откази, готовност, моделиране.

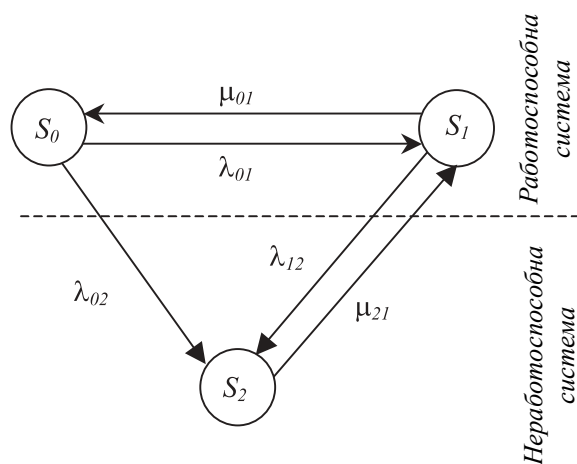
Техническото обслужване на възстановимите технически системи се въвежда за да се предотвратяват постепенните и да се отстраняват внезапните откази, като се гарантира максимална готовност на системата да изпълнява функционалния си алгоритъм. То включва две основни групи дейности – профилактично обслужване и възстановяване.

Но техническото обслужване оказва двойко влияние върху обслужваната система – от една страна увеличава готовността и, но от друга страна самата работа по възстановяването и профилактиката предизвиква вътрешни напрежения в системата, което води до възникването на допълнителни откази. Тези откази се наричат “следпрофилактични”.

За да се анализира влиянието на този тип откази върху готовността на изследваната система, се извършва моделиране на процесите в експлоатираната система, като полученият модел трябва да отразява както внезапните и по-

степенните, така и следпрофилактичните откази [1, 2].

В статията се предлага графо-аналитичен модел с непрекъснато време и дискретни състояния (фиг. 1), които са три:  $S_0$  – изправно;  $S_1$  – “предотказово” и  $S_2$  – отказово.



Фиг. 1.



Когато системата се намира в състоянията  $S_0$  и  $S_1$ , тя е работоспособна, а когато се намира в състояние  $S_2$  – тя е неработоспособна.

Допълнителното състояние ( $S_1$ ) е фиктивно. То отразява възникналите в системата “скрити” откази, които при изпълнението на техническото обслужване се откриват и отстраняват. Тези “скрити” откази се наричат “предоткази”. Своевременно отстраняване на “предотказа” предотвратява възникването на отказ.

Развитието на отказ може да стане по два пътя:

1. Преминаване от състояние  $S_0$  директно в състояние  $S_2$  с интензивност  $\lambda_{02}$  – развитие на внезапен отказ;

2. Преминаване от състояние  $S_0$  през  $S_1$  в  $S_2$ , с интензивности  $\lambda_{01}$  и  $\lambda_{12}$  – развитие на постепенен (параметричен) отказ.

През времето на профилактиката, системата може да се намира в едно от двете състояния –  $S_0$  или, но ако профилактичното обслужване е правилно организирано, тогава през времето на профилактиката системата ще се намира само в  $S_1$ . Следствие на профилактичната работа системата трябва да се възстанови с интензивност  $\mu_{10}$ .

След възникването на отказ се извършва възстановяване, при което системата преминава от  $S_2$  в  $S_1$ , с интензивност  $\mu_{21}$ , след това се извършва профилактика и системата се възстановява с интензивност  $\mu_{10}$ .

На практика, обаче в повечето случаи след профилактиката системата остава в състояние  $S_1$ , което е причината за възникване на следпрофилактичните откази.

Следователно моделът, показан на фиг. 1, отразява влиянието и на трите типа откази – постепенни, внезапни и следпрофилактични.

Системата диференциални уравнения на разглеждания модел има следния вид:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -(\lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot P_0(t) + \mu_{10} \cdot P_1(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda_{01} \cdot P_0(t) - (\lambda_{12} + \mu_{10}) \cdot P_1(t) + \mu_{21} \cdot P_2(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{02} \cdot P_0(t) + \lambda_{12} \cdot P_1(t) - \mu_{21} \cdot P_2(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1 \end{cases} \quad (1)$$

За да се реши тази система, използваме трансформация на Лаплас при следните начал-

ни условия –  $P_0(0) = 1$ ,  $P_1(0) = 0$ ,  $P_2(0) = 0$  и се получава следната система:

$$\begin{cases} (S + \lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot P_0(S) - \mu_{10} \cdot P_1(S) = 1 \\ -\lambda_{01} \cdot P_0(S) + (S + \lambda_{12} + \mu_{10}) \cdot P_1(S) - \mu_{21} \cdot P_2(S) = 0 \\ -\lambda_{02} \cdot P_0(S) - \lambda_{12} \cdot P_1(S) + (S + \mu_{21}) \cdot P_2(S) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

където  $S$  е оператора на Лаплас.

След решаването на тази система по метода на Крамер, се получават лапласовите образи на вероятностите:

$$\begin{aligned} P_0(S) &= \frac{S^2 + C \cdot S + \mu_{10} \cdot \mu_{21}}{S \cdot (S^2 + A \cdot S + B)}, \\ P_1(S) &= \frac{\lambda_{01} \cdot S + (\lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot \mu_{21}}{S \cdot (S^2 + A \cdot S + B)}, \\ P_2(S) &= \frac{\lambda_{02} \cdot S + (\lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot \lambda_{12} + \lambda_{02} \cdot \mu_{10}}{S \cdot (S^2 + A \cdot S + B)}, \end{aligned} \quad (3)$$

където:

$$\begin{aligned} A &= \lambda_{01} + \lambda_{02} + \lambda_{12} + \mu_{10} + \mu_{21}, \\ B &= \lambda_{01} \cdot \lambda_{12} + \lambda_{01} \cdot \mu_{21} + \lambda_{02} \cdot \lambda_{12} + \\ &+ \lambda_{02} \cdot \mu_{10} + \lambda_{02} \cdot \mu_{21} + \mu_{10} \cdot \mu_{21}, \\ C &= \lambda_{12} + \mu_{10} + \mu_{21}. \end{aligned} \quad (4)$$

След обратно преобразование на Лаплас се получават вероятностите за пребиваване на системата във всяко от трите състояния:

$$\begin{aligned} P_0(t) &= [(a^2 - a \cdot C + \mu_{10} \cdot \mu_{21}) \cdot b \cdot e^{-a \cdot t} - \\ &- (b^2 - b \cdot C + \mu_{10} \cdot \mu_{21}) \cdot a \cdot e^{-b \cdot t} + \\ &+ \mu_{10} \cdot \mu_{21} \cdot (a - b)] / a \cdot b \cdot (a - b), \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} P_1(t) &= \{ [\mu_{21} \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) - a \cdot \lambda_{01}] \cdot b \cdot e^{-a \cdot t} - \\ &- [\mu_{21} \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) - b \cdot \lambda_{01}] \cdot a \cdot e^{-b \cdot t} + \\ &+ \mu_{21} \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot (a - b) \} / a \cdot b \cdot (a - b), \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} P_2(t) &= \{ [\lambda_{12} \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) + \\ &+ \lambda_{02} \cdot (\mu_{10} - a)] \cdot b \cdot e^{-a \cdot t} - \\ &- [\lambda_{12} \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) + \\ &+ \lambda_{02} \cdot (\mu_{10} - b)] \cdot a \cdot e^{-b \cdot t} + \\ &+ [\lambda_{12} \cdot (\lambda_{01} + \lambda_{02}) + \\ &+ \lambda_{02} \cdot \mu_{10}] \cdot (a - b) \} / a \cdot b \cdot (a - b), \end{aligned} \quad (7)$$

където:

$$a = \frac{A - \sqrt{A^2 - 4 \cdot B}}{2}, \quad b = \frac{A + \sqrt{A^2 - 4 \cdot B}}{2}. \quad (8)$$

С така получения модел – формули (5), (6) и

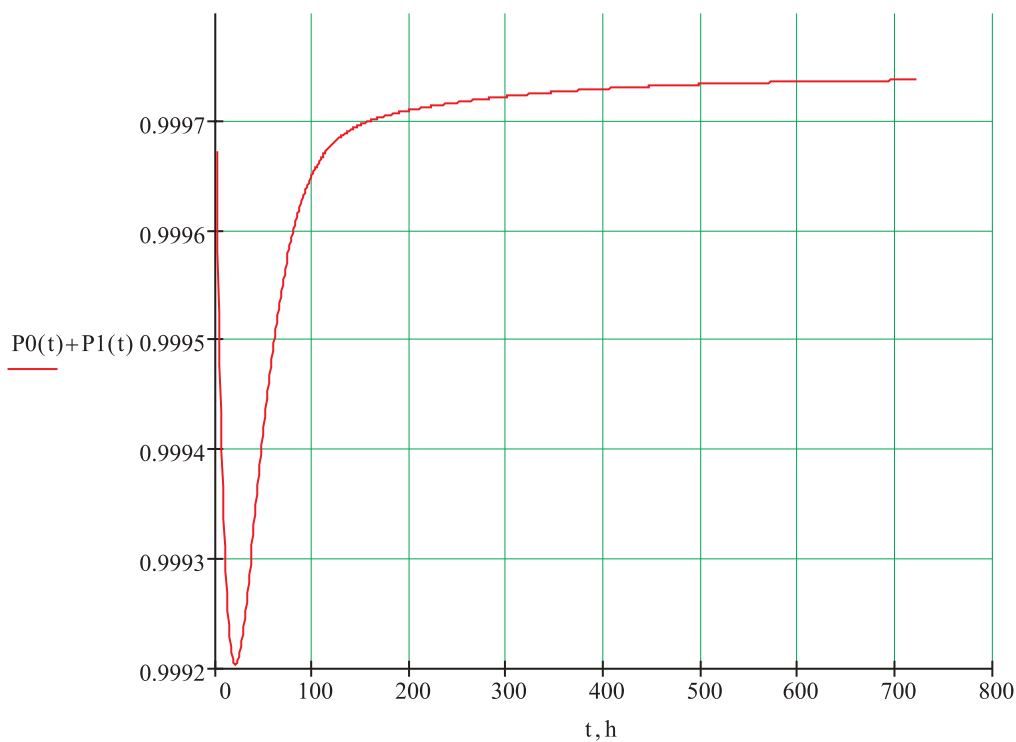
(7), може да се изследва възстановима система, като се задават съответни стойности на интензивностите на откази ( $\lambda_{01}$ ,  $\lambda_{02}$  и  $\lambda_{12}$ ) и на възстановяване ( $\mu_{10}$  и  $\mu_{21}$ ).

Влиянието на техническото обслужване се отразява посредством интензивностите на възстановяване и интензивността на преход  $\lambda_{12}$ ,

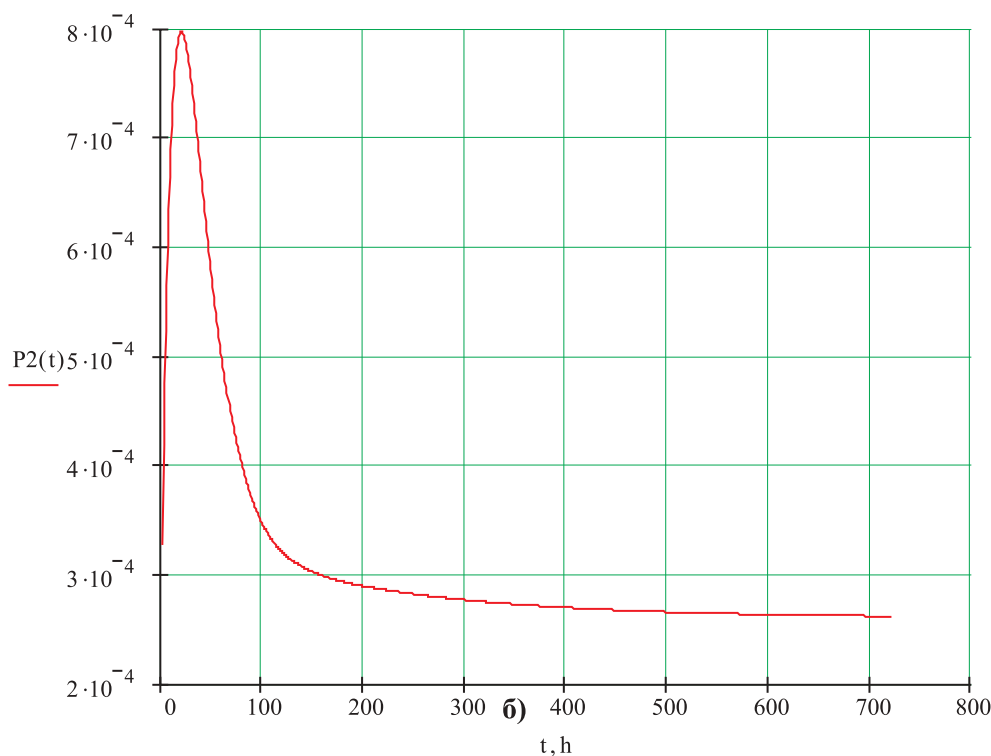
която отчита както постепенните, така и следпрофилактичните откази.

Един пример може да се види с графиките, показани на фиг. 2.

На фиг. 2 а) е показана сумата на вероятностите  $P_0(t)$  и  $P_1(t)$ , тъй като състоянията  $S_0$  и  $S_1$  отразяват работоспособността на системата. На



а)



Фиг.2

фиг. 2 б), съответно е показана вероятността системата да е неработоспособна ( $P_2(t)$ ). Изчисленията, показани на фигурата са извършени със следните стойности на преходните интензивности:

$$\lambda_{01} = \lambda_{02} = 7 \cdot 10^{-4}; \quad \mu_{10} = 42 \cdot 10^{-4};$$

$$\lambda_{12} = \xi \cdot e^{-0,05 \cdot t}; \quad \mu_{21} = 2; \quad \xi = 0,1.$$

В началните моменти след края на профилактиката, се забелязва отскок на отказите, който постепенно намалява. Това се дължи на следпрофилактичните откази. И за да се отрази тяхното влияние, интензивността  $\lambda_{12}$  има експоненциален характер. Параметърът  $\xi$  отчита степента на влияние на следпрофилактичните откази.

С промяна на преходната интензивност  $\mu_{10}$ , която отразява периодичността на профилактиката и на  $\mu_{21}$ , която отразява ефективността на възстановяването, може да се оптимизира организацията на техническото обслужване.

Разгледаният модел е удобен за изследване на сложни възстановими системи и отразява както внезапните (с интензивност  $\lambda_{02}$ ) и постепенните (с интензивности  $\lambda_{01}$  и  $\lambda_{12}$ ), така и следпрофилактичните откази (отразени в интензивността  $\lambda_{12}$ ). Той позволява изследване на организацията на техническото обслужване и при необходимост – оптимизирането му.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Александров, Г. Диагностика и техническо обслужване на осигурителната техника в железопътния транспорт. София, ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1993.
- [2] Александров, Г., Б. Бояджиев. Модел на процеса за развитие на откази в устройствата за жп автоматика и телемеханика. София, Научна сесия на ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1990.
- [3] Александров, Г., Б. Бояджиев. Влияние на техническото обслужване върху надеждността на възстановими технически системи. София, Шеста научна сесия на ВВТУ “Тодор Каблешков”, 1993.
- [4] Христов, Хр. Основи на осигурителната техника. София, Техника, 1990.



„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ ШЕСТА**

***ИКОНОМИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ НА ТРАНСПОРТА***





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### УСПОРЕДНИТЕ ПЪТНИЧЕСКИ ПРЕВОЗИ И ЕФЕКТИВНОСТТА НА НАЦИОНАЛНАТА ИКОНОМИКА

Петко Аврамов

#### АНОТАЦИЯ

*По своята същност успоредните пътнически превози са неефективни за икономиката на страната. През последните години у нас те нарастнаха значително като обем и дял в работата на транспортната ни система. Сега и в бъдеще те ще създават сериозни проблеми и ще утежняват транспортните разходи на страната. Необходими са нови икономически решения за изграждането на ефективна транспортна политика, опит за което се прави с изследването предложено в този доклад.*

**Ключови думи:** успоредни пътнически превози, ефективност, транспортна политика

Ефективността на националното стопанство на всяка страна се определя в голяма степен и от транспорта. Затова наличието в обема на неговата работа на дялово участие на успоредни пътнически превози означава, че транспортната й система не работи ефективно, което е същевременно оценка за сериозни недостатъци на политиката в управлението на транспорта.

В най-общ вид успоредните пътнически превози са продукт на конкурентната борба между превозвачите, но като краен резултат за икономиката на страната от критериите за ефективното и развитие, те са с негативен принос. Това е така, защото всъщност за един и същ обем потребности от транспорт те се задоволяват със значително по-голяма по обем транспортна работа.

Този негативен ефект е поносим за обществото, когато появата и съществуването на такива превози е израз на лоялност в конкуренцията и е насочена към предлагането на превозен капацитет, т. е. извършването на превози с цел усвояването на незадоволени потребности или преразпределението на пазарен дял, ако се предлага услуга с по-високо качество (много по-малко

времетражане, по-малък отрицателен екологичен ефект и др.) или ако се гарантира, че ще се предлага участие на съответния транспортен пазар за по-дълъг период от време.

Негативният ефект обаче, не бива да бъде понасян от обществото, когато тези успоредни пътнически превози се извършват в условията на нелоялна конкуренция, особено в онези транспортни направления, където държавата поддържа (субсидира) и железопътна и шосейна инфраструктура и експлоатационна дейност, заради социалната роля и значение от съществуването на съответна железопътна линия за населението от съответните региони. Негативният ефект не бива да бъде понасян и ако изпълнението на такива превози се изпълнява в условията на неравностойност на превозвачите, изразено в укриване на някои от тях на своя финансов резултат или при неотчитане и незаплащане на негативен екологичен ефект, който те генерират за обществото, като незаплащане замърсяването на околната среда, влошаването на сигурността и безопасността на движението по националните пътища и др.

Грижите, които проблемът успоредни превози създава на обществото произтичат от затруд-

ненията как да бъде оценено и определено, че съществува превоз, който притежава характеристиките (статута) на успореден. Известно е, че това е превоз, който дублира поне с още един път повече по обем работа, за да може да бъде задоволен един и същ обем потребност от транспорт, т.е. в крайна сметка обществото от изпълнението им утежнява своята транспортна удръжка.

Не бива да бъде забравяно, че освен пряк негативен ефект успоредните пътнически превози носят за обществото и друг скрит негативен ефект, който ще се появи на по-късен етап (след няколко години), особено в онези случаи, когато някой превозвач с по голям дял на участие в задоволяването на обема на транспортните потребности, фалира или пренасочи своята дейност в други региони. В случая досега обслужваните от него региони може за дълъг период за останат без транспорт, което ще бъде причина за появата на остро социално напрежение. Практиката изобилства от появата на такива примери, което е особено типично за страните, които сега сменят своя модел на стопанското управление на своите икономики.

При тези обстоятелства, при отсъствието на предварително дефинирани икономически параметри и критерии, на статута “успореден” е много трудно да бъде изградена обективна преценка кой превоз е дублиращия основния, който не е в статута на успореден.. Това е причината за пораждаването на остри противоречия в обществото и социално напрежение, особено по направленията с мощен пътникопоток, но само в отделни негови отсечки. Естествено е заинтересованите превозвачи да отстояват, че техния превоз не е успореден, защото е свързан с усвояването на растящ пътникопоток или че е свързан с предлагането на по-качествена транспортна услуга и др. Но докато за страните с утвърдени пазарни отношения, където традиционно добре функционират пазарните механизми успоредните пътнически превози не съществуват или са с малък дял, който не е носител на остри икономически противоречия и негативният им ефект е поносим \* за обществото, за разлика от страните, които сега са тръгнали по този път на развитие.

За да може да се води ефективна борба, която да ограничи размера и дяловото участие на тези успоредни превози без да носи тя белезите на административна намеса или административни мерки е необходимо да бъдат изградени икономически правила за обективното определяне

и оценяване на статута на изпълняваните превози, които да послужат и като основа за определянето на ефективни лицензионни, информационни и финансови решения, които в крайна сметка, биха защитили изграждането на ефективна транспортна политика.

Затова е важно да се определят правила и условия за участието на превозвачи, които ще извършват услуги по национална маршрутна линия със статут на успоредна.

Важна роля за реализирането на необходимите правила има създаването на целесъобразни условия, с помощта на които да може да се изгради информационна система, чрез която от една страна пътникът да получава сведения за характера, количеството и качеството на транспортния продукт, който предлага всеки един превоз, респ. всеки един от превозвачите, и от друга страна обществото да може да упражнява ефективен контрол върху приноса на всеки един от превозвачите, който обслужва съответната маршрутна линия, на която е присвоен статут като успоредна. С важно значение се очертават следните условия:

а/ всеки един бъдещ превозвач следва да получи лиценз за обслужването на успореден маршрут и задължителното условие той да бъде защитен е автобусите и микробусите, които ще бъдат използвани да бъдат съоръжени с касов апарат. От този касов апарат следва да се извлече задължителна информация за брой обслужени пътници по линията и тяхната кореспонденция между пунктовете, изминат общ пробег и реализирани приходи, така както това се прави в железопътния транспорт, където билетите се издават по компютъризиран способ. Тази информация следва ежемесечно да се представя в Министерството на транспорта и съобщенията и специализирано звено да обобщава информацията за съответната национална маршрутна линия.

б/ всеки превозвач, който ще изпълнява превоз по успоредна маршрутна линия да представя предварително параметрите на превоза, който ще предложи по същите реквизити, които сега железопътния превозвач публикува. В случая следва в една обща книжка - разписание да бъдат публикувани превозите, които ще изпълняват всички превозвачи по двете успоредни железопътна и шосейна пътни мрежи.

За да може да бъдат реализирани предлаганите икономически правила е необходимо Министерството на транспорта и съобщенията в качеството на управленски орган, имащ задъл-



жението да провежда и защитава държавната транспорта политика в страната, е целесъобразно да създаде и следните правила и условия по отношение на успоредните превози:

а/ да изготви и публикува списък на всички национални маршрутни линии, на които е присвоен статут като успоредни на територията на страната;

б/ да поддържа и публикува банка данни за всяка национална маршрутна линия, на която е присвоен статут като успоредна, които да съдържат: брой на всички превози и техните параметри; информация за брой селища, покрити от съответните две и повече успоредни линии; численост на населението, обслужвано от тези линии; връзки на всяко селище със София и съответния областен административен център и др.;

в/ да предлага нормативни величини за средна търговска (за шосейния транспорт) и средна маршрутна (за железопътния транспорт) скорости за всички успоредни железопътни и шосейни линии в даденото направление;

г/ да определя за всички успоредни маршрутни линии в даденото направление средна цена на едно пътуване за 1 км., като ориентираща при определянето различните такси, които някои превозвачи следва да заплащат, когато се намесват на транспортния пазар за да извършват успоредни превози само със сезонен характер;

д/ да определя размера на такси, които е логично да се събират от превозвачи, извършващи сезонно успоредни превози, имащи характер да преразпределят пазарен дял в даденото направление. В случая размерът на тази такса (Т) е целесъобразно да се определя по формулата:

$$T = \frac{365 \times \sum L^i}{\sum D^i} \times (\Pi_{\text{км}}^i - \Pi_{\text{ср}})$$

където:

$\sum D^i$  е брой дни в годината, в които съответният превозвач е извършвал превози по успоредна маршрутна линия;

$\sum L^i$  - изминат пробег от превозните средства собственост на съответния превозвач, който участва в обслужването на съответната успоредна маршрутна линия;

$\Pi_{\text{км}}^i$  - цена на километър пробег, която се предлага от съответния превозвач

$\Pi_{\text{ср}}$  - средна цена на километър пробег, която се предлага от съответната маршрутна линия.

Д – брой дни в годината, през които превозвача ще участва на съответния транспортен пазар.

Естествен е въпросът какви са възможните решения за бъдещето на успоредните превози.

По изградените правила посочени по-горе е възможно да бъдат установени на територията на страната по кои национални маршрутни линии сега се извършват успоредни пътнически превози. По тях може да се определи и дали биха се породили такива успоредни превози когато се подават заявките на превозвачите за утвърждаването на съответните транспортни схеми. Естествен е въпросът какви решения да се предприемат, когато се окаже, че съществуват такива превози. Възможни са следните решения:

- да бъдат оставени да съществуват;
- да бъдат ограничени по размер;
- да бъдат ликвидирани изцяло;
- да се предложат икономически правила, които да ги изведат от статут успоредни в статут неуспоредни.

Първото решение е правилно, когато тези успоредни пътнически превози са от типа превози, които предлагат превозен капацитет, за да се осигури транспортния пазар с необходимия превозен капацитет. Това е правилно и поради обстоятелството, че в пазарни условия в търсенето и предлагането е истинският механизъм за регулирането на участието на всеки превозвач. Транспортният пазар, обаче има своя специфика, която съществено се различава от стоковия пазар и налагат нуждата от регулирането на превозите със статут на успоредни, тъй като те са по своята същност неефективни за обществото и засягат интересите на основния превозвач и ще имат негативен ефект в бъдеще за населението, попадащо в зоната им.

И второто и третото възможни решения не бива да се предприемат, тъй като те може да се класифицират като административна намеса, което е недопустимо в пазарни условия.

Последното възможно решение има място, тъй като то съответства на спецификата на транспортния пазар. По своята същност то се свежда до това, че се цели да се определят кои превози са успоредни и тези, които попадат в този статут да се предложи на изпълнителите им да ги извеждат от него.

Именно с това изследване се предлагат само икономическите правила, с които може обективно да се оценят в какъв статут се намират всич-

ки превози, които се изпълняват и да се регламентира реда как да бъдат изпълнени всички заявени превози, но като всеки превозвач се постави в позицията, която да съответства на неговия бъдещ принос в транспортното обслужване на населението от селищата, разположени на и в транспортна близост на успоредните железопътни и шосейни маршрутни линии.

Авторът е убеден, че наличието на превози попадащи в статут успоредни се нуждае от още по-задълбочени изследвания за да се търсят точни решения за недопускането им, тъй като те са неефективни, особено когато се резултат от нелоялна конкуренция.

Европейският опит показва, че редица страни защитават своя транспортен пазар като изграждат и прилагат обективни и ясни икономически правила за достъп на всеки превозвач до транспортния пазар, изисквания за надеждност на експлоатацията на дадената маршрутна линия, спазването на стандарти за качество на транспортната услуга и др. Така може ефективно да се защитят икономическите интереси на всички превозвачи и да се осигурят надеждни гаранции за задоволяване на транспортните потребности на населението от селищата разположени на две успоредни пътни мрежи, по които най-често се изпълняват неефективните и пораждащи много противоречия успоредни превози.

В заключение може да се обобщи, че изграденият икономически инструментариум може успешно да реализира своите функции ако бъдат взети и реализирани и мероприятия в областта на лицензирането на превозвачите, изграждането на регистър на всички превозвачи, създаването на единна национална статистическа ин-

формационна система за отчитане на резултатите от работата на превозвачите, както и изграждането на стандарти за качеството на предлаганите транспортни услуги и др.

Естествено тези мерки са елемент на държавната транспортна политика и в тях трябва да намери място проблемът успоредни пътнически превози. Това е наложително, защото този проблем е много сериозен и сега е необходимо да бъдат взети ефективни икономически решения, за да бъдат отстранени негативните му последици за националното стопанство.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Василев, Е., Развитие и ефективност на пътническите превози, университетско издателство "Стопанство", УНСС, С., 1997.
2. Мутафчиев, Л., Европейската транспортна система и някои проблеми на развитието на железопътния транспорт, сп. Железопътен транспорт, кн. 5, 2000.
3. Аврамов, П., Търговските възможности на БДЖ, сп. Железопътен транспорт, кн. 10, 2000.
4. Аврамов, П., Проблемът успоредни превози, сп. , кн. 4, 2002.
5. Наръчник на IRU относно присъединяването на страните от Централна и Източна Европа (РЕСО), издание на Асоциация на българските предприятия за международни превози.

\* Ефектът е по-поносим в страните с пазарна икономика, защото е по-малко по размер негативното екологическо въздействие на транспорта, причина за което е ниската възрастова структура на използвания подвижен състав, използването на безоловен бензин, спазването на норми за безопасни норми за труд след определен интервал на шофиране и т.н.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕВРОПЕЙСКИЯТ ОПИТ И ПОСТИЖЕНИЯ В РАЗВИТИЕТО НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Христина Иванова

#### АНОТАЦИЯ

*Европейските интеграционни процеси и глобализацията на световната икономика доведоха до създаването на Единна транспортна политика на ЕС, в която са заложени предписанията за развитие на транспортните системи на страните-членки. Приоритет в тази политика има развитието и реструктурирането на железопътния транспорт, с цел решаване на екологични и енергийни проблеми и превръщането на железниците в ефективно действащи пазарни субекти.*

**Ключови думи:** интеграция, транспортна система, железници, транспортна политика, инфраструктура, конкурентноспособност.

#### РАЗДЕЛ: ИКОНОМИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ НА ТРАНСПОРТА

Европейските интеграционни процеси в края на XX век и налагането на пазарни взаимоотношения в страните от Източна Европа, наложиха разработването и приемането на Единна транспортна политика /ЕТП/ на ЕС, чиято основна цел е създаване на ефективно действащи транспортни системи в цяла Европа. Основните принципи на тази политика се свеждат до:

1. недопускане на дискриминация на превозвачите от различните страни и видове транспорт;
2. единен подход в държавната политика към развитието на транспортната инфраструктура;
3. сътрудничество в транспортния сектор;
4. съгласуваност в действията на всички участници на транспортния пазар;
5. устойчивост в развитието на всички дейности;
6. решаване на екологични и енергийни проблеми .

Приемането на Единната транспортна поли-

тика на Европейския съюз се обуславя и от важното икономическо значение на транспорта в световен и европейски мащаб, определено от следните макроикономически показатели: 14% от разходите на домакинствата в ЕС са за транспорт, относителният дял на транспортните услуги в стойността на БВП на ЕС/15 страни-членки/ е 4%. В транспортния и свързаните с него сектори са заети над 15 млн души или около 10% от всички наети лица. От тях около 6,3 млн души /4%/ са заети в извършването на транспортни услуги, около 2 млн – в производството на транспортно оборудване, а около 6 млн са наети в сектори свързани с транспорта. Инвестициите в транспортна инфраструктура имат относителен дял превишаващ 1% от общия БВП.

По отношение на пътническите превози средните величини на обемните показатели за ЕС /15/ са както следва:

□ подвижност на населението - средно 3 пътувания за отделен човек дневно, т.е. повече от 1 млрд. пътувания дневно или около 400 млрд. пътувания годишно; средното разстояние

на пътуване е под 10 км за 75% от пътуванията, над 100 км са по-малко от 1% от пътуванията, които обаче представляват 20% от трафика в пкм. Съгласно данните на EUROSTAT средното превозно разстояние е около 12 км, т.е. около 36 км на ден на човек или около 15 000 млрд. км годишно;

□ времето за пътуване на 1 човек е средно 1 час дневно, т.е. 20 минути на пътуване.

Относителният дял на видовете транспорт в общия обем на произведените пкм е както следва: автомобилен /вкл. трамваен и метро/-10%, железопътен-5%, въздушен-5%, велосипед-1,5%, ходене пеша-3%, частни автомобили-75%. Средната подвижност на глава от населението, съгласно представените данни е 1 пътуване със самолет, 12 пътувания с влак, 550 пътувания с автомобил годишно. Според целта на пътуване относителните дялове са както следва: бизнес-пътувания /командировки по време на работа/-10%, пътувания свързани с пазаруване-20%, пътувания свързани с работа и образование и пътувания свързани с развлечения /вкл. отпуски и ваканции/.

Въз основа на тези статистически данни може да се направи извод, че с нарастване на дохода на глава от населението хората използват по-голям относителен дял от своя бюджет за транспорт. Времето за ежедневно пътуване /около 1 час/ е константна величина, което означава, че хората “купуват” по-висока скорост и по този начин пътуват на по-големи разстояния.

Когато се разглежда световния транспортен пазар в цялост, пътническият транспорт може да се определи като локален, а товарният, характеризиращ се с големи разстояния – като международен. Относителните дялове на видовете транспорт в общия обем на произведената транспортна продукция при товарните превози в световен мащаб са съответно: морски транспорт-69% , пътен-13%, железопътен-11%, тръбопроводен-4,5%, вътрешноводен-3% и въздушен-0,2%. Пазарният дял на страните от ЕС за всеки от тези сегменти е както следва: морски транспорт-28% от ткм работа, пътен-16%, железопътен-3,7%, тръбопроводен-3,6%, вътрешноводен-8%, въздушен-23%. Средното превозно разстояние на 1 тон товар е около 150 км, като нараства с 1% годишно. По видове транспорт този показател има следните средни стойности: пътен транспорт-100 км, железопътен-250 км, вътрешноводен-240 км, тръбопроводен-170 км, морски-800. Съответно относителните дялове на видовете транспорт в транспортни-

раните количества товари в тонове в ЕС са: пътен-81%, железопътен -7%, вътрешноводен-4%, тръбопроводен -4%, въздушен-0,1%, морски-4%. По отношение на товарния трафик тези дялове са: пътен транспорт -58%, железопътен-11%, вътрешноводен-6%, тръбопроводен-4%, въздушен-1%, морски-20%.

На базата на предоставените данни в EUROSTAT е изчислено, че темповете на изменение на търсенето на товарни превози /за доставки в рамките на ЕС/ нарастват с 2% годишно, като темповете на растеж на жп транспорт са нараснали на 10%, а тези на шосейния са спаднали до 5%. Темповете на растеж на пътническият транспорт са се забавили до 2% годишно.

Единната транспортна политика на ЕС съответства на тенденциите към ускорено глобализиране на икономиките и пазарите и има стратегически цели в следните основни сфери:

□ подобряване качеството на транспортните услуги чрез създаване на интегрирана транспортна система, функционираща на база модерни технологии ориентирани към опазване на околната среда и повишаване на сигурността;

□ подобряване функционирането на единния пазар и повишаване на ефективността чрез разширяване на възможностите за избор и подобряване качеството на услугите в транспорта, при спазване на социалните стандарти;

□ подобряване качеството на транспортните връзки между ЕС и трети страни, както и навлизане на други транспортни пазари.

При разработването на Транспортната политика на ЕС са взети предвид и следните хоризонтални въпроси:

1. Трансевропейски мрежи и инфраструктура-съществуването на инфраструктурни мрежи в Европейския съюз е особено важно за свободното движение на стоки и товари. Транспортната инфраструктура от своя страна има съществено значение за икономическия растеж и единство на Съюза, но до началото на 90-те години на XX век е развивана въз основа на националните, а не на общоевропейски перспективи. В тази насока са предприети действия по изграждането и развитието на Трансевропейска транспортна мрежа /ТЕМ/ с Решение на Европейския парламент и Съвета от 27.07.1996г. като са формулирани целите, приоритетите и макрорамката в областта на ТЕМ и са определени проектите от общ интерес. Третират се, също така, управлението на транспортните потоци, систе-

мите за контрола им и оперативната съвместимост на транспортните мрежи.

2. Външни отношения-общата транспортна политика трябва да има и международно изражение, т.е. необходим е общ подход към отношенията на ЕС с 3-ти страни в сферата на транспорта във връзка с увеличаващата се мобилност на стоки и хора, както и развитието на страните от Централна и Източна Европа. Важно значение за ЕС и кандидатите за членство имат развитието на проекти от взаимен интерес и оперативната съвместимост на транспортните мрежи.

3. Транспортна статистика-регламентирано е събирането и разумното използване на всеобхватни и надеждни статистически данни, събирани от администрациите на страните-членки и предоставяни на EUROSTAT /отговаря за събирането и публикуването на всички статистически данни/. Целта е създаването на система за наблюдение на товарния транспортен пазар.

4. Глобална сателитна навигационна система /ГНС/-има за цел съдействие на Трансевропейската система за позициониране и навигация. През 1998г.е сключено споразумение между ЕС, Европейската агенция за космически изследвания и Европейската организация за безопасност на въздушния трафик /ЕВРОКОНТРОЛ/ относно приноса на Европа към създаването на ГНС.

Специално внимание в ЕТП се отделя на избора на концепция за справедливо и ефективно ценообразуване в транспортния сектор, подобряване на сигурността в морския транспорт и създаване на по-търговски подход към железопътния транспорт.

Прокламираният “ренесанс” на железопътния транспорт има за цел решаването на екологични и енергийни проблеми в европейски и световен мащаб. Това е свързано с влагането на огромни по размер финансови средства и същевременно се цели понижаване на рисковете по отношение на държавните бюджети, понасящи разходите за жп инфраструктурата и субсидиращи железниците, както и решаването на основния проблем за всички железници – превишение на разходите над приходите. В тази връзка Европейският парламент е приел стратегия за развитие на железопътния транспорт в страните-членки, основните приоритети на която са:

1. използване на екологичните и енергийни предимства на жп транспорт;

2. осигуряване на равнопоставени условия за

функциониране на превозвачите от секторите на железопътния и автомобилния транспорт чрез отделяне на жп инфраструктурата от влаковите операции;

3. включване на щетите върху околната среда /външните разходи/ в цените за превоз;

4. създаване на трансевропейски свободни пътища и свободен достъп до тях.

Правната рамка регламентираща развитието на жп транспорт в ЕС включва пакет от директиви и регламенти на Европейската комисия, а именно:

□ Директива 2001/12 за развитие на железниците в Общността;

□ Директива 2001/13 за лицензиране на жп предприятия;

□ Директива 2001/14 за разпределението на капацитета на инфраструктура, тарифирането на жп инфраструктурата и сертифицирането по отношение на безопасността.

Изпълнението на пакета от директиви предполага реструктуриране на европейските железници с цел създаване на по-благоприятни условия за функциониране на железопътните системи, по-висока конкурентноспособност на железниците и увеличаване на дела им на транспортния пазар. Важен проблем е определянето на таксите за достъп и ползване на железопътната инфраструктура, при което се има предвид че облагането на разходите за опазване на околната среда на жп превозвачите трябва да се прилага само когато е в съпоставим размер и за конкурентните видове транспорт.

В резултат от тенденциите за увеличаване на товарния и пътнически трафик и за по-интензивно използване на транспортни средства с пониска енергийна ефективност в Европа, разходите на енергия в сектора на транспорта през последното десетилетие на XX век са нараснали по-бързо от общите енергийни разходи /около 20% от брутния разход на енергия/. При това следва да се има предвид, че в транспортния процес се използва предимно изкопаемо гориво, което при изгаряне и отделяне в атмосферата предизвиква парников ефект. Пътищата за решаване на този проблем са в няколко основни насоки:

□ въздържане от пътуване;

□ преминаване към транспортни средства с по-висока енергийна ефективност или с по-малка зависимост от изкопаемите горива;

□ технически подобрения на транспортните средства, които да ги направят по-ефективни по отношение на разхода на енергия

/напр. по-леки транспортни средства, преобразуване на по-голяма част от химическата енергия на горивото в кинетична енергия на превозното средство чрез намаляване на триенето/;

□ използване на ел. енергия от източници различни от изкопаемите горива.

Данните на EUROSTAT отразяват абсолютното предимство на железопътния транспорт като енергоспестяващ и екологичен вид транспорт-разходът на крайна енергия за транспорт в ЕС е 247 млн.т. в единици еквивалентни на нефта, т.е. 31% от консумацията на крайна енергия. Разходът на петролни продукти от железопътния транспорт е около 2,7 млн.т. единици еквивалентни на нефт, т.е. 1% от крайния разход. Този вид транспорт е голям консуматор на ел. енергия-относителния дял на електрифицираната жп. мрежа в ЕС е 46%. Следва да се има предвид обаче, че в Европа около 49% от производството на ел. енергия е на основата на неизкопаеми горива /35% е дялът на ядрената и 14%- на хидроенергията/. Същевременно железопътният транспорт произвежда средно 65 гр. CO<sub>2</sub> на пкм и 30 гр. CO<sub>2</sub> на ткм, за сравнение автомобилния и автобусния транспорт произвеждат съответно 170 гр. CO<sub>2</sub> на пкм и 190 гр. CO<sub>2</sub> на ткм. Поради глобалния проблем с парниковия ефект, стремежът на ЕС е да стабилизира своите емисии на CO<sub>2</sub> и по възможност да ги намали, като транспортът играе важна роля за това. Той генерира около 26% от емисиите на CO<sub>2</sub>, от които само пътният транспорт предизвиква 85% /около 60% от частните автомобили и 15% от автомобили превозващи товари/, а жп транспорт-1% .

Прилагането на пакета от директиви за железопътния транспорт на Европейската комисия има за цел също така да се повиши прозрачност

та на финансовите взаимоотношения между правителствата на страните-членки и техните железници и да се осигури равнопоставеност на всички видове транспорт. Статистическите данни на EUROSTAT и UIC /Международен железничарски съюз/ сочат, че около 20% от разходите за шосейна и улична инфраструктура и за оперативно управление се поемат от автомобилните превозвачи, а останалата част се понася от държавните бюджети, докато при железопътния транспорт това съотношение е обратно. В този аспект се налага и необходимостта от разделяне на инфраструктурата от транспортните операции в железопътния транспорт и ясно разграничаване на публичната и частна собственост. Това ще позволи интернализирането на външните разходи за опазване на околната среда. По този начин ще се изравнят условията за конкуренция между железопътните и автомобилни превозвачи и ще се синхронизират принципите на управление.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Наръчник към съвкупното право на Общността в областта на транспорта (Transport Acquis), 1998г.

[2] Вайбел, Б., ”Ясната диагноза предпазва от илюзии”, сп.”Жп. транспорт”, бр.4/1999г.

[3] ”Политика на Международния железничарски съюз за опазване на околната среда”, сп. ”Жп. транспорт”, бр.7-8/1999г.

[4] Кирова, А., ”Комбинираният транспорт на България като част от стратегията за приобщаване към Европейския съюз”, сп.”Жп. транспорт”, бр.7-8/1999г.

[5] Копецки, М., ”Пакет от директиви за железопътния транспорт”, сп.”Жп. транспорт”, бр.5/2001г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕВРОПЕЙСКИ МОДЕЛИ ЗА ПРЕСТРУКТУРИРАНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЦИТЕ

Христина Иванова

#### АНОТАЦИЯ

*Структурната реформа в железопътния сектор в Европейския съюз цели трайна организация на този вид транспорт и адаптирането му към променящата се икономическа среда. Рамковите условия за реструктуриране на железниците са ясно регламентирани от Директивите на Европейската комисия за развитие на железопътния транспорт, като е дадена възможност на всяка страна самостоятелно да избере подхода и модела за осъществяването на този процес.*

**Ключови думи:** железници, реструктуриране, реформа, жп предприятия, жп инфраструктура, модел, подход.

#### РАЗДЕЛ: ИКОНОМИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ НА ТРАНСПОРТА

В изпълнение на Пакета от директиви за развитие на железопътния транспорт във всички страни – членки на Европейския съюз е извършена реформа в железопътния сектор, при което са приложени различни модели на реструктуриране на държавните железници. Обща характеристика за всички тях е запазването на държавната собственост върху железопътната инфраструктура и обособяването на предприятия за извършване на товарни и пътнически превози по жп. транспорт. Спецификите в развитието на железниците във всяка от страните, обаче налага използването на различни подходи и модели при институционалното разделяне на инфраструктурата и експлоатационните операции.

Типичен пример за консервативен подход при реструктурирането на железниците е Франция, където реформата започва през 1997г. Приложена е холдингова структура за

управление на железниците. SNCF е група от 450 предприятия за жп. услуги като предприятие-майка е регистрирано по общественото право и отговаря за поддържането и ремонта на железопътната инфраструктура и извършването на превозите, а дъщерните дружества извършват допълнителните и произтичащи от превозите услуги, но не участват в превозите. Характерен е силният управленски контрол от страна на Групата, която се развива в зависимост от пазара и изискванията на клиентите и конкуренцията.

Във Великобритания реструктурирането започва още през 1992г., но едва през 1996-97г. отделни части от операциите на Британските железници (British Railways) са предоставени на частни предприятия при условията на франчайзинг, с клауза за гарантиране интересите на клиентите. Сключени са договори с различна продължителност между Отдела по франчайзинг към Британските железници и железопътните оператори. В тези договори са фиксирани изискванията за осигуряване на точност, надеждност, честота на превозите и гарантира-



не на горната граница на тарифите за превоз.- Условието за използване на железопътната инфраструктура са договорени в контрактите с Управление “Железен път”.

Характерно за управлението на Британските железници е, че правителството инвестира в подвижен състав и впоследствие прехвърля правата за експлоатацията му върху частния сектор. Създадена е също така “Асоциация на дружествата за експлоатация на влаковете”, чиито основни задачи са свързани с осигуряването на качествено обслужване на клиентите, точност на движението на влаковете и ефективно използване на железопътните капацитети. Вследствие на проведената реформа в BR и възприетия радикален подход за осъществяването ѝ, вече са налице положителни резултати по отношение по-интензивно използване на железопътната инфраструктура, повишаване стандарта на обслужване, подобряване на точността на пътническите и товарни превози и предлагане на по-високо качество на обществените услуги. Крайният ефект се заключава в значително нарастване на търсенето на пътнически и товарни транспортни услуги и повишаване размера на инвестициите в железопътния транспорт.

В Испания реформата в железопътния сектор стартира през 1998г. и вече съществува добре развит пазар на железопътни услуги. RENFE /Испански железници/ е експлоатационен оператор с гъвкава организационна структура, но въпреки това все още съществува концентрация на управленските и операторските функции. Дружеството активно участва в интермодалната /между превозвачи от различните видове транспорт/ и интрамодална /между отделните железопътни оператори/ конкуренция на транспортния пазар.

Германия е една от първите страни-членки на Европейския съюз, които реформират железниците си /1994г./. Възприет е т.нар. умерен подход за поетапно реструктуриране. Осигурен е свободен достъп на външни оператори до мрежата на DB AG. В изпълнение на Железопътния пакет от директиви на Европейската комисия са одобрени предприятията - превозвачи, които могат да извършват превози срещу такси за ползване на железопътните трасета. Вследствие на проведената реформа се наблюдава засилване на конкуренцията при регионалните превози, като градските и крайградските пътнически превози са подпомагани от обща парична каса на заявителите /Федерацията и провинциите/, а за поощряване на товарните

превози не се предвиждат обществени средства /DB Cargo владее целия пазарен сегмент/. Нова и все още недобре разработена пазарна ниша за регионалните железници са превозите на дълги разстояния, за които се прилага система от соваковни влакове.

Важно условие за подобряване качеството на услугите на железопътните оператори е бързият и лесен достъп до тягов подвижен състав и ефективното му поддържане. За тази цел в Германия са създадени локомотивни и сервизни пулове между операторите, разполагащи с локомотиви за даване под наем, лизинг и/или предоставяне на възможности за закупуване. Предприятията-превозвачи могат да внасят собствени локомотиви в пуловете, ако не ги използват в момента.

Друга характерна черта на реформата в железопътния сектор в тази страна е, че основният жп. оператор /DB AG/ и Министерството на транспорта стимулират инвестициите в железопътна инфраструктура. Железниците не са длъжни да поддържат нерентабилните жп. линии. Регионалните власти в провинциите решават дали да продължат експлоатацията на тези линии срещу компенсиране на разходите или закупуването им, т.е. държавата е ангажирана с просъществуването им.

DB AG съвместно с Министерство на транспорта са разработили 15-годишна-инвестиционна програма за поддържането и ремонта на съществуващата железопътна мрежа с цел модернизирването ѝ, постигане на по-голяма ефективност на превозите и печалба. В тази програма са предвидени следните мерки:

- увеличаване на финансовите средства на Федералната република за железопътна инфраструктура с 1-1,3 млрд. евро на година;
- отпускане на субсидии за строителни разходи на предприятието-собственик на железопътната мрежа /Netz AG/;
- отпускане на допълнителни средства от федералния бюджет и равномерното им разпределение по региони;
- продължаване на договора за пенсионно осигуряване на служителите на DB AG;
- построяване на 2 линии от транспортната система на магнитна левитация- Централна гара-Мюнхен-Гара на летището-Мюнхен- с дължина 36,8 км. и Централна гара-Дюселдорф- Централна гара-Дортмунд- с дължина 78,9 км. Предвидените средства за двата проекта “Transrapid” и “Metrorapid” са около 4,489 млрд. евро като предварително е определено, че и

двете линии ще бъдат използвани от DB AG. Предимствата на този тип железници са кратките времепътувания, двупътното шосе, максимална скорост 300-350 км/ч, първото трасе ще се изминава за 10 минути, а второто-за 37. Очаква се реализирането на печалба от 58,1 млн. евро годишно при "Transrapid", с които да се самофинансират вложените инвестиции при годишни разходи 1,6 млрд. евро, а при "Metrorapid" – 54,4 млн. евро годишно, с обезщетение за обществена поръчка в размер на 102,9 млн. евро. С излишъците биха могли да се покрият част от инвестициите.

Във връзка с предоставянето на свободен достъп до железопътните мрежи на всички европейски страни интерес представлява създаването на съвместно дружество за пътнически превози между Италианските и Френските железници- FRANITAL RAIL – ARTESIA. Предприятието е опростено акционерно дружество по френското право. Целта му е подобряване управлението на необходимите ресурси за осъществяване на пътническите превози между двете страни чрез въвеждане на унифицирано управление, подобряване на маркетинга, пласмента и качеството. Резултатите от функционирането на дружеството са: повишаване обема на пътническите превози и реализиране на печалба.

Швейцарските железници /SBB/ предлагат услуги с висок стандарт предимно в пазарните ниши "Единни вагонни пратки" и "Регионални пътнически превози", които не са най-ефективни като вариант, поради факта че приходите от превозите в тези сегменти са по-ниски от разходите. Основният проблем пред SBB е недостатъчната конкурентоспособност, която обаче може да се повиши по пътя на вливането на частни капитали. От друга страна, наличието на обществени поръчки прави дейността им нерентабилна и съответно непривлекателна за частния сектор.

Преди началото на реструктурирането на Шведските железници /SL/ редица качествени показатели са имали влошени характеристики /ниска точност и ефективност, недостатъчна оптимизация, висок риск от загуби при товарните превози и др./. С поетапното реструктуриране тези проблеми постепенно са преодолени.

В резултат от институционалното разделяне в железниците на Холандия /NS/ са създадени отделни предприятия за товарни и пътнически превози, за строителство и поддържане на железния път и управление на капацитетните възможности. Тези предприятия, съгласно

възприетия умерен подход, са счетоводно и финансово диференцирани, но все още са "под шапката" на държавните железници.

Аналогично и в Дания е запазена интегриращата роля на националния превозвач.

Подготовката на източноевропейските страни за членство в Европейския съюз, наложи хармонизирането на транспортното законодателство с Transport Acquis и предприемането на действия за реструктуриране на транспортния отрасъл, респ. на железопътния транспорт. Съгласно транспонираните правни норми на Европейския съюз през 1999г. в Словения е приет Закон за железопътния транспорт. При прилагането му Словенските железници /SZ/ са преобразувани в акционерно дружество, персоналът им е съкратен с 45%, извършено е финансово разделяне между инфраструктурата и експлоатационните дейности. Реконструкцията и ремонтът на железния път се финансират от държавата, отпускат се субсидии за вътрешните и международни пътнически и комбинирани превози. Осигурен е свободен достъп на външни оператори до железопътната мрежа. Разработени са система за гарантиране на качеството и национална програма за развитие на инфраструктурата в Словения, като са предвидени мерки за реконструкция и хармонизация на техническите параметри с тези на европейските железници при гарантирана скорост от 160 км/ч. Към настоящия момент приходите от пътнически превози в SZ имат относителен дял 8%, бюджетните средства - 43%, а приходите от товарни превози -34% от общата сума на приходите.

През май 1998г. в Русия е приета "Концепция за структурна реформа", която има следните цели:

- да се намалят експлоатационните разходи за пътническите и товарни превози;
- да се гарантира поддържането и ремонта на подвижния състав и инфраструктурата;
- да се разграничат експлоатационните и търговски дейности от функциите на Министерство на железопътния транспорт на Руската федерация /МПС/ и да се предоставят на железопътното предприятие РЖД;
- централизираното управление на експлоатацията на железния път и безопасността на движението да останат приоритет на Министерството на железопътния транспорт.

При прилагането на тази концепция са създадени условия за конкуренция и свободен достъп до железопътната мрежа на всички предприятия-превозвачи.

За реструктурирането на Руските железници е възприет умерения подход. Предвидени са следните етапи:

1. 2000-2001г. - създаване на правната рамка за структурната реформа и образуване на предприятия за пътнически превози на дълги и къси разстояния, градски и крайградски превози;

2. 2002-2004г. - регламентиране на взаимоотношенията между основните дружества, железниците и ползвателите на жп. услуги;

□ отделяне на предприятия за пътнически превози по железопътен транспорт;

□ приватизация на предприятия и заводи без пряка връзка с дейностите на националните железници;

□ гарантиране на свободен достъп до жп. мрежата на всички оператори.

предвидена е продажба на дялове от РЖД за осигуряване на финансови ресурси за нови инвестиции и основаване на Федеративна дирекция за пътнически превози.

3. След 2005г.:

□ запазване на държавната собственост при РЖД;

□ продажба на пакети от акции на дъщерните дружества;

□ създаване на 12 дирекции за пътнически превози /6-за превози на дълги разстояния и 6-за градски и крайградски превози/;

□ реорганизация на ремонтните предприятия, които трябва да се запазят като интегрирани производствени елементи в железопътната система;

□ отделяне на предприятията и заводите за поддръжане и ремонт на подвижния състав;

□ създаване на държавни предприятия за товарни превози и експлоатационни компании за превози на масови товари, предприятия за товарни превози със собствен подвижен състав, за превози на специални товари и предприятия за управление на контейнерните превози.

В Чехия железниците все още са държавни, но е осигурен достъп на външни оператори до железопътната мрежа срещу заплащане. Около 18% от вътрешните превози в тази страна вече се извършват от външни оператори като по този начин се покриват 1% от разходите за експлоатация на инфраструктурата. Градските и крайградските превози не се обременяват с такси за ползване на железопътните трасета, но те се поемат и плащат от държавния бюджет като част от финансирането от страна на правителството. Особено важен проблем на Чешките железници е повишаването на конкурентноспособно-

стта им по пътя на въвеждане на такси за ползване на автомобилните пътища в зависимост от разстоянието и такси за ползване на жп. трасета, които да покриват персоналните, материални и енергийни разходи за поддръжка, ремонт и експлоатация на пътищата. Възприетият подход при реформирането на железопътния сектор в тази страна е консервативен.

Полските железници /РКР/ са едни от най-големите в Европа, с дължина на железопътната мрежа - 22 159 км. Реформирането им започва през 1999г., когато е създадено "Предприятие за пътнически превози" и "CARGO"-за товарни превози. На 01.01.2000г. е обособено предприятието "Инфраструктура" с двустепенна система за управление. Железопътната мрежа на Полша се разделя най-общо на линии с държавно значение /63% от общата дължина/ и други линии, от които 7000 км. подлежат на временно или окончателно закриване. Преобладаващата част от железопътните превози са товарни. След началото на реформата в РКР, се наблюдава леко увеличение на общия обем на превозените пътници и извършената работа в пкм, но същевременно превозените товари и извършената работа в ткм са спаднали с около 10%, което се дължи на пониженото търсене на стоките пазари.

В Румъния инфраструктурата е отделена от експлоатацията и поетапно товарната и пътническа превозни дейности ще бъдат приватизирани. В хода на реструктурирането на железопътния транспорт, е предвидено отдаването на концесии за извършване на превози и създаването на нови превозвачи.

Аналогично в Естония са предоставени концесии за част от товарните превози и за експлоатация на инфраструктурата на частни предприятия.

Имайки предвид представената информация за осъществяването на реформата в железопътния сектор в страните - членки на Европейския съюз и тези от Централна и Източна Европа, може да се направи следния извод:

При реструктурирането на железниците, в съответствие с Пакета от директиви на Европейската комисия за развитието на железопътния транспорт в Европейския съюз, са намерили приложение следните модели:

### 1. Интегриран модел.

При него инфраструктурата, управлението и контрола са "под шапката" на национален железопътен превозвач, а външните оператори

плащат такси за достъп до жп. мрежите. Този модел е намерил приложение във Франция, Италия, Дания, Германия, Холандия, Русия, Чехия.

Предимствата му са:

□ отстраняване на проблема с нарушаване координацията на превозните процеси;

□ предоставяне на възможност за хармонизиране на инвестиционните програми.

## **2. Модел с пълно отделяне на железопътната инфраструктура от влаковите операции.**

При този модел железопътната инфраструктура е обособена като самостоятелно предприятие. Всички нейни ползватели имат еднакъв достъп до жп. трасетата и нямат влияние при определяне на таксите за ползването им. Швеция,

Великобритания, Испания са страните, които първоначално прилагат този модел, впоследствие възприет и от Полша, Румъния, Естония, България.

Предимствата му се заключават в:

□ опростяване използването на инфраструктурата;

□ предоставяне на възможност за ориентиране на железопътните предприятия - превозвачи към конкретни пазарни ниши /товарни или пътнически превози/, без да имат финансови задължения за развитието и поддържането на инфраструктурата;

□ поощряване на интермодалната и интрамодалната конкуренция.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Василев, Евг., “Железопътният транспорт и предизвикателствата на прехода”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.4/2002г.

[2] Томпсън, Л и Будин, К.-Ж., “Пътища за реформата в железниците”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.1 и 2 /2002г.

[3] Информационен пул, ”Политика на групата SNCF”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.11-12/1999г.

[4] Franchise Agreement between The Franchising Director and The Franchise Operators, London, 1993

[5] Гарсия, Х., “Либерализация на железопътния транспорт в Испания”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.1/2001г.

[6] Информационен пул, “Съвместно дружество за пътнически превози между Италианските и Френските железници”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.5/2000г.

[7] Информационен пул, “Инвестиционната програма на Германските железници”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.4/2001г.

[8] Мюлер, К., “Конкуренция при товарните превози: собствени локомотиви или локомотивни пулове са тайната на успеха”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.2/2001г.

[9] Аксьоненко, Н., “Реформите в Руските железници”, списание ”Железопътен транспорт”, бр.11-12/1999г.

[10] Шеманаев, В., Луков, Б., “руските железници – днес и утре”, списание “Железопътен транспорт”, бр.5/2001г.

[11] Орбанич, Й., “Словенските железници в преходен период”, списание “Железопътен транспорт”, бр.3/2001г.

[12] Ернст, Ф., “Полските железници днес”, списание “Железопътен транспорт”, бр.10/2001г.

[13] Щерба, Р., “Конкурентноспособност на Чешките железници”, списание “Железопътен транспорт”, бр. 6/2001г.

**Издателско-полиграфична база**

Обезпечава с качествена продукция нуждите на цялостният учебен процес. Дейността и включва изпълняване на поръчки от външни фирми и организации. Разполага със съвременна печатна и издателска техника (*HELLDELBERG SPEEDMASTER*) - със значителни възможности.

За контакти : тел: **718531**, факс: **706342**

**АВТОПАРК**

Висшето транспортно училище разполага със собствен автопарк, с който се осигуряват пътуванията по време на учебния процес и практиката на студентите. При изключително добри условия тези автомобили могат да бъдат използвани и при организирането на вашите прояви - за пътувания до забележителности и курорти в цялата страна.

Ползвателите на автомобилна техника за периода от два до шест часа заплащат 6.00 лв. престой. При ползването на автомобилна техника за време един или повече дни се заплаща престой по 15.00 лв. престой на ден.

Ползвателите на автомобилната техника поемат и командировката на съответния водач.

За информация и заявки: инж. Г.Гергов - началник отдел *“Стопанска дейност”*, телефони: 02 702 137, GSM:088 985 185



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НОВИТЕ ИКОНОМИЧЕСКИ УСЛОВИЯ НА РАБОТА НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ИНВЕСТИЦИОННАТА МУ ПОЛИТИКА

Даниела Тодорова

#### АНОТАЦИЯ

*Новите икономически условия доведоха до необходимостта от преструктуриране на железопътния транспорт, чрез разделяне на инфраструктурата от експлоатацията. Целта на това преструктуриране е увеличаване на конкурентноспособността на железопътния транспорт на транспортния пазар, чрез участието на повече превозвачи. Това е важно условие за успешното интегриране на националната с европейската транспортна система.*

**Ключови думи:** Инвестиционна политика, инвестиции, транспортна инфраструктура.

#### РАЗДЕЛ: ИКОНОМИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ НА ТРАНСПОРТА

Транспортът е важен елемент за развитието на икономиката на страната. Той е причислен към един от основните сектори на икономиката, а именно - услугите. В транспортната система на България железопътния транспорт осъществява 35 % от обема на извършената превозна работа на страната.

Икономическият климат в страната се отрази неблагоприятно върху състоянието на транспортната инфраструктура. Тя от своя страна изисква значителни инвестиционни разходи. Липсата на средства за нейното поддържане и по-нататъшно развитие от своя страна затруднява да се използват предимствата на географското разположение на страната за включването на националната транспортна инфраструктура в европейската транспортна система.

Затова един от основните приоритети на българското правителство е развитието на транспортната инфраструктура. За изграждането на националната транспортна система

съответстваща на изискванията на европейската, правителството се е ангажирало за изпълнението на редица проекти, които са разположени по общоевропейските транспортни коридори. Българското правителство ще съдейства също така и за реконструкцията, модернизацията, електрификацията и развитието на националната пътна мрежа.

Преговорите на България с Европейския съюз дават достъп до Европейските структури и присъединителни фондове за финансиране на важни обекти от националната и трансевропейските инфраструктури.

Според представената от правителството "Програма за развитие на транспортната инфраструктура" за периода 2001-2006г. се предвиждат инвестиции в размер около 4,900 мил. евро, от които около 31% ще бъдат предоставени от държавния бюджет, а останалите се осигуряват чрез банкови кредити, безвъзмездна помощ от Европейския съюз /ИСПА, ФАР/, собствени средства.

Усъвършенстването и подобряването на

транспортната инфраструктура ще доведе до положителни резултати, а именно:

- Повишаване безопасността във всички видове транспорт – специално за железопътния транспорт новото ниво на безопасност се осигурява чрез увеличаване на броя на компютърните централизации с 10% и увеличаване на диспечерските радиовръзки с 6%.
- Намаляване вредното въздействие на транспорта върху околната среда чрез:
  - електрификация и повишаване на конкурентноспособността на железопътния транспорт, намаляване на дяла на автомобилните превози при транзитните преминавания през страната.
  - Увеличаване на комбинираните и контейнерните превози.
  - Увеличаване скоростите за движение – достигане на скорости за движение от 160 км/час за нормален подвижен състав и 200 км/час за специализирани пътнически моториси по главни направления на железопътната мрежа на България.
  - Изграждане на основни и алтернативни железопътни връзки със съседните държави. Това ще превърне България в реален транспортен мост между страните от Западна и Централна Европа и страните от Близкия Изток, също така и Западна и Средна Азия, както и по направление “север - юг”, Балтийско – Адриатическо море.

Едно от условията за интегрирането на нашата транспортна система с Европейската е именно преструктурирането на отделните видове транспорт. Различните особености на отделните видове транспорт определят специфичността на този процес. Тези особености произтичат най – вече от различията в структурата, организацията и технологията на отделните видове превози и транспортни услуги.

Един от най-важните аспекти за транспортния отрасъл на България е организационното преструктуриране на БДЖ.

В края на 1999г. е завършен втория етап от преструктурирането на железопътния транспорт, чрез обособяване и счетоводно отделяне на предприятие “Железопътна инфраструктура” в рамките на НК “БДЖ”.

Счетоводното отделяне на инфраструктурата е задължително европейско изискване, защото така се създава прозрачност на процеса при разпределянето на разходите и инвестициите.

Счетоводното разделяне дава нагледно и какви са ползите от пътната и железопътната инфраструктура. Основната цел на реформата е българските железници да могат да работят в условията на либерализирания европейски транспортен пазар. За да бъде това възможно, необходимо е те да са управленски независими, както и да притежават модернизирана система за управление на всички дейности. На практика това може да се постигне именно чрез разделянето на управлението на инфраструктурата от превозната дейност.

Законът за железопътния транспорт влезе в сила от 01.01.2002г. според който НК “БДЖ” се разделя на превозвач и на НК “Железопътна инфраструктура”. Създаде се :

- нова нормативна база за превозната дейност и регулация на транспортния пазар;
- Национална компания “Железопътна инфраструктура”, която се явява правоприменник за поддържане, ремонт и експлоатация на железопътната инфраструктура;
- учреди се регулаторен орган Изпълнителна агенция “Железопътна администрация”, която следи за координацията и управлението на железопътния транспорт, свързани с лицензии, сертификати и безопасност на движението;
- в съответствие със Закона за железопътния транспорт е учредено еднолично акционерно дружество с държавно имущество “Български държавни железници” ЕАД-, което се явява правоприменник на НК “БДЖ” за превозна дейност;
- Прието е ПМС за финансово оздравяване и преструктуриране на просрочените задължения на НК “БДЖ” към държавния бюджет в собствен капитал на компанията в размер на 127,9 мил.лв., съгласно Закона за железопътния транспорт. Това е и едно от задълженията, спомагащи за оздравяване и финансова стабилизация.

Въвеждането на новия Закон за железопътния транспорт предоставя възможност за прекратяване на монопола върху превоза на товари и пътници по железопътния транспорт, както и в използването на железопътната инфраструктура / релсов път, гари и останалите съоръжения /. Предоставя се платен достъп до инфраструктурата на други превозвачи. Това определено ще подобри инвестиционните перспективи за бъдещето и развитие. Основната цел на отделянето на железопътната инфраструктура



ра от експлоатацията е да има много превозвачи. Това ще спомогне за формирането на пазар на железопътните транспортни услуги.

Както за всеки пазар и тук е характерно наличието на конкурентна борба, чиято основна цел е привличането на повече пътници и товари за превоз. Конкурентноспособността на транспорта намира израз в съотношението между цените и качествата на превозите, осъществявани от различните фирми. Това позволява да се удовлетворят потребностите и изискванията на клиентите. Повишаване на конкурентноспособността може да се постигне преди всичко чрез повишаване качеството на товарните и пътническите превози.

Железопътният транспорт може да разширява позициите си на транспортния пазар като повиши качеството на превоз и предложи конкурентни превозни цени. Това от своя страна би довело до повече клиенти, а съответно и до нарастване на приходите и печалбата от съответната превозна дейност. Един от основните източници за намаляване на цените за превоз са икономии на експлоатационните разходи.

Един от основните източници за разширяване и модернизиране на материално – техническата база на транспортните фирми са инвестициите. Те са движещата сила на икономиката и обществото. Затова и инвестиционната политика за железопътния транспорт цели преди всичко да активизира различните инвестиционни източници.

В новите условия на работа на железопътния транспорт държавните инвестиции ще бъдат ограничени главно в инфраструктурата, тъй като наличието на достатъчна и на сравнително добро равнище транспортна инфраструктура е определящ фактор за членство в Европейския съюз. От своя страна инвестирането в транспортната инфраструктура съдейства за цялостното развитие на икономиката на страната като цяло. Електрифицирани са 65.5 % от текущия път в железниците по направленията, свързващи страната с Европейската железопътна система. Предстои и електрификацията на железен път по проекти на програмата PHARE за изграждането на бъдещите европейски коридори

Основната цел пред инвестиционната политика на железопътния транспорт е да се подобри инвестиционната среда. Тази цел може да се осъществи чрез насърчаване на всяка инвестиция, която влива пари в българската икономика и открива нови работни места. За това би спомогнало :

- Създаване на система за открит и свободен достъп до инвестиционната информация;
- Наличие на кредитни ресурси за инвестиционна дейност.

Един от основните показатели за общата икономическа атмосфера в дадена страна са чуждестранните инвестиции. Равнището им говори както за стабилността на икономиката на страната, така и за сигурността на бизнеса в съответната държава. Чуждестранните инвестиции могат да се насърчават най – ефективно, ако се подобрят основните параметри на икономическата политика; За това съдействат:

- Подобряване на макроикономическите условия;
- Намаляване на общото данъчно равнище;
- Присъединяването на страната ни към общоевропейските структури.

На страната ни са нужни значителни инвестиции за модернизиране на инфраструктурата. Българските пътища и железопътни линии трябва да отговарят на европейските изисквания и стандарти за осово натоварване. Необходимо е да се поднови и вагонния парк, които в момента далеч не отговаря на европейските изисквания и не осигурява качествен и комфортен превоз.

Значителни инвестиции са необходими за осигуряването на съвременен подвижен състав, модерни технологии за превоз, високоскоростни пътнически превози, и не на последно място - комбинирания превози. Те трябва да бъдат съчетани с необходимата инфраструктура от терминали и подвижен състав.

Една от основните цели на всяка транспортна система е да привлече повече транзитни превози. Същите се явяват голям финансов ресурс за съответната страна.

Транзитният транспортен пазар формира значителен 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. Поради влошеното качество на транспортната услуга и остарелите транспортни технологии, транзитните превози значително намаляха през последните години.

Проблемите на железопътния транспорт са свързани главно с бавното оздравяване и развитие на техническата инфраструктура, и не на последно място с остарелия и неконкурентоспособен подвижен състав.

Основните цели на страните от Европейския

съюз и на тези, които преговарят за членство, са именно:

- Оздравяване на подвижния състав;
- Придобиване на нов специализиран подвижен състав;
- Усъвършенстване на необходимата инфраструктура от железопътни линии и терминали;
- Модернизиране на ремонтните предприятия и на ремонтните съоръжения;
- Подобряване системите за управление на подвижния състав с цел повишаване на ефективността и подобряване качеството на услугите.

Добре развитата транспортна инфраструктура би довела до по – бързото и по – ефективно интегриране на страната ни в Европейския съюз.

За реалното и успешно реструктуриране на българските железници са нужни основно зна-

чителни по размер финансови средства, време, както и желание и мотивация на персонала.

Ако железниците искат да работят ефективно в дългосрочен план и да завоюват и запазят значителен дял от превозите трябва да стимулират участието на частния сектор. Това ще спомогне да се намалят разходите и да се подобрят превозните услуги.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Закон за “БДЖ”
2. Мутафчиев Л. , “Европейската транспортна система и някои проблеми на развитието на железопътния транспорт”, сп. “Железопътен транспорт”, бр. 5 , 2000г.
3. Програма за развитието на транспорта в България 2001-2006г.
4. Статистически справочник , НСИ , 2002г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МАРКЕТИНГОВИ ПРОУЧВАНИЯ НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР ЧРЕЗ АНАЛИЗИРАНЕ ДЕЙНОСТТА НА ОСНОВНИЯ КОНКУРЕНТ НА ПЪТНИЧЕСКИЯ ЖЕЛЕЗОПЪТЕН ТРАНСПОРТ- АВТОБУСНИЯ ТРАНСПОРТ

Кирил Проданов, Явор Георгиев, Радослав Михайлов

#### АНОТАЦИЯ

*За анализиране на дейността на основния конкурент на пътническият железопътен транспорт- автобусния транспорт и определяне предимствата и недостатъците между железопътния и автобусния транспорт е извършен маркетингов анализ на големите автобусни фирми в София и сравнителен анализ между отделните автопревозвачи.*

**Ключови думи:** железопътен транспорт, автобусен транспорт, маркетингов анализ, конкуренция.

България е една от страните от Централна и Източна Европа, които кандидатстват за присъединяване към Европейския съюз. В страната през последните години се провеждат радикални реформи за създаване на гражданско общество и пазарна икономика. Принципната икономическа и външна политика на България е допълнителен катализатор за динамично развитие и изравняване с критериите за членство в ЕС. Един от най-важните “критерии за единство” е създаването на условия за свободното преместване на пътници и товари.

В резултат на установеното ползотворно сътрудничество между ЕС и България са определени националните транспортни приоритети, които се изразяват в:

- Хармонизиране на националното законодателство и транспортни разпоредби с тези на страните членки на ЕС;

- Развитие на транспортния пазар чрез уста-

новяване на равнопоставени условия за конкуренция между превозвачите;

- Развитие на транспортната инфраструктура;

- Провеждане на структурна реформа и приватизация в транспорта, там където е необходимо.

Съчетаването на националните с европейските интереси ще спомогне за развитието на транспортната система на България, като част от трансмодалната европейска мрежа. Ще се увеличи ефективността на превозите с различните видове транспорт, вследствие на изграждането на единна мрежа от услуги за обслужване на пътниците, което ще допринесе за задоволяване на увеличените критерии за качество на гражданите на Европа.

Повишаването на конкурентоспособността на превозите в жп транспорт е проблем който в последните години добива особено важно зна-

инж.Кирил Проданов - “НИИТ” ООД

инж. Явор Георгиев - ст. експертен сътрудник 39 <sup>то</sup>НС

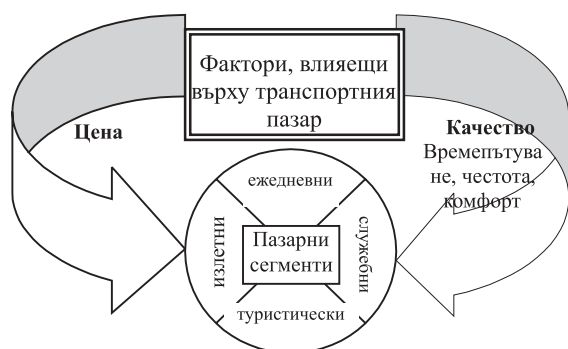
инж. Радослав Михайлов - ст. експертен сътрудник 39 <sup>то</sup>НС

чение. Конкуренцията е присъща на взаимоотношенията между различните фирми и отрасли на икономиката в условията на пазарното стопанство. Тя е силно изразена в транспорта, което се обуславя от неговите характерни особености, както и от специфичните му взаимоотношения с другите отрасли.

На транспортния пазар конкуренцията се проявява в най-различни форми: между фирми на отделните видове транспорт, между фирми на един и същ вид транспорт и др. Стремещт на отделните предприятия е да имат предимство в едни или в други сектори на транспортния пазар при извършването на превози както във вътрешно, така и в международно съобщение. Конкуренцията между тях създава мощни стимули за регулиране на двата основни фактора, влияещи на транспортния пазар:

- Равнището на цената;
- Качеството на предлаганата услуга (скорост, честота, комфорт и др.)

При пазарната икономика цената и качеството са двата основни фактора (фиг.1), от чието правилно използване зависи възможността за повишаване на конкурентоспособността на дадена транспортна фирма. При наличието на голям брой транспортни (автомобилни) фирми, предлагащи еднородни услуги, т.е. в условията на превишаване на предлагането над търсенето, каквато ситуация е характерна за транспортния пазар у нас, по-голямо значение за повишаване на конкурентоспособността има подобряването на качеството. Железницата не може успешно да конкурира автобусните превози само чрез поддържането на сравнително пониски превозни цени. Дори и при чувствителното снижаване на жизненото равнище на населението, съществува отлив от превози. Следователно ако искаме да повишим конкурентоспособността на железопътния спрямо автобусния транспорт, основното внимание трябва да се насочи към повишаване качеството на превозите.



Транспортният пазар на пътнически превози в зависимост от вида на пътуванията се разделя на четири основни сегмента:

- Ежедневни(трудови) пътувания
- Служебни, делови пътувания
- Сезонни туристически пътувания
- Пътувания през почивните дни (излетни)

За различните видове пътувания, оказват влияние различни фактори.

⇒ Ежедневните пътувания се извършват на близки разстояния (до 40-50 km). От първостепенно значение са честотата на превозите и равнището на цената;

⇒ Служебни делови пътувания се извършват на средни и далечни разстояния. Основното при тях са времетраенето и комфорта. Цената на превоза е от второстепенно значение;

⇒ Пътувания през почивните дни (излетни) на разстояния до 200 km. Важни са скоростта, редовността на превозите и равнището на цената;

⇒ Сезонни туристически пътувания. Извършват се на средни и далечни разстояния. Значение имат удобството, обслужването и скоростта на превоза.

Редовното и своевременно извършване на превозите също са показатели за качеството на транспортното обслужване с важно значение за пътниците. Осъществяването на редовни транспортни връзки в съответствие с действащите разписания е една от основните задачи на пътническият транспорт. Нередовността води до големи загуби на време, до намаляване на производителността на работниците, пътуващи до местоработата и т.н. За характеризиране на този показател се използва процентът на движещите се по разписание превозни средства. Намаляването му води до отлив на пътници.

Основния конкурент на жп транспорт в пазара на междуградските пътнически превози е автобусният. Във връзка с това е извършено маркетингово проучване на дейността на големи автобусни фирми в София. Направен е сравнителен анализ между отделните автопревозвачи, за да се проследи вътрешната конкуренция.

Обект на изследването са най-големите автобусни фирми, обслужващи град София: "NEGIMA", "ЕТАР", "ВИТОША", "ГРУП", "БИОМЕТ" и "ТРАНС 5". Тези фирми имат минимум по едно билетно гише. Съществуват и транспортни агенции, предлагащи билети за направления от всички фирми.

За анализиране дейността на автобусните превозвачи е необходима следната информация:

- Маршрут - начална и крайна спирка;
- Междинни спирки;
- Час на заминаване;
- Времетрайване;
- Дължина на маршрута (километри);
- Средна скорост на движение;
- Цена на билета;
- Различни видове преференции, предлагани от фирмата;
- Допълнителни услуги (гастрономически услуги, климатични инсталации, аудио визуална техника)

За целта на маркетинговото проучване са изследвани някои основни автобусни направления, успоредни на железопътния транспорт:

- ☐ София – Бургас
- ☐ София – Варна
- ☐ София - Пловдив
- ☐ София – Русе

Тези релации се характеризират с висок пътнически поток, като железопътния транспорт е основен превозвач с приблизителен дял 70 % от реализираните пътнически километри. В таблица 2 са показани данни за реализираните директни превози на пътници по железопътен транспорт през 2001 година.

Този вид превоз на пътници представлява 4,1% от общо превозените за изминалата година и 19,5 % от общо реализираните пътнически километри, като с най - голям дял е направление то София – Бургас, а с най – малък София – Русе.

Таблица 2

От гара	За гара	Пътници	Пътнически километри
София	Бургас	409 572	175 739 208
Бургас	София	235 728	101 874 336
София	Варна	185 748	97 360 464
Варна	София	136 608	71 928 324
София	Пловдив	316 008	49 297 248
Пловдив	София	365 568	57 028 608
София	Русе	35 808	14 502 240
Русе	София	41 700	16 888 500

Показани са някои основни параметри, характеризиращи превозите с автобусен транспорт - таблица 3 и за железопътен – таблица 4.

Таблица 3

Направление	Честота на движение			Дължина (км)	Времетрайване(мин)	средна скорост (км/ч)	Цена (лв)	Ставка (лв/км)
	Целогодишни	Сезонни*	Брой					
София - Бургас	06:30, 07:30, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 13:00, 14:30, 16:00, 17:30, 15:00, 20:00, 23:00, 22:00	07:00, 07:15, 07:30, 08:30, 14:30, 22:30, 23:00	14	417	360	69.5	16.5	0.040
Бургас - София	05:00, 06:30, 07:00, 08:00, 09:00, 11:30, 14:00, 16:00, 17:30, 19:30, 21:00, 23:00	07:45, 08:00, 08:45, 16:00, 16:30, 23:45	12	417	360	69.5	16.5	0.040

София - Варна	07:00, 07:30, 07:30, 08:00, 09:00, 10:30, 11:00, 12:00, 12:30, 13:00, 13:30, 14:00, 15:00, 16:00, 19:00, 22:30, 23:00	08:00, 08:30, 22:30, 23:00	17	470	465	67	16.5	0.035
Варна - София	02:00, 05:30, 06:45, 07:45, 08:00, 09:00, 11:00, 13:00, 13:30, 14:00, 15:00, 16:00, 16:30, 22:30, 23:00, 00:00, 00:30,	01:00, 06:00, 10:00, 20:00, 21:00	17	470	465	67	16.5	0.035
София - Пловдив	06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00, 16:00, 17:00, 18:00, 19:00, 20:00		15	156	120	78	7	0.044
Пловдив	06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15:00, 16:00, 17:00, 18:00, 19:00, 20:00		15	156	120	78	7	0.044
София	05:30, 06:00, 07:30, 08:30, 09:30, 14:30, 15:30, 17:00, 17:30, 18:30, 19:00		11	324	330	58.9	11	0.034
Русе	02:00, 02:30, 05:30, 06:00, 07:30, 09:00, 11:00, 14:00, 17:00, 18:00, 19:00		10	324	330	58.9	11	0.034

\*Движат само през активния туристически сезон

Повечето от фирмите не посочват точен час за пристигане в крайната гара. Стойностите за времетрайването са ориентировъчни, получени от фирмата.

Таблица № 4\*

от	за	Честота			км	Време- пътуване(мин)	Цена (лв)	Ставка (лв/км)
		Целогодишни	сезонни	Брой				
София	Бургас	22:00, 10:10, 13:15, 07:15	23:15	4	465	450	10.5	0.023
Бургас	София	06:35, 13:25, 22:25	23:00	3	462	450	10.5	0.023
София	Варна	09:15, 13:00, 22:20, 22:55		4	503	543	12.5	0.025
Варна	София	22:00, 22:10, 10:15, 12:35		4	507	543	12.5	0.025
София	Пловдив	08:15, 10:10, 13:15, 17:15, 19:15, 22:00		6	156	150	4.6	0.029
Пловдив	София	08:15, 10:10, 13:15, 17:15, 19:15, 22:00		6	156	150	4.6	0.029
София	Русе	19:05, 22:00, 07:27, 15:00		4	435	405	9.7	0.022
Русе	София	00:20, 06:25, 15:35, 23:02		4	417	405	9.7	0.023

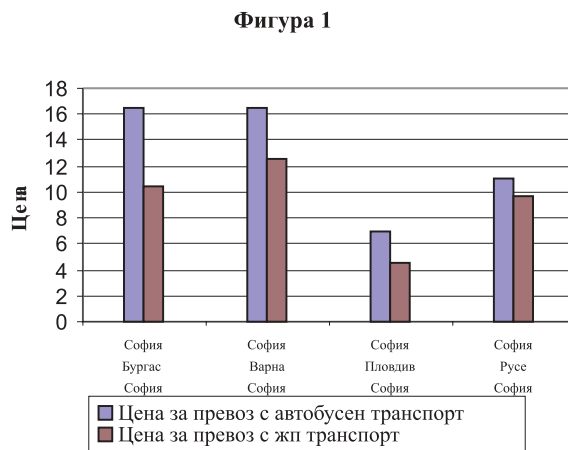
\*Информацията се отнася за бърз влак втора класа

Направен е сравнителен анализ на двата основни фактора, влияещи на пътничкопотока, а именно цена и качество на предлаганите услуги.

Сравнителният анализ между двата основни фактора, влияещи на транспортния пазар са

илюстрирани на фигури 1, 2, и 3.

Фигура 1 отразява разликата в цените на билетите на железопътните и автобусните превозвачи.



Направленията София – Бургас и София – Варна се характеризират с най – високи цени на билетите за автобусния транспорт 16,5 лв. за двете направления, срещу 10,5лв. за направление София – Бургас и 12,5 лв. за София - Варна на железопътния транспорт.

Фактора качество е разделен на честота(брой превозни средства, извършващи превоз на пътници за едно денонощие) и време пътуване за по прецизен анализ.

Фигура 2 представлява броя превозни средства, извършващи превоз на пътници за едно денонощие.

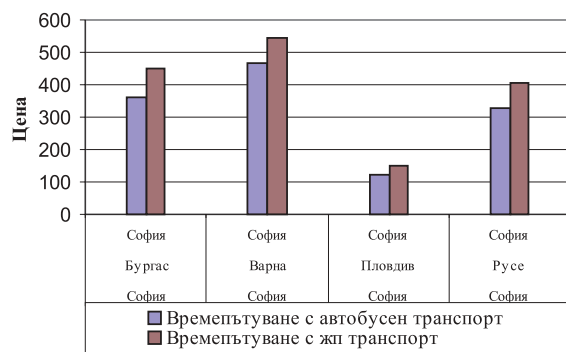
За автобусния транспорт направление София – Варна се обслужва с най - голям брой превозни средства (седемнадесет), в сравнение с изследваните направления, с най – малък брой превозни средства е направление София – Русе. Като за железопътния транспорт направление София – Пловдив ангажира най- много



превозни средства.

Времетраянето с железопътен и автобусен транспорт по направленията София – Бургас – София, София – Варна – София, София – Пловдив – София, София – Русе – София е представено на фигура 3.

Фигура 3



От данните, показани на фигурата се отчита, че направлението София – Варна за автобусния транспорт е с времетраяне 465 минути, а за железопътния транспорт то е 543 минути.

В резултат на направените изследвания и извършения маркетингов анализ можем да направим следните изводи:

- Качеството на предлаганите услуги – комфорт, скорост и честота на движението се различават съществено в полза на автобусния транспорт и влияят върху преразпределението на пазара;

- Клиентите са с високи и средни доходи, като автобусният транспорт превозва основно пътниците с високи доходи. Те държат на високото качество, на имиджа на фирмата и др. Цените на предлаганите услуги не са от съществено значение. С железопътен транспорт пътуват предимно клиенти, които ползват преференции – възрастни граждани и учаци;

- Комфортни условия на пътуване и безплатно предлагане на някои услуги – наличие на климатична инсталация, гледане на филми, предлагане на кафе и други влияят върху предпочитанията на клиента към избора на вида транспорт;

- Предлагане пакети на разнообразни услуги съвместно с тур-операторски фирми;

- Железопътния транспорт осигурява по – голяма безопасност на превозите от автомобилния. Железопътните катастрофи с пътнически влакове са много рядко явление, а човешките жертви при тях са незначителни. Това до някъ-

де привлича повече пътници към железниците, но изисква по – нататъшно повишаване на сигурността и безопасността на пътническите превози;

Редовното и своевременното извършване на превозите също са показатели за качеството на транспортното обслужване с важно значение за пътниците. Осъществяването на редовни транспортни връзки в съответствие с действащите разписания е една от основните задачи на пътническия транспорт. Нередовността води до големи загуби на време, до намаляване на производителността на работниците, пътуващи до местоработата и т.н. За характеризиране на този показател се използва процентът на движещите се по разписание превозни средства. Намаляването му води до отлив на пътници, ползващи се от услугите на железопътния транспорт. Това се отразява твърде отрицателно върху икономическите му показатели и върху конкурентоспособността му;

- Лошото състояние на инфраструктурата води до намаляване на скоростта на пътническите влакове, което означава още по-голямо изоставане на железниците, в сравнение с автобусния транспорт.

Важен показател за качеството на пътническия транспорт е интензивността на транспортните връзки между отделните експлоатационни пунктове, която се определя от техния брой през даден период. При голяма интензивност за всеки пътник се осигурява възможност да извършва пътуването в удобно за него време при минимално изчакване на превозното средство. Най-добри възможности в това отношение предлага автомобилният транспорт. Особено висока е интензивността на движението на автобусите във вътрешноградско и крайградско съобщение. Този показател е едно от най-конкурентоспособните качества на автомобилния транспорт, благодарение на което към него се пренасочват пътници от други видове транспорт. Железопътният транспорт не е в състояние да противодейства ефективно на това конкурентно качество на автобусния транспорт, тъй като не е възможно по принцип пътническите влакове да се движат през малки интервали. Затова пък е много важно те да тръгват от съответните експлоатационни пунктове в най-удобното за пътниците време.

Един от главните резерви за повишаване на удобствата за пътуване е разширяването и модернизирването на материално-техническата база. Паркът трябва да се попълва със съвре-



менни превозни средства, притежаващи посъвършени технико-експлоатационни качества.

Въвеждането на нови форми за обслужване на пътниците като: организиране и снабдяване с билети за пътуване у дома или на работното място чрез заявка по телефона, приемането на багажа на пътниците от дома и доставянето му до дома и др. също ще допринесат за повишаване на конкурентоспособността на железниците.

По-големи са изискванията и към информационното обслужване на пътниците. Информацията трябва да е:

- комплексна, пълна и ясна;
- навременна, достъпна и достоверна;
- четлива и на подходящо място;
- поднесена във вежлива форма, когато се дава от персонала.

Необходимо е усъвършенстването на системата за информационно обслужване да води до съкращаване на времето за даване на информа-

ция, до повишаване на нейната достоверност и достъпност.

Увеличението на цените за пътувания неизбежно ще доведе до отлив на пътници от железопътния към автобусния транспорт. Затова проблемът за повишаване качеството на пътническите превози сега е много актуален, а съществуват и значителни възможности, които трябва да бъдат най-пълно използвани в близка перспектива.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Бакалова, В. Качество и конкурентоспособност на пътническите превози. Сп. "Железопътен транспорт", 6/2001.

[2] Василев, Е. Тенденции в развитието на пътническите превози в железопътния транспорт. Сп. "Железопътен транспорт", 10/1995.

[3] "НИИТ" ООД, "Маркетингови проучвания и анализи на пътническите превози"



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### TRANSECON - URBAN TRANSPORT AND LOCAL SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT (WWW.TRANSECON.ORG)

Klementschtz Roman, Roider Oliver

#### ABSTRACT

*Decisions for urban infrastructure investments are mainly linked to the criteria of transport efficiency. However, such investments have wider socio-economic effects such as employment effects, urban re-generation effects and economic development effects within the area. Such indirect effects are known, but usually not quantified. The European research project “TranSEcon” is focussing on these socio-economic effects by carrying out an ex post cross-site evaluation throughout 13 European cities, including Vienna (Austria) and its metro line U3.*

**Key words:** TRANSECON, transport infrastructure, socio-economic effects, urban transport, public transport, metro, Vienna.

#### THE EUROPEAN RESEARCH PROJECT

##### INTRODUCTION

The project TranSEcon addresses “*task 2.1.2/4, cluster on socio-economic impacts of transport investments and policies and network effects*” under the key action “*sustainable mobility and intermodality*” in the fifth framework programme of the European Commission.

Urban transport policies and investments are implemented on the basis of urban transport planning and management and therefore their evaluation is usually linked to the performance in terms of transport operations (e.g. travel-speed or travel-safety). However, urban transport policies and investments may have wider socio-economic impacts and effects not only along the corridor or within the areas that are designed to serve, but throughout the city-region and through time. Therefore it is necessary to carry out research in

evaluating these socio-economic impacts and effects stemming from urban transport policies and investments.

The research partnership involves 16 organisations (6 universities, 2 research centres, 7 consultancies) in 9 EU member states, an EEA country (Switzerland) and an accession country (Slovakia).

##### OBJECTIVES OF THE PROJECT

The main expected technical achievement of this research work is to provide documentary evidence regarding the existence of social and economic long-term impacts and effects of urban transport investments and policies (so called “indirect effects and impacts”) in order to support city authorities in their transport and related policy development and infrastructure planning as well as to support relevant EU policies.

The long-term effects of implemented large scale infrastructure investments considering all

---

Klementschtz Roman, Dipl. Ing., Institute for Transport Studies University Bodenkultur, Peter Jordan Strasse 82, A-1190 Vienna, Austria rklement@edv1.boku.ac.at

Roider Oliver, Dipl. Ing., Institute for Transport Studies University Bodenkultur, Peter Jordan Strasse 82, A-1190 Vienna, Austria roider@boku.ac.at

types of mode are to be analysed using existing databases as well as conducting stakeholder interviews in the 13 European case study cities. The selected case studies cover a wide range of city types in terms of geographical distribution, city size, transport policies and investments.

The methodology is driven from a multi-disciplinary perspective requiring expertise in related fields such as: urban and regional land use planning and sustainable development planning, urban re-generation and renewal design, implementation and management, sociology, macro-economics, development economics, labour economics, political science, decision making process, organisation science and institutional development. Thus the project approach is not only to concentrate on the normal transport-related socio-economic impacts (e.g. modal split changes, accessibility improvements, time savings, vehicle operating cost changes, environmental and safety benefits, revenues and financial concerns).

## SOCIO-ECONOMIC EFFECTS OF URBAN TRANSPORT INVESTMENTS

What can be understood by socio-economic effects of transport policy measures? **Economic effects** are:

- ◆ broadening the access of employers to a pool of qualified labour,
- ◆ the extension of market areas for goods and services,
- ◆ the attraction of foot-loose inward investment,
- ◆ bolstering the image of an area,
- ◆ unlocking suitable development sites and
- ◆ spending or employment effects.

Meanwhile **social effects** are:

- ◆ improved access to mobility for disadvantaged people,
- ◆ better accessibility of basic services,
- ◆ achievements in terms of safety in traffic and security in public space, but also
- ◆ reducing the burden of nuisances in urban or suburban areas and thus improving health conditions.

The term “**socio-economic effects**” refer to a conglomerate of such economic and social effects. In addition it includes environmental impacts.

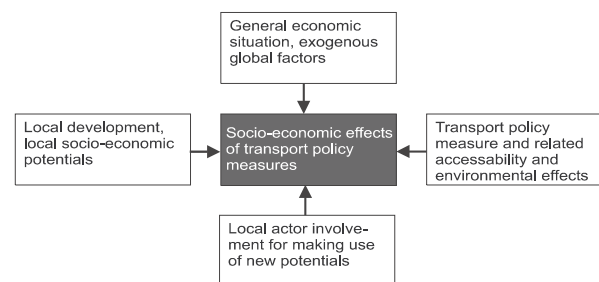
An important aspect of these socio-economic effects of traffic infrastructure is, that it cannot be evaluated without taking into account contextual determinants. Some of these determinants are exogenous (i.e. they can not be influenced at a local

or regional level), others are endogenous (i.e. a matter of local or regional intervention).

Beside the transport policy measure itself three other system elements have to be considered if measuring these socio-economic effects and impacts of transport policy measures (figure 1):

Firstly, one has to consider the local socio-economic potentials as follows: What is the given attractiveness of the location (landscape, cultural setting, noise levels etc.)? Who is already there (type of inhabitants, businesses, service facilities)? What is the level of land prices and local taxes? What is the possible function of the area in relation to the entire city? Is there a potential for further economic development that can be better used if only accessibility is improved?

Secondly, one has to consider the general economic situation at the time of the development and realisation of the transport policy measure. The economic context, especially the general investment climate, defines the demand for land use development.



**Figure 1: System analysis of relevance of transport policy measure for socio-economic development**

Thirdly there is a necessity for insight into local actor involvement and pertinent political and institutional determinants. For example, are there any formulated strategies and development scenarios that are implemented by means of urban governance? What is the role of public authorities, decision-makers, business circles and other interest groups in developing land along traffic corridors? Positive spatial effects may rely on early co-ordination between different policies such as spatial planning, traffic, environment, finances and social policy. They may also need co-operation between different governmental and non-governmental actors. In this context, important determinants are the personal and institutional capacities to act, available resources (know-how, capital) and the will to overcome barriers, including those that can exist

between different territorial units.

The life-cycle of a transport infrastructure investment can be classified in the following phases (figure 2):

- ◆ the planning, evaluation and design-phase, where the political decision is made,
- ◆ the construction phase,
- ◆ the operation phase.

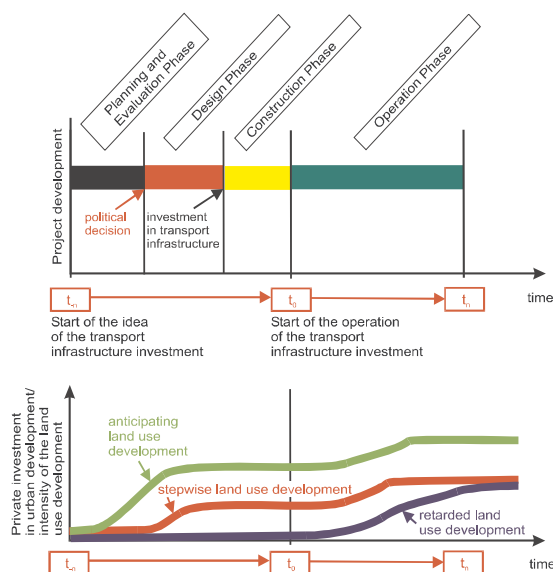
The planning and evaluation phase of a potential infrastructure investment normally provides an estimation of its forecasted quantitative and qualitative effects. This helps the decision makers to start or to reject the project. The estimation consists normally of cost benefit calculations and descriptions of other societal benefits. In order to make a positive decision to invest (the decision to start the transport infrastructure investment) more positive than negative effects and expectations need to exist. The investment must be seen to be beneficial for the city and it must be seen to support the transport and mobility policy of society.

Direct effects and impacts during the construction phase can be negative for the use of the (public) transport system, if the construction work hinders the use of public transport (lack of service, poor replacement services, poor temporary connections etc.). The effects can be seen, e.g. in passenger statistics and in general opinions collection (e. g. complaints) concerning the construction phase. The construction phase can change the modal split at least temporarily if the former users of public transport shift to private car use (more private car users in the area where the construction work is done). From a marketing and public acceptance point of view, there is a need for minimizing the negative impacts of any new transport system during the construction phase.

As TranSEcon is focused on the investigation of socio-economic effects and impacts, the influence of the different phases on these effects have to be particularly considered. Transport policy measures, especially infrastructure investments, can have an effect on real estate development at different phases of the infrastructure investment life cycle (figure 2). Decisions for private investments can occur long before a political decision is taken on the infrastructure investment, during construction or after start of operation. In the context with the phases of the infrastructure measure, the socio-economic impacts could occur earlier and/or later. This time shifts can have a great influence on the result of the evaluation.

The reasons for such anticipating, stepwise or retarded private reaction on infrastructure

investment may be that not all real estate developers assess investment risks in the same way, and that local or general economic contexts of private investment show certain cycles as well. It is common knowledge that infrastructure investment cycles and private investment cycles often do not have the same rhythm. Monitoring of socio-economic effects of transport infrastructure and policy measurers must take account of such interference.



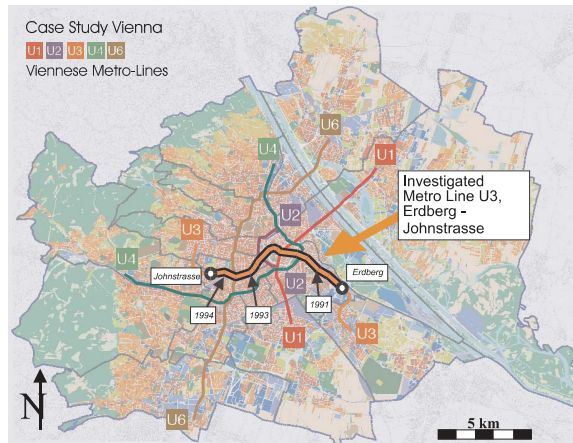
**Figure 2: Infrastructure investment and land use development**

## THE CASE STUDY VIENNA

Vienna has a population of 1.6 million inhabitants with a car ownership rate of 395 cars per 1000 inhabitants in the year 2000. In 1966 the local government of Vienna agreed to establish the underground network for the city of Vienna, based on an old railway system which was constructed at the beginning of the last century. Construction of the underground was phased in two main construction periods, 1978 – 1982 in which the basic network was completed, and 1989 – 2000 in which the rest of the currently existing network was completed. Today the underground network consists of 5 lines with about 65 km.

The case study selected for TranSEcon is the centre part of the underground line U3 (figure 3) which connects the 3<sup>rd</sup> district in the south-east of the city with the western part of the city, passing through the city centre. The first section was opened in 1991 with 9 stations and a length of 4.9 km connecting the 3<sup>rd</sup> district with the city centre. In

1993 the U3 was extended for a further 1.9 km long section with 3 stations, and in 1994 an additional 1.4 km track and 2 stations were added. The travel time for all sections is about 17 minutes in total connecting 5 Viennese districts. Unlike some other lines in Vienna the track of the U3 is completely under the surface, except the terminal station at the end of the line.



**Fig. 3 Case study Vienna, metro line U3**

As the U3 is a diametrical line it crosses several different areas of urban characteristics. The eastern and western parts of the line are areas of middle to low land price. The middle section crosses the inner city high land price area. Due to the construction of the underground some tram-links were closed down on the route of the underground. This gave the opportunity to reconstruct the surface in many parts along the line in a pedestrian friendly way.

**Economic development effects**

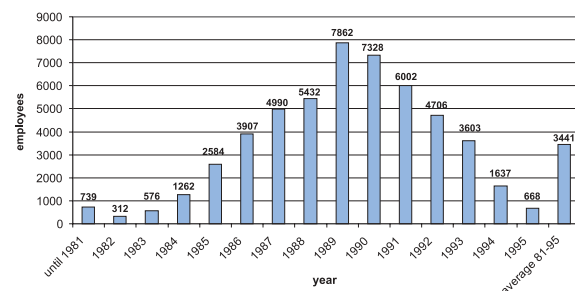
Since the beginning of the infrastructure project in 1966 (evaluation phase until 1980) 1936 M€ have been invested in Vienna’s metro line U3 (sector Erdberg - Johnstrasse) until 1995.

To be able to model these effects, the investment was split into 4 different sectors: construction, metal sector, electric/electronic sectors and related services. In the sector construction in total 1515 M€ have been invested over the period 1981-1995 (yearly average over 15 years 101.01 M€). In the metal sector in total 266.29 M€ (on yearly average 17.75 M€) have been invested, in electric and electronic sectors in total 38.51 M€ (on average 2.57 M€) and in related services 116.05 M€ (on average 7.74 M€).

The dynamic results are calculated using the scenario technique. Scenario 1 assumes that no traffic infrastructure investment is undertaken and

scenario 2 assumes that the infrastructure investment is undertaken. From the different development of these two scenarios, i.e. the different results of these two dynamic simulations, the additional value added effects can be calculated, which are demonstrated in employment, additional regional GNP, and regional income. These dynamic simulations contain all induced multiplier effects caused by the infrastructure investments, i.e. all indirect effects are captured and the additional value added is quite often sizeable as the following results demonstrate.

On average the additional regional GNP over the period 1981-1995 is 275 M€. The highest values with a range from 434 to 628 M€ are for the years 1988-1991. The additional regional employment is quite considerable as well. On average over the period 1981-1995 3441 people got an additional job. The highest additional regional employment figures are again for the years 1988-1991 (figure 4). The additional regional income is considerable as well. On average the additional regional income over the period 1981-1995 is 175 M€. Again the highest values are for the years 1989 (with 400 M€), 1990 (373 M€) and 1991 (305 M€). In general these results show, that the regional value added (expressed in regional GNP, employment and income) of this infrastructure investment of the metro U3 is considerable.

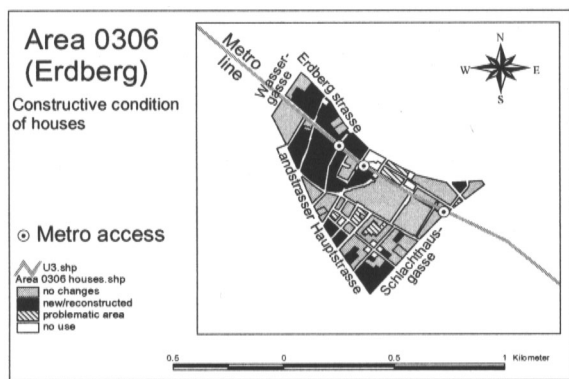


**Fig. 4 Employment effect of Metro line U3**

**Urban re-generation effects**

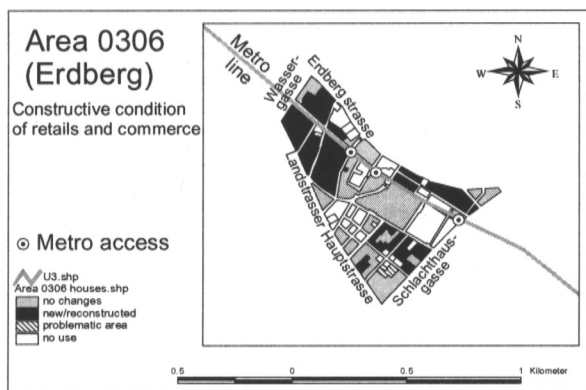
For the investigation of the urban re-generation effects two areas were chosen, one with access to the metro line U3 (sample area) and another so called reference area without any metro access, but similar in its size, land-use pattern, housing structure, inhabitants structure and its distance to the city centre. Both areas were inspected on foot and the whole area was recorded in terms of constructive condition of houses, commerce and retail as well as street furniture.





**Fig. 5 Constructive condition of houses (sample area)**

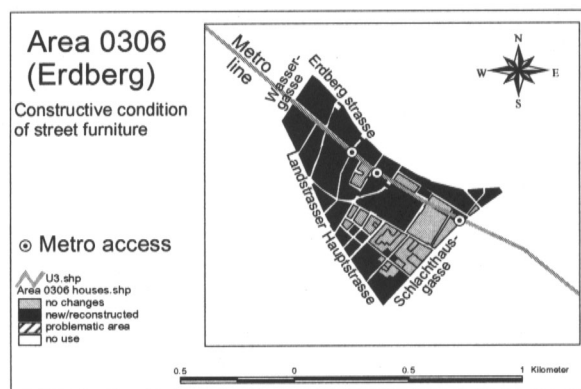
In general, the constructive condition of houses differs only slightly between the two areas due to a well developed subvention system for renovations or improvements of buildings without any precondition in terms of accessibility to public transport. However, a higher number of totally new constructed buildings can be found in the sample area (five) compared with the reference area (two). This development is mainly depending on the opportunity of demolishing old buildings in the area investigated and is supported by the construction work for the metro line (figure 5).



**Fig. 6 Constructive condition of commerce and retail (sample area)**

Comparing the development of commerce and retail of both areas, the difference is significant. The new metro access stimulates the commercial activities in the sample area (figure 6), such as new supermarkets, restaurants, ware-houses and a small shopping mall as well. In the reference area the situation is something between stabile and slightly decreasing. Only one new shop was opened in the last years, but some were closed as well.

The difference in the development, design and condition of street furniture including public areas like parks or play grounds is significant as well. The situation in the reference area is stabile, the area is well developed, but in the sample area the situation is very dynamic (figure 7). Most of the streets were redesigned, trees were planted, parking was re-organised, parks and play grounds were renovated after the metro construction work had been finished. This concerns not only streets, where the metro was constructed, but also streets, where parallel tram lines were closed down due to the new metro line service.

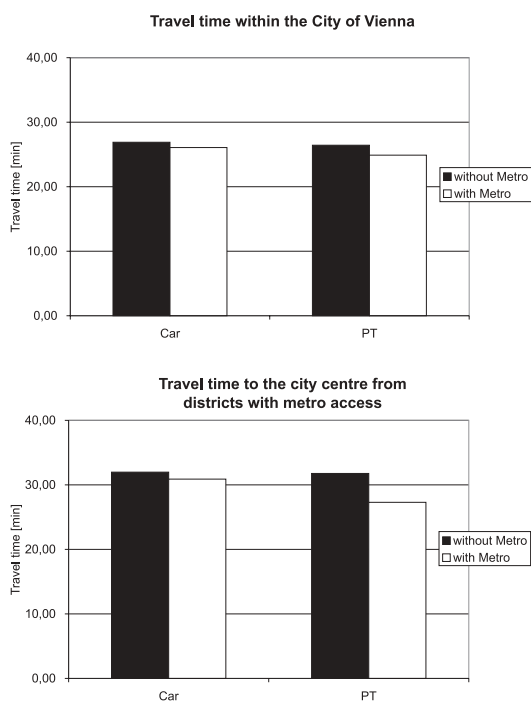


**Fig. 7 Constructive condition of street furniture (sample area)**

### Effects on accessibility

The effect of accessibility of the city of Vienna is significant (figure 8 and 9). The travel time is reduced by 4,5 minutes on the average for all those public transport passengers with origin or destination in one of the districts with access to the metro on the one hand and the city centre on the other. For the whole public transport system in the city an average reduction of 1,5 minutes per trip can be achieved.

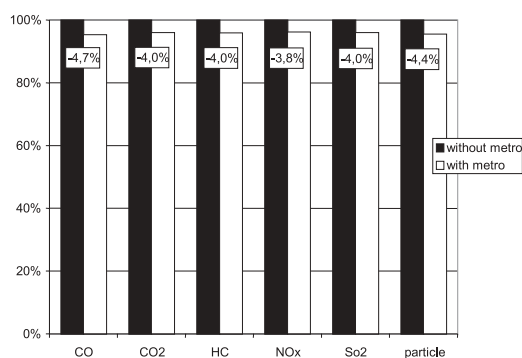
Additionally, the private car traffic is influenced. A reduction of the average travel time by car from about 27 minutes to 26 minutes can be achieved for the whole city of Vienna due to less congestion caused by the shift of demand from private car traffic to the public transport sector. The share of public transport trips increases from 33,09 % to 33,35 %. This leads to the conclusion that the metro line improves the accessibility for all travelers within the city, caused either by direct or indirect network effects.



**Fig. 8 and 9 Changes in accessibility due to the construction of metro line U3**

**Environmental effects**

The modal shift from car to public transport causes a reduction of car mileage and congestion within the city and leads to a reduction of emissions of about 4 % per harmful chemicals for the city of Vienna (figure 10).



**Fig. 10 Changes in emissions caused by the traffic in Vienna due to the construction of metro line U3**

In detail, the following reduction of emissions can be achieved per workday within the city: 2 tons of CO-emissions, 150 tons of CO<sub>2</sub>-emissions, 0.2 tons of HC-emissions, 0.25 tons of NO<sub>x</sub>-emissions, 0.03 tons of SO<sub>2</sub>-emissions and 0.02 tons of particle-emissions. This leads to a reduction of illness of inhabitants within the city (e.g. cancer, lung diseases) and less damage on buildings and vegetation. Therefore the quality of life in the city is increasing, external costs of transport are reduced and are relieving the budget of the public sector. Additionally, the reduction of the CO<sub>2</sub>-emissions is a contribution for meeting global targets.

**CONCLUSIONS**

The socio-economic effects of the case study Vienna (metro line U3) are significant in terms of economic development, urban re-generation, accessibility and environmental effects and capable to improve the quality of life in the city targeting a well developed but sustainable mobility. These effects are strengthening the attractiveness of the city in regional and international competition.

The project TranSEcon is ongoing until December 2003, the next step is the cross site evaluation of all 13 European case study cities to get knowledge about different efficiencies of different investments and different transport policies in different regions.

**REFERENCES:**

[1] Schneider F., The value added effects of traffic infrastructure investments for the city of Vienna over 1981-1995, Linz, 2001 (internal paper, not published yet).  
 [2] Keranen M., Vilkman-Vartia A. Sammer G., Roider O., Klementschtz R., Transecon, Common analytical framework, deliverable 2, Vienna, Brussels, 2002.  
 [3] Sammer G., Roider O., Klementschtz R., Analytical framework for long-term assessment of urban large scale infrastructure investments, proceedings of seminar on rules for assessment of Transport projects and Policies, Brussels, 2002.

Remark: The results of socio-economic effects of all 13 case studies will be published in deliverable 5 (April 2003) and published for download after approval by the European commission on the project’s internet homepage: [www.transecon.org](http://www.transecon.org).





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### CONSTRUCTION TIME INFLUENCE ON SOCIAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE INVESTMENTS

Popa Mihaela

#### ABSTRACT

*The transport infrastructure works are seldom scheduled into some stages to avoid over-dimensioning of the infrastructure capacities and to gradually incorporate the extra capacities. The used methodologies to select the due dates of every stage (among the logical successive set of works, on a certain period of time) ignore the duration of the works and its negative effects on the traffic. This paper proposes to take into consideration the users' social costs (value of time and running costs) during the works besides amount of investments.*

**Key words:** investment scheduling; social efficiency; users' costs; works duration; due dates.

#### INTRODUCTION

Because of the significant amount of the transport infrastructure investments, the transport supply has to be dynamically adjusted to the transport demand.

The capacity function of TI is inevitably a step function, which follows the traffic growth (necessary capacity). In this way the extra capacity should be no longer unused. Only some successive works are able to represent a coherent scheme with practical value, in case of the transport infrastructure with regulated access (railways, ports, airports, etc.).

Thus, the number of analyzed alternative schemes is significantly reduced. The capital flows immobilized into the transport infrastructure works induce the inhibition of private investment in case that the capital is exclusive a local one [5].

On the other hand the repeated intervention on a transport infrastructure must be restricted by the minimum duration between two successive interventions. There are some papers ignoring this specific issue of the transport infrastructure works planning [4].

The optimization of the transport infrastructure strategy uses the mathematical models of dynamic programming [9] but the objective function is only the amount of investments.

The transport infrastructure is a public good and the objective function of its optimisation must be a social-economic one. This means that the social cost of the users has to be introduced beside the invested capital.

The starting time of transport infrastructure works, related on amount and trend of traffic flow, and time of the works execution should be a norm of the transport infrastructure strategy connected to the sustainable development.

#### MODEL OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE INVESTMENTS SCHEDULING

Let's take into consideration the planning period of time  $[t_0, T]$  and the traffic flow (necessary capacity),  $Q_{nec}$ , which depends on  $t$  (linear growth):

$$Q_{nec} = Q_0 + q \cdot t \quad (1)$$

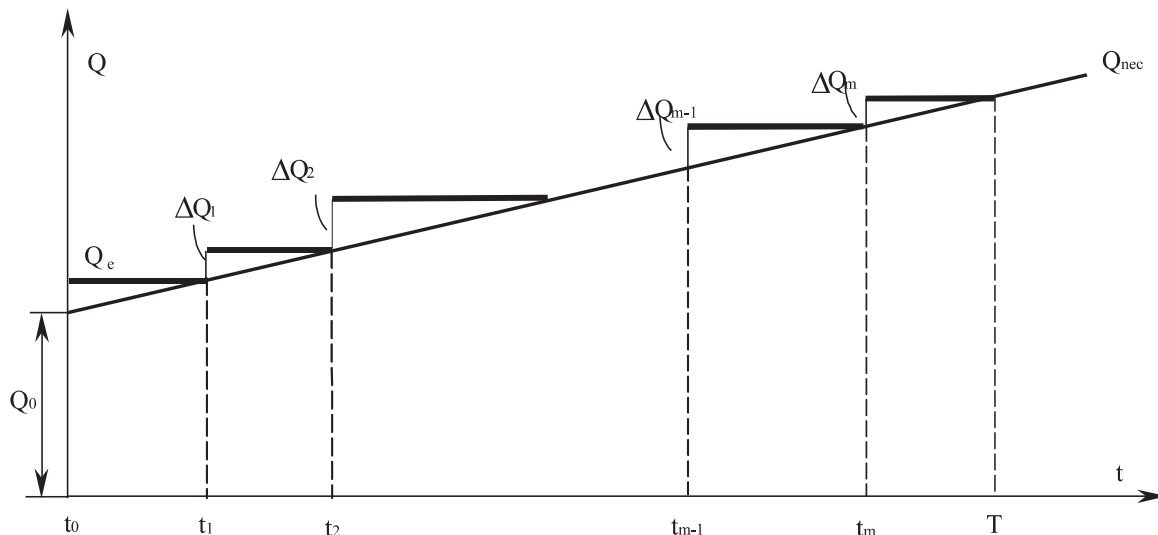


Fig.1 Gradual development transport infrastructure

where:

$q$  is the annual rate of traffic growth, statistically determined and correlated to the most important social and economic factors of national (regional or local) development;

$Q_0$  - traffic at the starting point of the related period,  $t_0$ .

The extra capacity,  $\Delta Q_m$  is usually proportional with the amount of invested capital,  $I_m$  in each stage,  $m$  (Fig.1):

$$I_m = \alpha_m \cdot \Delta Q_m \quad (2)$$

with  $\alpha_m$  - the capital investment of the added extra capacity unit.

In figure 1,  $Q_e$  is the existing capacity at the analysis starting point,  $t_0$ . There are many studies [10] which define construction and maintenance costs for different types of transport infrastructure dependent on the added capacity. For the reason of simplicity these functions are continuous.

Thus, every stage investment is:

$$I_1 = \alpha_1 \cdot \Delta Q_1 = \alpha_1 \cdot q \cdot (t_2 - t_1) \quad (3)$$

$$I_2 = \alpha_2 \cdot \Delta Q_2 = \alpha_2 \cdot q \cdot (t_3 - t_2)$$

$$I_{m-1} = \alpha_{m-1} \cdot \Delta Q_{m-1} = \alpha_{m-1} \cdot q \cdot (t_m - t_{m-1})$$

$$I_m = \alpha_m \cdot \Delta Q_m = \alpha_m \cdot q \cdot (T - t_m)$$

In relations (3) there are known  $t_1 = \frac{Q_e - Q_0}{q}$

and  $T$ .

The objective function is the discounted sum of the invested capital on the related planning period to supply the necessary capacity of transport infrastructure.

This sum has to be a minimum one:

$$\min \sum_{i=1}^m I_i^a = \min \frac{\alpha_1 q (t_2 - t_1)}{(1+a)^{t_1}} + \frac{\alpha_2 q (t_3 - t_2)}{(1+a)^{t_2}} + \dots + \frac{\alpha_{m-1} q (t_m - t_{m-1})}{(1+a)^{t_{m-1}}} + \frac{\alpha_m q (T - t_m)}{(1+a)^{t_m}} \quad (4)$$

where  $I_i^a$  is the capital investment of the  $i$  stage, discounted to the present value in starting time with discount rate,  $a$ .

The solutions of relation (4) are  $t_2, t_3, \dots, t_m$  and  $I_2, I_3, \dots, I_m$  (every stage investments).

The formulation of the problem (4) is suitable for dynamic programming.

The method of dynamic programming is based on the "Principle of Optimality" of Bellman [1], which states: "an optimal series of decision has the property that no matter what the previous decision or the initial state was, the next decisions form an optimal policy for the situation that existed after the preceding decisions".

According to this principle, the whole process is supposed to be known up to the last but one stage,  $m-1$ .

The moment  $t_m$ , depending on  $t_{m-1}$ , results out of the next condition:

$$\min(I_{m-1}^a + I_m^a) \quad (5)$$

or

$$\min \frac{\alpha_{m-1} q (t_m - t_{m-1})}{(1+a)^{m-1}} + \frac{\alpha_m q (T - t_m)}{(1+a)^m} \quad (6)$$

Relation (6) exists if  $\frac{d(I_{m-1}^a + I_m^a)}{dt_m} = 0$  and

$$\frac{d^2(I_{m-1}^a + I_m^a)}{dt_m^2} > 0.$$

The moment  $t_m$  results from:

$$(1+a)^m + t_m \cdot \frac{\alpha_m}{\alpha_{m-1}} (1+a)^{m-1} \cdot \ln(1+a) - \frac{\alpha_m}{\alpha_{m-1}} (1+a)^{m-1} [T \cdot \ln(1+a) + 1] = 0 \quad (7)$$

If  $t_m = f(t_{m-1})$  is the solution of (7) then we are able to state minimum condition taking into consideration the previous stage,  $m-2$ :

$$\min(I_{m-2}^a + I_{m-1}^a + I_m^a).$$

With the same logic, we find the condition of the step by step optimising of the first stage in a reversed process.

## SOCIAL COST OF TRANSPORT SERVICE – OBJECTIVE FUNCTION

During the working stage on transport infrastructure there are many negative effects supported by the transport infrastructure authority and the users. A more accurate analysis has to take into consideration these disutilities.

We introduce in the objective function the running cost of the vehicle and the cost of spent time in traffic besides the amount of investments.

The main components of running cost are fuel and grease consumption; wear on tyres, maintenance and other repairs, etc. The level of every component depends mostly on the vehicle type. If we consider an “average vehicle” with an “average annual usage”, we will be able to find a running cost function depending on level of service (traffic flow and capacity ratio or necessary capacity,  $Q_{nec}$  and existing capacity  $Q_e$  ratio),  $\rho$ . The most common functional form of running cost is [6]:

$$C = C_0 [1 + \alpha (Q_{nec} / Q_e)^\beta] \quad (8)$$

where

$C_0$  is running cost on a distance unit in free traffic conditions,

$\alpha, \beta$  - parameters of the model calibration.

The most important difficulties to calibrate this running cost function there are:

- the period of day time when the observations are taken,
- the observer locations on the road,
- the structure of traffic flow and the used methods to estimate this traffic in passenger car equivalents [3].

The case study considers an average car with engine capacity about 1300 cc and usage about 12000 km/year. Taking in account the numerous experiments and measurements [7], [8] and the methodology from [10] we used the following functional form depending on  $\rho(t)$ :

$$C = k_1 + k_2 \cdot (\rho(t))^\gamma \quad (9)$$

The traffic flow and capacity ratio,  $\rho$  is dependent on t:

$$\rho(t) = \frac{Q_0 + q \cdot t}{Q_e + \sum_{j=1}^{m-1} \Delta Q_j} \quad (10)$$

where

$Q_e$  represents the existing capacity at the starting time  $t_0$ ,

$\sum \Delta Q_j$  - the total added capacity in all previous stages of the planning process,  $m-1$  (when  $t \leq t_m$ ),

$q$  - the growth of traffic per year or month (if we need a very rigorous analysis).

The social **value of time** spent traveling is used to assessing the projects efficiency; this value is a result of conscious choices of the society. This result depends on the economic and social importance of the earned time obtained from the transport infrastructure improvement.

The choice of the individual is not always according with social aim but there is dependence between his income and value of the travelling spent time unit. The evaluation of social value of time is based on this dependence.

There are many works on the relationship between travel time and traffic flow and capacity ratio [10], [11].

The functional form of time depending on level of service (LOS) is a derivate from the so-called

“fundamental diagram” (relationship between operating speed and flow/capacity ratio) [11].

We used in the study case the following form:

$$t = t_0 + k_t \cdot (\rho)^7$$

where

$t_0$  represents the spent time to travel on an 1 km road (in the LOS A conditions of free traffic with a certain operating speed),

$k_t$  - calibration coefficient.

The exponent of  $\rho$  is chosen for computational advantages when the same exponent is used to describe all functions of users costs [10]. The average value of time unit spent travelling,  $V_t$ , and average number of passenger per car,  $n_p$ , are obtained from statistical dates of Romanian road users [12].

Thus, the functional form of cost with spent time travelling depending on the flow/capacity ratio (relation 10) is most likely the relation (9).

### THE OPTIMAL STARTING TIME OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE WORKS

Let’s analyze the works planning of an urban tram infrastructure.

During these works, let’s consider that the capacity of road is diminished by  $\delta_m$  % of his installed capacity in each stage.

According the specific works in each stage,  $m$  there are a specific duration of the works, denoted with  $d_m$ .

We consider also that the car traffic is growing in the same manner (with or without the tram

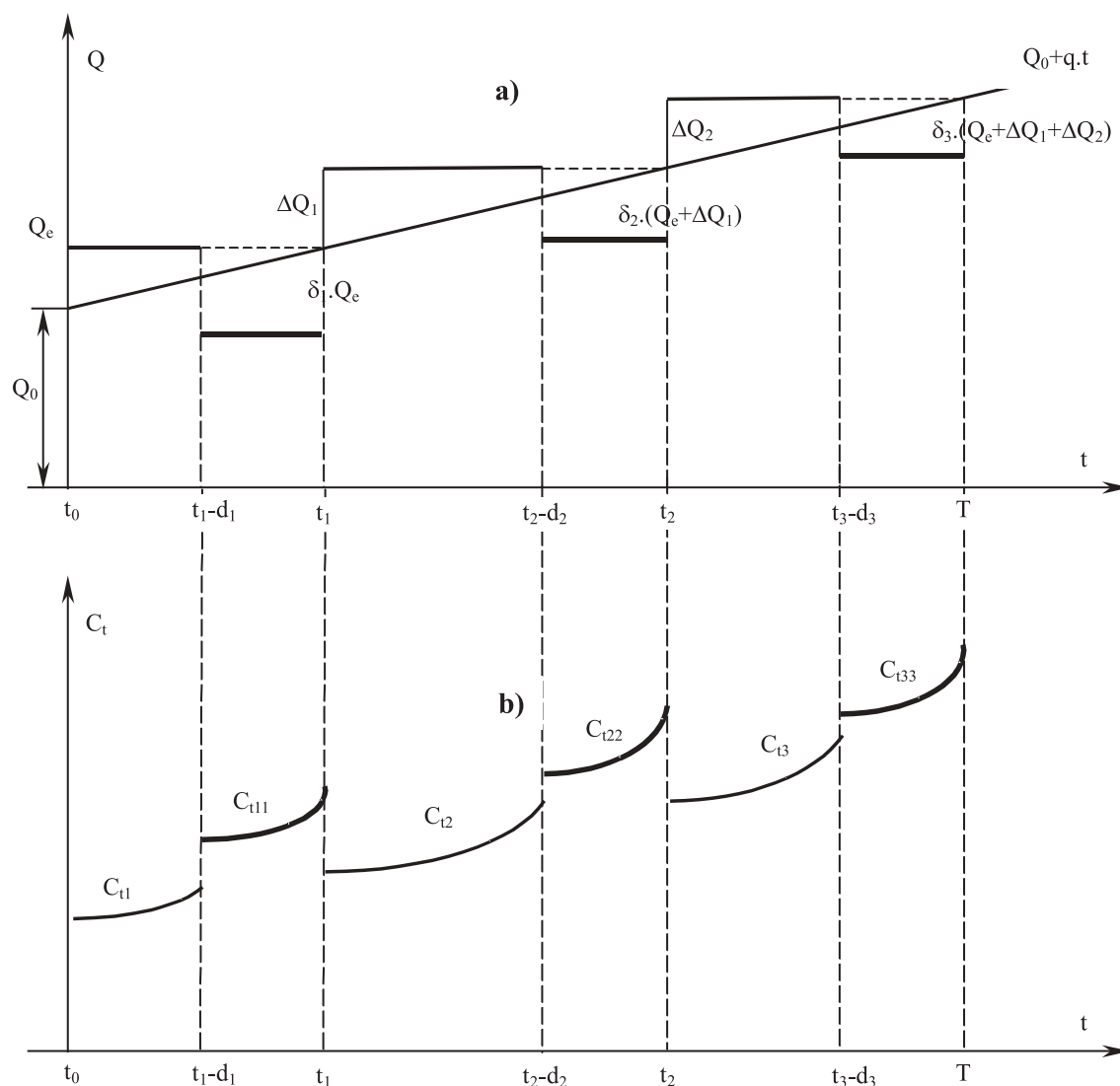


Fig.2 The capacity function - a), and the users costs functions – b) during the transport infrastructure works in a three stages planning

infrastructure works) because there is no more attractive alternative route to follow. The capacity function of the road in each stage is the one represented in figure 2a.

The total user cost function before the works starting, in each  $m$  stage is denoted with  $C_m$  and the total cost function during the works in the same stage  $m$  is denoted with  $C_{mm}$ . These curves shown in Fig. 2 are qualitative ones.

Both sets of functions are depending on the traffic/capacity ratio ( $\rho_m$  and  $\rho_{mm}$  respectively), which is depending on traffic growth and the elapsed time:

$$\rho_m = \frac{Q_0 + q \cdot t}{Q_e + \sum_{j=1}^{m-1} \Delta Q_m} \quad (11)$$

when  $t \in (t_{m-1}; t_m - d_m)$

$$\rho_{mm} = \frac{Q_0 + q \cdot t}{\left( Q_e + \sum_{j=1}^{m-1} \Delta Q_m \right) \cdot (1 - \delta_m)} \quad (12)$$

when  $t \in [t_m - d_m; t_m]$ .

It is worth noting the importance of the financing conditions of each works stage.

The present model considers an equal distribution of the capital flows during the works but, of course, different financial conditions can be analyzed.

Because of continuity of total users cost functions, we have to consider the continuous discounting method.

Thus, the total sum  $S$  of total invested capital,

$S_I$ , total users costs before the works starting  $S_m$ , and total users costs during the works, discounted

to the present value in the starting year  $t_0$  in the whole related period's time is:

$$S = S_I + S_m + S_{mm} \quad (13)$$

where

$$S_I = \sum_{j=1}^m \int_{t_j-d_j}^{t_j} \frac{I_j}{d_j} e^{-a(t+t_j-d_j)} dt$$

$$S_{mm} = \sum_{j=1}^m \int_{t_j-d_j}^{t_j} (K_1 + K_2 \rho_{jj}^7) (Q_0 + qt) e^{-a(t+t_j-d_j)} dt$$

$$S_m = \sum_{j=1}^m \int_{t_j-d_j}^{t_j} (K_1 + K_2 \rho_j^7) (Q_0 + qt) e^{-a(t+t_j-d_j)} dt$$

We use  $K_1$  and  $K_2$  to refer both coefficients of the user cost functions (the running cost and the spent time travelling cost).

The optimal moments to open the new capacities

$t_1, t_2, \dots, t_m$  results from the condition:

$$S \Rightarrow \min \quad (14)$$

and, as a consequence, the starting moments of the works:

$$t_1 - d_1, t_2 - d_2, \dots, t_m - d_m.$$

We used the same "Principle of Optimality" of Bellman to solve the problem (14) in the already exposed way.

MathCAD 8.0 was the software used for that.

## CONCLUSIONS

The case study, as we have already mentioned, refers to the investment planning of the capital expenditure during some years to separate the infrastructure tramway (or light rail) from the road traffic, in Bucharest.

The used methodology considers some positive effects (improving speed of transit mode and the diminishing travel time between some of the dense - populated neighbourhoods of Bucharest; improving of the time - table keeping of transit service and from that, increasing the transit vehicle occupancy and growth of the revenues) and negative effects during the works time supported by the cars users.

The major difficulties rise from the great amount of the statistical data series and the necessity of the high accuracy of the road demand prognoses.

Well notice that the urban travel behaviour is rapidly changing in the last years; more and more users leave the transit mode and choose the car commuting, despite of the age and depreciation state of cars (most of them the second hand cars).

On the other hand, there are many changes in the residential location. Bucharest suburbs are preferred because of the natural trend to the low urban density residence (the same occurs in others major cities of the country). In this way there are even more car users.

The authority concern is increasing and it is expecting also increasing the allocated public funds to the improving urban public transport.

With a grater concentration of the production

capacities and also the labour force the specific works for each stage can be reduced; this means that shorter execution periods need greater financial efforts. The presented model can be also used for the choice of the best distribution of the capital flow in each stage.

One more time, the scheduling of the capital expenditure for transport infrastructure is a necessity, in a scarcity of investment capital. In a coherent development strategy, a cross financing of some transport infrastructure projects can be approached. All these projects must be necessary and should be resulted out of a complex ranking process [2].

## REFERENCES

- [1] Bellman, R.E. Dynamic Programming. Princeton University Press, 1957.
- [2] Gwilliam, K.M. Transport Project Appraisal at the World Bank. OECD Seminar on Evaluation Methodologies for Infrastructure Investments and Urban Sprawl, Paris, 29-30 June 2000.
- [3] Huber, M.J. Estimation of passenger car equivalents of trucks in traffic stream. Transportation Research Record, 869, 1982, p. 60-70.
- [4] Matsunaka, R., Aoyama, Y., Nakagawa, D. An optimisation of the construction/ improvement process of the urban road network using a Genetic Algorithm, CUPUM, Hawaii, 2000.
- [5] Nijkamp, P. Infrastructure and regional development; a multidimensional policy analysis. Empirical Economics, 1986, p.1-21.
- [6] Ortuzar, J. de Dios, Willumsen, L. Modelling transport. John Wiley & Sons, New York, 1994.
- [7] Pignataro, L.J. Traffic Engineering. Theory and Practice. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, 1973.
- [8] Popa Mihaela. Evaluarea proiectelor de investitii in infrastructurile de transport. (*Eng.* "Assessing of Transport Infrastructure Investment") Editura Bren, Bucuresti, 2000.
- [9] Raicu, S., Masala, Gh. Transport feroviar. Functionare – Dezvoltare – Eficienta (*Eng.* "Railway Transport. Operating – Development – Efficiency"), Editura Stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti, 1981.
- [10] Steenbrink, P. Optimization of transport Networks. John Wiley & Sons, London, 1978.
- [11] \*\*\* Highway Capacity Manual, Special Report 209, third ed. Transportation Research Board (TRB), Washington, DC, 1994.
- [12] \*\*\* Anuarul statistic al Romaniei (serii de timp 1990–2000) (*Engl.* Romanian Statistical Yearbook). Comisia Nationala de Statistica, Bucuresti, 2001.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МАКРОИКОНОМИЧЕСКО РЕГУЛИРАНЕ И РАЗВИТИЕ НА ТРАНСПОРТНИЯ ПАЗАР В БЪЛГАРИЯ

Мария Славова-Ночева

#### АНОТАЦИЯ

*В разработката се изследват някои проблеми на макроикономическото регулиране, взаимосвързано с развитието на транспортния пазар. съществено място в нея се отделя на мястото на държавата в процеса на регулиране на транспортния пазар в България. Заедно с това се разглеждат неравностойните условия на конкуренция между отделните видове транспорт, изискващи една по-ефективна държавна намеса. Акцентира се на макроикономическото регулиране, свързано с фискалната политика у нас и с изискванията за интеграция с Европейската транспортна система.*

**Ключови думи:** макроикономическо регулиране; транспортен пазар; антимонополна политика; лоялна конкуренция; нелоялна конкуренция; фискална политика.

Известно е, че в пазарното стопанство ресурсите се разпределят преди всичко в зависимост от търсенето и предлагането. В своето действие обаче пазара поражда някои дефекти. Това налага държавата, паралелно с “невидимата ръка на пазара”, да се намесва в определени стопански и социални дейности на обществото.

Държавата защитава правата на собственост и конкуренцията, като основополагащи принципи на пазарната система. Многообразната й дейност създава представа, че тя е панацея на проблемите, които изпитва пазарното общество. В същото време трябва да се подчертае, че държавата има подчинено място и роля в пазарното стопанство. Тя само коригира, допълва и обогатява действието на пазара, но не го измества, т.е. частната собственост и пазарното саморегулиране запазват своето водещо място, като движеща сила на стопанската дейност, за генерирането на повече благоденствие в обществото.

Концепцията на Джон Мейнард Кейнс и ба-

зираната на нея политика след Голямата депресия 1929 – 1933 г. определя новата роля на държавата, в която тя започва да регулира макроикономическите агрегати в стопанството с цел да се създаде по-голяма стабилност в производството, заетостта, доходите и цените в стопанството.

Практиката показва, че в редица области с голямо стопанско и национално значение, пазарните сили и конкуренцията не се реализират в достатъчна степен. В същото време в реалността резултатите от стопанските и социални действия на институциите се разминават с желаните цели. Налага се извода, че не само пазара, но и държавата проявява дефекти в своето поведение като стопански субект.

В тази връзка ролята на държавата за ефективното действие на транспортния пазар се свежда най-вече до създаването на правила (закони) за функционирането на пазарния механизъм и до защита правата на собственост в процеса на сключването на пазарните сделки,



до провеждане политика на регулиране чрез определени механизми и действия.

За развитието на транспортния отрасъл и за неговото макроикономическо регулиране значение има Националната транспортна стратегия на транспортния отрасъл (2000 г.). Приоритетите, залегнали в тази стратегия, са:

- \* хармонизиране на националното законодателство и транспортните разпоредби с тези на страните членки на Европейския съюз;
- \* развитие на транспортната инфраструктура;
- \* осъществяване на структурна реформа и приватизация в транспорта.

В центъра на транспортната стратегия стоят преди всичко нуждите на потребителя. Чрез провеждане политика на активно съживяване на железопътния транспорт, поощряване на морския и вътрешноводния транспорт до 2010 година трябва да се постигне уравнивяване на дяловете за участието на различните видове транспорт в общия обем превози.

Целта е да се създадат пазарни принципи и механизми, нови стопански субекти, с нови икономически интереси на основата на частната собственост, отпадането на стари и създаването на нови структури, внасянето на промени в организацията и технологията на превозите, изменения на съотношението между видовете транспортни продукти и др.

Балансираното и взаимнообвързано развитие на отделните видове транспорт, спазването на принципите за равнопоставеност между различните видове транспорт са в основата на пазарния механизъм, с цел поощряване на конкуренцията при удовлетворяване на конкретните национални потребности. Това изискване е особено важно за обекти със структурно значение, които ще освободят голямото участие на държавата, както е при железниците и пътищата или за обекти от национално и регионално значение, например летище София.

Като цяло конкуренцията в икономиката и респективно в транспортната система премахва монопола, създава стимули за намаляване цените на превозите, за повишаване качеството на транспортните услуги при условията на ограничено търсене на транспортния пазар.

Конкуренцията активира фирмите на транспортния пазар да повишават организационното равнище на своята дейност и заедно с това да повишават квалификацията на персонала, да минимизират разходите и да максимизират сво-

ята полза (приходи, доходи, печалба). Основните икономически предпоставки за повишаване конкурентноспособността на транспортния пазар са намаляването на разходите за извършване на съответната превозна дейност и за повишаване качеството на обслужване на клиентите.

Намаляването на разходите на транспортни услуги осигурява възможност да се предлагат на транспортния пазар. Повишаването на качеството на услугите, които се предлагат и търсят на транспортния пазар у нас, е задължително условие за привличане на повече клиенти и за извършване на по-голям обем превози (товарни и пътнически). Така се реализират и по-големи приходи. При това всеки вид транспорт у нас, при извършване на превозите, има определена сфера, в която той е най-конкурентен спрямо другите видове транспорт.

Железопътния транспорт е най-конкурентноспособен при превози на дълги разстояния, на масови и тежки товари, на превози за внос и износ на стоки и др. При автомобилния транспорт, конкурентно-способността е при превози на широко номенклатурни товари на къси разстояния, на леки и дребнопартидни товари на различни разстояния, при бързите доставки на товари и др.

Железопътния транспорт е в състояние да обслужва селища в близост до жп мрежата, въздушният - между ограничен брой аерогари, а водният - само в крайбрежните райони на страната.

Тази и други специфични особености са свързани с наличието на неравностойни условия на конкуренцията между отделните видове транспорт.

Затова, за да се интегрира транспортната ни система с европейския транспортен пазар, е необходимо последователно да се осъществява тяхното хармонизиране. Насоките на тази политика, която се осъществява в транспортната ни система, са с определящо значение за интегрирането ни с европейските транспортни структури. Най-съществените характеристики, свързани с макроикономическото регулиране на транспортната система са: създаване условия за взаимен пазарен достъп във въздушния и сухопътния транспорт на основата на специални транспортни споразумения; лоялна конкуренция между различните видове транспортни превозвачи от различните държави-членки; хармонизиране на националните норми в областта на националното законодателство, опазване на

околната среда, данъчно законодателство; политика в областта на научните изследвания в транспорта и др.

Необходимо е макроикономическо и правно регулиране на транспортния пазар, особено когато предлагането на транспортни услуги не задоволява търсенето. Тогава се създават условия за нов пазар.

Макроикономическото регулиране означава също поощряване или ограничаване на търсенето с помощта на икономически лостове – данъци, лихви и др. От друга страна правното узаконяване на формиращите се пазари и съобразяването с целите на макроикономическото регулиране е осигуряването на равнопоставени условия за конкуренция.

Макроикономическото и правното регулиране на националния транспортен пазар, съобразени с обективните специфични условия и реалните национални цели са сред най-необходимите условия за устойчиво развитие на транспортния отрасъл.

Въпреки предприетите административни мерки и отмяната на не малко нормативни актове, ограничаващи бизнеса, все още стартирането на нов бизнес е изключително трудно, продължително и бюрократизирано, а това значи и скъпоструващо.

Провежданата фискална и данъчна политика у нас е свързана с: намаляване на данъчната тежест чрез разширяване на данъчната основа и намаляването на данъчните ставки; преместване на относителната данъчна тежест от преки към косвени данъци, т.е. от създаването на дохода към неговото изразходване; ефективност на разпределението на ресурсите и приоритетността на разходите чрез оценка на фискалния риск, ефекта от разходите; поддържането на приходите на подходящо ниво и др. се отнасят и до развитието на транспортния пазар у нас.

При реформирането на транспортния отрасъл и макроикономическо регулиране са постигнати следните по-важни направления:

- \* осъществена е приватизация и либерализация в областта на автомобилния транспорт;
- \* приет е нов Закон за железопътния транспорт, който представлява правната рамка за продължаване на структурната и организационна реформа на този подсектор;
- \* осъществена е приватизация и либерализация в областта на въздушния транспорт;

\* приет е нов Закон за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанищата, съгласно който пристанищната инфраструктура се отделя от експлоатацията. Този Закон осигурява рамката за по-нататъшно хармонизиране с *acquis communautaire* в областта на морския транспорт, особено по отношение на критериите за безопасност;

\* разработени са средносрочна и инвестиционна програма за развитието на националната транспортна инфраструктура и Стратегия за транспортния сектор 2000 – 2006 г., които определят приоритетните проекти и необходимите инвестиции, свързани най-вече с общоевропейските транспортни коридори;

\* постигнат е напредък при хармонизиране на транспортното законодателство със законодателството на ЕС, като са създадени основните административни структури за неговото прилагане.

Независимо от постигнатото, все още предстои по-нататъшна либерализация на транспортните пазари, за успешното изпълнение на програмите за развитие на транспортната инфраструктура.

Проблемите в областта на транспорта, които изискват по-ефективна държавна намеса са свързани главно с бавното оздравяване и развитие на техническата инфраструктура в железопътния транспорт, пристанищата и летищата, с остарелия и неконкурентноспособен подвижен състав, изоставането в технологичното обновяване на телекомуникационната ни мрежа, незначителното участие на частни капитали в развитието на инфраструктурата, както и несвършенствата на нововъведената законова и подзаконова база. Голяма част от проблемите произтичат главно от бавното икономическо развитие на всички отрасли в страната.

В железопътния транспорт продължава отрицателната тенденция в обема на превозените товари и пътници. Освен с обективни външни причини, каквито са международната обстановка в съседните страни и изключително малкото транзитни товари, повишените цени на горивата и енергията, намаления износ за традиционни пазари (Русия, Турция и др.), тази тенденция е свързана и с бавното обновяване и реконструиране на инфраструктурата, с остарелия подвижен състав, с бавното реструктуриране и оптимизиране на управлението и разходите на железниците. Поради тези и други причини

финансовия дефицит на българските железници през 2001 г. се е увеличил с 80,695 хил. лева.

Зад тази обобщена цифра стои намаляването на обема на товарните превози, поради което през 2000 г. нетните приходи са с 27,988 хил. лева по-малко. Освен това, през 2001 г. са превозени 19 284,90 хил. тона товари – с 1 796,6 хил. тона по-малко в сравнение с 2000 г. или намалението на обема на товарите е с 8,5 %. Такива са най-общо последиците от спада в производството на добивната промишленост на селското стопанство и някои други крупни товародатели на железниците, от пренасочването на големи количества товари (предимно нефт) превоз и опазване на товара от посегателство, от намаленото потребителско търсене и др. Значително намаление има и в обема на пътническите превози (8 211,3 хил. пътници по-малко) и съответно намаление на нетните приходи с 9940 хил. лева по-малко. Увеличен е и размера на извънредните разходи спрямо предходната година с 49,078 хил. лева от начисляване на лихви по просрочени плащания и др.

Предстои преодоляване на изоставането в реструктурирането в железопътния транспорт, въвеждането в действие на законодателната рамка за достъп на железопътната инфраструктура на частни оператори и съответни тарифи за достъп, създаване на условия за лоялна конкуренция между частните оператори, установяване единен режим за финансиране на губещи дейности в областта на обществените услуги, подобряване състоянието на железопътната инфраструктура, подобряване на предоставените услуги, развитие на комбинираните превози, покриване на изискванията на Директива за развитието на железниците (91/440/ЕЕС).

В сравнение с останалите видове транспорт, в автомобилния транспорт структурната реформа е в най-напреднал стадий. Средната възраст на автомобилния парк, с който се извършва обществен превоз на пътници и товари у нас, е над 10 години. Изследванията показват, че за пътнически превози услугите на автомобилния транспорт са най-евтиния способ. Те имат неограничена сфера на използване, защото се извършват превози по всички направления главно в страната. Конкуренцията между железопътния и автомобилния транспорт е преди всичко за извършване на превози на територията на страната.

Тъкмо по тази причина е необходимо да се постигане уеднаквяване на прилаганите пътни данъци и такси на цялата ни територия, подо-

браване състоянието на пътната мрежа чрез успешно изпълнение на програмата за рехабилитация на пътната инфраструктура, предприемане на по-ефективни мерки за подобряване безопасността на движението по пътищата, осигуряване на инвестиции за въвеждане в експлоатация на превозни средства, отговарящи на съвременните европейски изисквания за безопасност и опазване на околната среда. Този фактор е от особена важност заради засилената конкуренция на пазара на транспортни услуги и стриктните изисквания на европейското законодателство.

Необходимо е по-ефективна държавна намеса и в областта на водния транспорт. Състоянието на морския и речен флот у нас е тежко най-вече поради силно остарелия корабен парк, а също и непрекъснато увеличаващите се международни изисквания за качество и сигурност. Поради липса на обновление на флота, компаниите непрекъснато губят пазарни позиции, в резултат на което се намаляват техните продажни цени. Средната възраст на корабния тонаж у нас е над 20 години. Това е една от главните причини за невъзможността да се работи с първокласни товародатели.

Но от друга страна, поради тези и други причини, при речния транспорт, осъществяващ превози на товари между дунавските страни, увеличаването на товарната превозна работа е около 1,48 пъти. В същото време морският транспорт, който има съществена роля при формиране на платежния баланс на страната и осъществяващ превози до много страни и континенти има увеличение на товарната превозна работа, едва с 1,14 пъти. Годишния товарооборот на двете пристанища Варна и Бургас е от порядъка на 18 милиона тона. Общия товарооборот на речните пристанищни градове – Русе, Лом, Видин, Свищов е около 603 хил. тона.

Все по-остро се чувства необходимостта от сигурна сухоземна комуникация – пътна и железопътна, между речните пристанища, което да създава гъвкавост в работата, възможности за привличане на транзитни товари, ориентиране на товаропотоци към речния транспорт, насърчаване на частния бизнес в морския транспорт, продължаване усилията за удовлетворяване изискванията на ЕС, свързани с безопасността на корабоплаването и др.

И във въздушния транспорт има много нерешени проблеми. Изостава ремонта поддържането, реконструкцията, модернизацията на летищната инфраструктура, включително и на

летище София. Изостава също актуването на публичната държавна собственост в летищата. Не са ремонтирани и рехабилитирани писти, не достигат машини за аварийно-спасително осигуряване на полетите.

За развитието на въздушния транспорт са необходими стратегически иновации, професионален мениджмънт, последователно осъществяване на националната стратегия на транспортния отрасъл и респективно на въздушния транспорт, усъвършенстването на тарифната политика, предлагането на висококачествени услуги, съобразно търсенето на клиентите, рационално използване потенциалните възможности на транспортните средства. Все по-належащо е да се работи за по-нататъшно хармонизиране на законодателството в областта на въздушната безопасност, техническите стандарти, правилата за достъп на пазара и тарифите, за преодоляване последиците от неуспешната приватизационна сделка на националния превозвач "Авиокомпания Балкан "ЕАД" и др.

Към утежняващите обстоятелства е и фактът, че антимонополната политика на държавата не стимулира ефективно конкуренцията. Увеличават се разходите на фирмите поради нелоялна конкуренция. Либерализирането на икономиката и оттеглянето на държавата от директно участие в стопанския живот не означава, че тя трябва да намали своята регулираща функция между отделните видове транспорт. Общественият интерес изисква държавата да защити позициите си на международните пазари, включително и на транспортния пазар.

Най-общо, транспортният отрасъл на България е изправен пред задачата да допринесе за трансформиране на икономиката и за увеличаването на БВП на страната в близък и дългосрочен план, като по този начин гарантира конкурентността на икономиката на международните пазари.

Затова приоритетите в развитието на транспортната система у нас са свързани и с обстоя-

телството, че в предвижданията на европейските структури територията на държавата ни е обект на крупни инвестиционни дейности. В дългосрочен план (до края на 2006 г.) в основата на инвестиционната ни политика стои развитието на транспортната инфраструктура на страната като интегрална и неделима част от Общоевропейската транспортна мрежа. Това е свързано с превръщането ѝ в конкурентен и ефективен транспортен мост между Западна и Централна Европа и страните от Близкия изток, Западна и Средна Азия.

Така на практика Република България реално ще се превърща в част от модерния общо европейски транспортен пазар, с поведение и насоченост към европейския икономически потенциал.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Директива (91/440/ЕЕС) за развитие на железниците, 29 юли 1991 г.
2. Европейско споразумение, За асоциирането между Европейските общности и техните страни-членки, от една страна, и България, от друга страна.
3. Novak, L. Non-Traditional statistic investigation of railway traffic. Zbornik z IX. International Scientific Conference TEMPT 96. Bulharsko, Sofia, Higher Military School of Transport 1996.
4. Новак, Л. Антикризисно планирование в ведомстве транспорта Словацкой республики. Zbornik z IX. International Scientific Conference TEMPT 96. Bulharsko, Sofia, Higher Military School of Transport 2001.
5. Национална стратегия (2000) на транспортния отрасъл.
6. Програма на Правителството на Република България. <http://www.government.bg/Government/Program/402.html>
7. Статистически годишник на България, С., 2001.

## **СПОРТНА БАЗА**

ВТУ “Тодор Каблешков” разполага с богата спортна база. На разположението на преподаватели, служители, студенти и граждани са два открити тенис-корта и тенис стена, кафе бар, закрита спортна зала с възможност за игра на тенис на корт, хандбал, волейбол, футбол на малки врати. Спортния комплекс предлага и футболен стадион, зала за кегелбан, и две зали за тенис на маса.

Изградена е фитнес зала с отлични условия за спорт. Залата е обзаведена с тренажори, бягаща пътека, велошетър и други спортни съоръжения от световно известната германска фирма - “KETTLE”.

За информация и записвания: тел. **72-39-60, 9709-215**.

## **МУЗИКАЛНА РЕПЕТИЦИОННА ЗАЛА**

Вие репетирате в някой гараж, в някой мазе или на някой таван?

Ние Ви предлагаме нещо по-добро - нашата музикално репетиционна зала. Тя е оборудвана с озвучителна система “Н-Н”, 12 канален смесителен пулт, комплект барабани, синтезатор “**Роланд**” и всичко останало за провеждане на една пълноценна репетиция.

Всичко това е на Ваше разположение само срещу 3 лева на астрономичен час. Ако желаете да използвате по-често нашата репетиционна зала, ние Ви препоръчваме да направите *абонамент*.

Залата може да се използва във всяко удобно за Вас време през делнични и почивни дни.

За контакти и повече информация на телефон:

**72-39-60; 9709-459 - Димитър Димитров**



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### IMPLEMENTATION OF THE “POINT TO POINT” RAILROAD COSTING MODEL OF MACEDONIAN RAILWAYS

Toni Usev

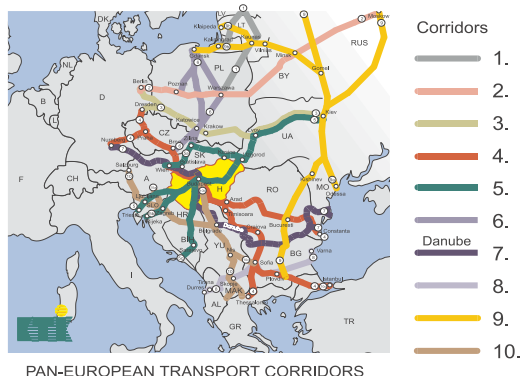
#### ABSTRACT

*Primary goal of this project is to provide the railways with methods on calculation of the variable costs for any type of movement. This could be enabled by introduction of a cost system. The purpose is to back up the pricing, marketing and decision making on investments as well as to serve as a base to determine the requirement and level of state subsidies for PSO (Public Service Obligation).*

**Key words:** Railway, carriage price, costing method, application software

#### 1. INTRODUCTION

The market of transport services in Europe during the recent years has been very dynamic. In the countries of the European Union it is unique where to also tend the Middle and East European countries. There is a strong competition on the market and transport organizations dealing with all sort of traffic. The modern European transport policy is based on development of Trans-European corridors which would enable fast flow of people and goods through the territories of the European countries (Figure 1).



( Figure 1) Trans-European Corridors

This transport policy is based on the following principles:

- open competition
- free choice of users in terms of traffic branches and types
- equal conditions for all kinds and types of transport enterprises
- financial and commercial independence of transport enterprises; and
- co-ordination in the infrastructure area

The visions of the European railways, as strong and profitable activities on the open market, since the initial moments of the integration were oriented towards the customers and market demands. Starting points for all changes are the demands and interests of the users which are to be offered by full and appropriate service in terms of time, place, level of comfort, and additional services too, on clearly defined segments of the transport market, as well as the interest of the companies that are to work with profit.

Having understanding of the transport chaos in the Republic in Macedonian, lack of appropriate legislation which would organize, implement and direct the traffic into proper direction of

functioning, we come to conclusion that currently in Macedonian rule irregular and prejudiced allocation of transport flows. Such a manner of allocation of transport flows leads to forced development of individual fields of traffic, poor solution for traffic operations, degradation of individual transport enterprises, artificial fixing of transportation rates both for passenger and freight services.

Non-compliance with the requirements set by the EU Directives for open transport market brings to situation that some transport enterprises in Macedonian have not been competitive and are restricted at realization of the transport of goods and passengers.

## **2. MR IN CONDITIONS OF TRANSPORT COMPETITION**

Sluggishness, un-development, poor modernization, redundant employee, reduced volume of work at transport market currently present at the territory of the Republic of Macedonian causes non-profitable operation of Macedonian Railways. The need to implement the EU Directives for the purposes of its restructuring and its future profitable operation lead to necessity to follow the trend of developing and rendering to the users transport services that would be competitive and in accordance with the prices offered by other transports. Due to this, appeared a need to determine the bottom line of the transportation price which defines the price without defined profit for the railways, i.e defines the cost price of the transport.

The railways is to perform continuous control of the profitability of the specific segment of its traffic. The costing system has capacity to define the cost of transports without

losses. Introduction of the costing model "Point to Point", developed in co-operation with the Canadian Consulting House "Vectorail Research", enabled easier, faster and more precise fixing of the "bottom cost price of the transport".

## **3. PURPOSE AND IMPLEMENTATION OF THE RAILROAD COSTING SYSTEM**

The purpose of the traffic cost calculation is to compute the cost price of a movement or block of movements in the traffic.

On the other hand, cost calculation is intended to calibration of the overall cost for all activities

which get combined for to create a final product rendered by the railways to the customer, that is a movement from origin to destination.

Costing system is a major data input in a costing process, but it can not determine the cost price of a movement by direct recording of the expenditures. The best can be achieved by the calculating system is to perform recording of the cost price of each activity as for ex: track maintenance, wagons, station activities etc. But each activity, no matter how close have been defined and serves to large number of movements, the cost price of every movement must be distributed to various type of traffic elements for after that the same to be obtained by aggregating the costs of each activity of a movement.

### **3.1 ESTABLISHMENT OF FREIGHT TARIFFS**

By establishing or estimate of a maximal price that the customer would be willing to pay, the railways must check if that price could cover the costs generated by the railways at performing the traffic itself. To that end, the most relevant cost is the variable cost i.e the increasing cost that would be made by the railways by undertaking a new transport or cost that would be avoided by canceling of that type of transport.

As a measure for the volume of freight transport, the railways uses the net ton kms. The cost per net-ton km. extremely varies from one to another traffic category. It depends on numerous changeable values as for example the wagon type, load per wagon, empty return, utilization of wagons and locomotives, train composition, type of traction power, track inclination, shunting requirements and many other factors.

At present, the railways transfer from the basic tariff rates to more often usage of contracts and special tariffs. Such a process is to be guided by the cost data. By the cost system, at evaluation of the traffic, may be separately taken all relevant operational characteristic of the proposed traffic.

### **3.2 ESTABLISHMENT OF PASSENGER TARIFFS**

The issues above stated and related to freight traffic cost refer equally to passenger traffic, at that, common value(measure) is the cost price per passenger kilometer. A significant feature of passenger traffic is that its costs primarily correspond to the level of rendered services in



accordance with the specified principal service parameters: number and type of wagons, type of energy, frequency etc. Based on this also could be investigated alternative service configurations.

### 3.3 EVALUATION OF BRANCH LINES

Economic evaluation of non-profitable lines is to appraise the impact over the overall costs and revenues in case of abandoning (closing) of the non-profitable lines.

In case a non-profitable line is closed, the following circumstances would appear:

- a) Railways would lose revenue generated by the traffic that originates or destined on the line;
- b) Railways would make savings in the variable costs for the traffic which originates or destined on the line;
- c) Railways would make savings in infrastructure costs on branch lines.

In case when the traffic is not lost, but redirected, i.e. terminates in a station close to the destination, than the closing would lead to the following circumstances:

- a) Revenue reduction as a result of a haulage from and to the node instead to a branch line because the railways would have to compensate to the shipper the additional haulage costs to the line;
- b) Reduction of variable costs in favor of the railways as a result of haulage to and from the node, which are to be smaller for the amount of the cost for haulage from/to the branch line;
- c) Savings in infrastructure costs on the branch line.

For both examples it is necessary to compute the traffic variable costs and not only the cost of the non-profitable line but also the costs of the entire haulage from origin to destination.

On some branch lines, passenger service is substantial and even major segment of the traffic. Sticking to the scenario of example 1, for to simplify the issues, could be taken into consideration three elements of the economic condition of the branch lines:

- a) infrastructure cost of the line
- b) additional to the variable costs of freight traffic
- c) additional (usually negative) in variable costs of passenger traffic

If the aggregate of a) and b) is negative than it is obvious that the branch line is not economic because the existence of passenger services could only make worse the economy. If b) is negligible,

positive or negative, than only justification for utilization of the line is the passenger service. Than the infrastructure costs could be considered as a portion of costs for passenger services.

Railways is to continuously make control of the profitability of the specific segment of its traffic.

### 3.4 PUBLIC SERVICE OBLIGATION

From the railways' point of view and taking into account its financial conditions, can be guaranteed increase of the tariffs for specific type of transports risking to lose it, to interrupt passenger services even to abandon the branch non-profitable line. According to the economic, social and other conditions, the Government of the R. of Macedonia could estimate as negative the rail activities of public interest and, in specific cases, to limit the freedom of the railways in terms of acting in accordance with their own commercial interest and decide to subsidize the railways.

Payments for Public Service Obligation could be divided into two categories:

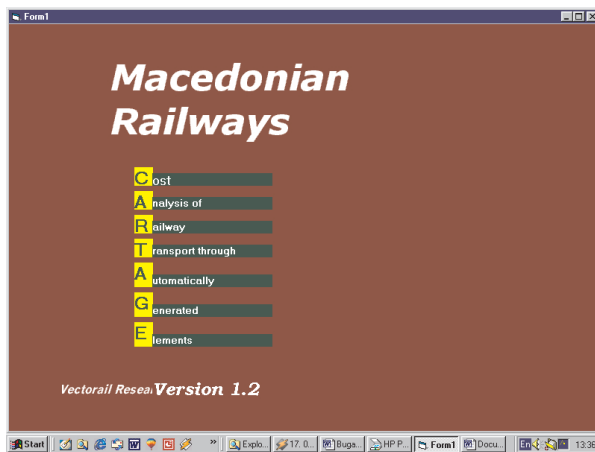
- freight traffic prices without compensation;
- non-profitable lines

Payments for Public Service Obligations due to the prices in freight traffic without compensation appear when the price of specific traffic does not cover the variable costs. If the government decide to prevent the price increase to the level of variable costs, than, by PSO the railways is to be compensated for the amount of the difference between the variable cost and permitted tariff.

The cost price of the passenger services may vary from service to service. The revenue also may vary significantly depending on the utilization. One of the options for cost reduction in the rail passenger services is to terminate passenger services where the ratio profit/cost is exclusively low. Having in mind those variations, the Government is to take position regarding the transportation i.e. rendering services on specific distances and respectively their financing.

### 4. APPLICATION SOFTWARE - "CARTRAGE" COSTING MODEL

The Computer model installed in MZ is generic and may be adjusted to almost any concept of cost calculation. The choice of concept might be done through input data tables. Prior to filling the tables with input data which run the model as first must be resolved many conceptual and practical issues.

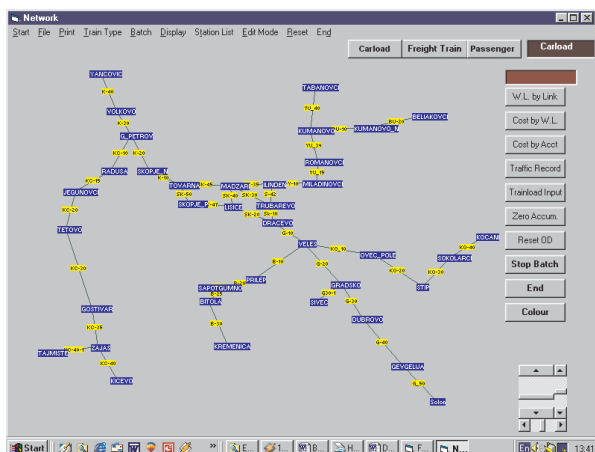


( Figure 2)

All applications on cost calculation we've been discussing so far requested calibration of the change in the overall costs of the railways as a result of the change of the level of traffic.

Costing method "Cartrage" for analyses of the rail transportation costs by automatically generated elements is a model intended to establishing the cost of a movement by line from specific origin to specific destination point. The model has three application classes corresponding to various traffic entities the costs are requested for:

- The "Car Load" Application
- The "Train Load" Application
- The "Passenger" Application



( Figure 3)

Application Car Load calculates the cost of a car load or several car loads with equal value of the following parameters:

- origin
- destination
- wagon type
- goods
- load per wagon
- number of wagons

Application car load can be used to calculate the costs of intermodal loads. For to determine the cost of an intermodal transport, the model request, beside the above car information, the following data:

- Number and type of intermodal unit
- Number of Intermodal Plan
- Weight of the items per unit

Application Train Load calculates the cost of a movement of a complete freight train. With this application, the user specify large number of parameters which define the train composition and its movement. For the locomotives, the application train load request the user to specify the following parameters:

- origin and destination of the train
- type and number of locomotives
- origin and destination of each locomotive

Application "Passenger" is used for calculation of the cost of a passenger service. The user is to specify the following parameters:

- origin
- destination
- type of passenger car
- service category
- number of cars
- number of passenger per car
- number of car-hour per wagon
- shunting type
- number of shunting minutes per car

Optionally, additional costs related to passenger service per car defined by the user, as for ex: catering services.

## 5. FIXED INPUT TABLE

In order to calculate the cost of a movement, the model uses a range of tables containing information related to: rail network, train characteristics for each relation, shunting characteristics in each station, characteristics of wagons and locomotives, cost unit related to every operation in the railway traffic.

Tables above are implemented for entire traffic and are to be updated only periodically, and we call it Fixed inputs.

## **6. INTERACTIVE MODE AND PACKAGE MODE OF OPERATION**

Application Car Load could be run either in Interactive or in Package mode of operation. In the Interactive mode, the user enters traffic information simultaneously only for one move. The output of that movement appears immediately at the screen and could be printed or stored in a file upon user's command. In the package mode of operation, traffic information for several movements are contained in a file which is to be called Traffic file. The model reads the file containing initially entered traffic information, the cost for every movement, and number of statistics which are processed by the model for every move.

Main advantage of the package mode of

operation and its capacity is to calculate the costs of large volume of traffic, movement by movement, and to memorize the output. The file produced in the package mode might be processed for to produce summary of large aggregates of traffic.

### **REFERENCES:**

- [1] Plan for operation and development of the PE Macedonian railways in 2002, PE MZ, Skopje 2002
- [2] Vectorail Research, "Poit to point" Railroad costig model – Final report, Skopje, 2001
- [3] Vectorail Research, "Poit to point" Railroad costig model, Skopje, 2001
- [4] Business statistics of the PE Macedonian railways, Skopje 2002

## **ПОЧИВНА БАЗА**

Собствена модерна почивна база за творчески отдих и развлечения. Базата е разположена на 400 м. от морето и се намира в село Равда, област Бургас.

За информация и контакт: г-н Стефанов, тел.: **9709-279**

## **ХОТЕЛ**

В общежитията има обзаведени стаи, които се използват като хотел. Цените за нощуване съответстват на условията, предоставяни на гостите.

<b>Вид стая</b>	<b>Цена за легло на вечер</b>	
	<b>в лева</b>	<b>в долари</b>
5 стаи / две легла /	12 лв.	18 \$
8 стаи / две легла /	10 лв.	15 \$
12 стаи / две легла /	6 лв.	9 \$
4 стаи / едно легло /	10 лв.	15 \$

За информация и заявки: инж. Г. Гергов - началник отдел “*Стопанска дейност*”,  
телефони: 02 702 137, GSM:088 985 185,

E-mail: [gergov@vtu.acad.bg](mailto:gergov@vtu.acad.bg)



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### POINT TO POINT RAILROAD COSTING MODEL OF MACEDONIAN RAILWAYS

Toni Usev

#### ABSTRACT

*Objective of traffic costing is to calculate the cost price of a move or several moves. On the other hand, the calculation of costs is designated to calibration of aggregate costs for overall activities which get combined for to create the final railroad product rendered to the customers, that is transportation from origin to destination. The computer model installed in MZ is generic and might be adjusted to almost every concept of cost calculation.*

**Key words:** Railroad, carriage price, costing method, application software

#### 1. INTRODUCTION

Costing system represents major data input in a costing process, but it can not determine the cost price of one move by direct record of expenditures. The best that can be achieved with the costing system is to record the cost price of every *activity* as for ex: track maintenance, wagons, station activities etc. The cost price of a move is obtained by aggregation of costs of each activity involved in transportation.

#### 2. STARTING THE PROGRAM

The application software “Cartrage” for cost analyses of rail traffic is a software bac-ked up by “Windows” program. At starting the program, greeting window of “Cartrage” program is activated ant it will be replaced by working tables. Prior to starting any applica-tion must be entered fixed inputs required by the model for all costing applica-tions. To read the fixed input tables .To read the fixed input table, choose the *Start* menu, which provides three options: *Speed Start*, *Read Tables*

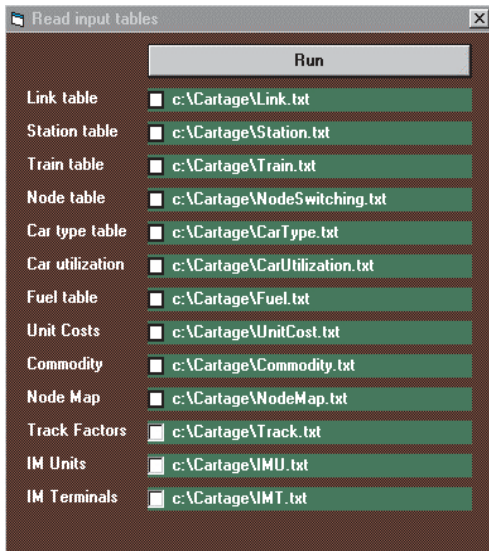
and *Network Tables*.

*Speed Start* allows you to retrieve the 13 fixed input files by simply reading the Train type file and selecting the train type.



(Figure 1)

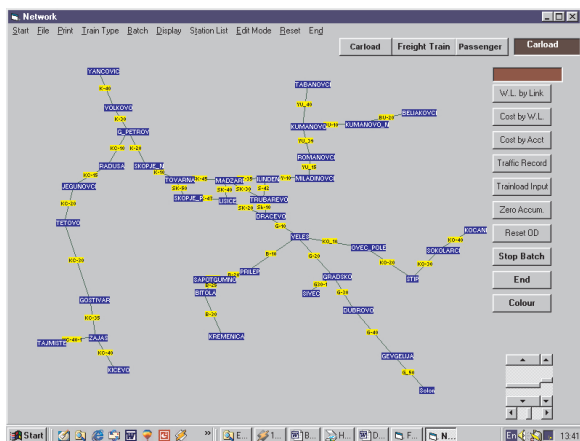
*Read Tables* allows you to specify the names of each of the 13 *Fixed Input* files the program must read before it can perform any cost calculations.



(Figure 2)

### 3. THE CARLOAD APPLICATION

The first step in defining a movement is specifying its origin and destination. In interactive mode, this can be done in either of two ways: the Map method, or the Station List method. Under the Map method, the origin and destination are specified by clicking appropriate points on a network map appearing on the screen; under the Station List method, the origin and destination are selected by clicking the appropriate station names in a pull-down list of stations.



(Figure 3)

When using the first way, any station on the system can be selected as the origin or destination of a move by clicking appropriate points on the screen. For the purpose of using the map method, stations are classified into three categories:

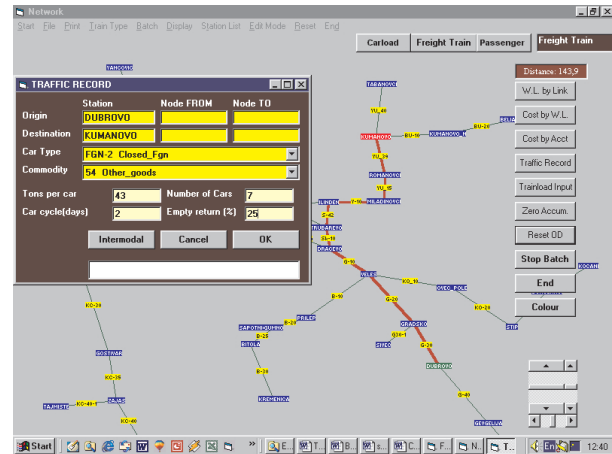
- nodes
- wayside stations

- terminal stations

The origin and destination of a movement are specified by clicking the origin link or node first, and then double-clicking the destination. If the destination is a wayside station, it can be selected by either clicking or double-clicking the desired link.

Based on the information contained in the input tables, the model determines the shortest route from origin to destination. To override the model's shortest route determination is to specify intermediate nodes between the origin and the destination. The model will then determine the shortest route from origin to destination *passing through all the designated intermediate points*.

Once the origin, destination and, optionally, the intermediate points are specified, a dialog box appears on the screen



(Figure 4)

This dialog box contains the following text boxes:

#### The Origin and Destination boxes

The first column contains the origin and destination names, which can be wayside station names, terminal station names or node names.

#### Car type

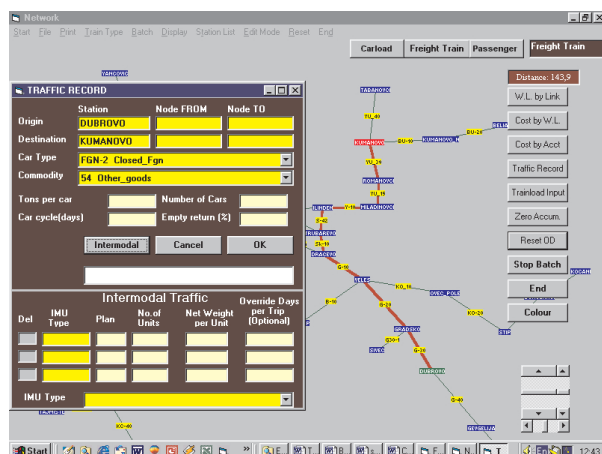
A Car type used for the selected transport is determined .

#### Commodity

This box numbers the groups of commodity, grouped according to tariff category. Other boxes define the weight of the commodity in the wagon and the number of wagons provided for transportation, in case the commodity can not be transported in one wagon (for ex: block trains). In

the next box is entered data on the empty return ratio of wagons, in case the same could not be used for transportation from the origin for some new transport. Along with the data for wagon returns, a data on duration of a return in terms of days is entered.

The selection of Intermodal option is made if movement involves intermodal units (contain-ers, trailers). To that purpose, a new dialog box is opened and filled with data on intermodal units.



(Figure 5)

### 3.1 Displaying, Saving and Printing the Results

The results of the carload calculations appear on the screen as three output boxes: the *Costs by Workload* table, the *Costs by Account* table and the *Workloads by Link* table. The *Costs by Workload* and the *Costs by Account* tables appear automatically after the OK button in the Traffic Box has been clicked and the cost of the movement has been calculated

	Unit Cost	Cur. W.L.	Curr. Cost	Acc. W.L.	Acc. Cost
Origin	SKOPE_JI				
Destination	VELLES				
Distance	67,8				
Carloads	2	291,85	5	1.459	5
Tons	2	54,47	290	10.894	290
Net ton-kms	2	290	13.560	13.560	13.560
Loaded car-kms	2	339,00	127	339,00	127
Empty car-kms	2	67,80	25	67,80	25
Wtd. Loaded car-kms	2	339,00	339,00	67,80	-
Gross ton-kms	2	2958104	21.696	6.418	21.696
Weighted Gross ton-kms	2	2958104	38.102	38.102	38.102
Train-kms	2	189,416	2,89	547,99	2,89
Acc. Description	Current Cost	Accum. Cost			
1 W Crew wages	48,90	48,90			
5 W Freight traffic billing	1.459,31	1.459,31			
6 W Loading/unloading	10.152,00	10.152,00			
7 W Customs	740,00	740,00			
9 W Train control	55,71	55,71			
12 W Other train control per personnel	20,68	20,68			
15 W Train locomotive driver	115,97	115,97			
15 W Train locomotive assistant driver	44,92	44,92			
17 W Train electric power	140,80	140,80			
18 W Train diesel locomotive fuel	720,94	720,94			
23 W Other	260,75	260,75			

(Figure 6).

The *Costs by Workload* table shows, for each workload variable:

- the name of the workload
- the unit cost of the workload
- the value of each workload for the last move
- the *variable* cost of each workload for the last move
- the value of each workload accumulated over several previous moves as specified by the user
- the *variable* cost of each workload accumulated over several previous moves as specified by the user

The *Costs by Account* table displays the cost of a movement according to a classification of expenses specified and classified according to the Account number and the Fixed/Variable designation (“F” or “V” in the second column).

The *Workloads by Link* Table shows the following statistics by link generated by the last movement:

- the distance run by the movement over the link; this can be the length of the link or of any part of it
- loaded car-kms
- empty car-kms
- net ton-kms
- gross ton-kms
- train-kms
- locomotive-kms for each of the four locomotive types
- fuel consumption for each of the four locomotive types

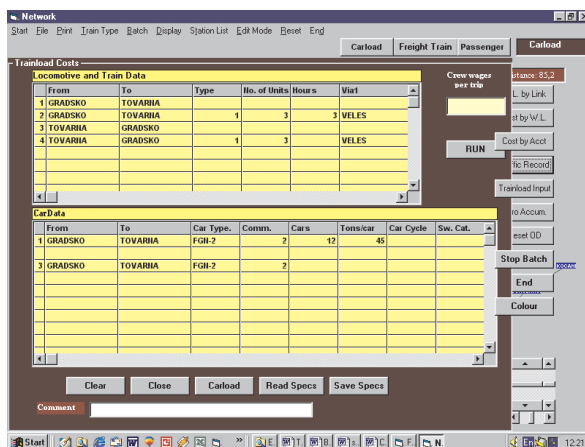
The *Costs by Workload* Table, *Costs by Account* Table and *Workload by Link* Table could be stored in the text files by clicking the file type designated in a File Menu. The *Cost Workload* table and *Cost by Account* table could be printed out by selecting Print in the File Menu and than the required table.

## 4. THE TRAINLOAD APPLICATION

The model permits the calculation of the cost of an entire freight trainload movement. For a trainload movement, the user must specify the train composition, which consists of up to 3 types of equipment: locomotives, cars (freight or passenger) and intermodal units (trailers or containers).

To set the model to the Trainload Application, click the Freight Train button.





(Figure 7).

### Locomotive Specifications

The model allows you to specify several locomotives of different types on a given train trip, with different origins and destinations. This feature is useful when helpers are used at various sections of the trip. The following parameters may be specified:

- origin
- destination
- locomotive type (1 to 4)
- number of locomotives
- trip time – hours (optional)
- intermediate point 1 (optional)
- intermediate point 2 (optional)

The user may also specify one or two *Intermediate points* to override the shortest route between the origin and destination.

Since the locomotives on a given train may have origins and destinations which do not necessarily coincide with those of the train itself, a line of information is needed to specify the origin and destination of the train. Failure to include train information results in the exclusion of train-related costs. (Train-kilometer, train-hour and crew wage costs) from the calculations

### Car Specifications

The user can specify the car composition of the train by entering up to 20 lines of information, each corresponding to a group of cars of a given type, with the same origin, destination, commodity and car cycle. For each group of cars, the user enters the following parameters:

- origin
- destination
- car type code
- commodity code
- number of cars
- load per car (tons)
- car cycle – days (optional)

- switching category (optional)
- switching minutes per car (optional)

### Intermodal Unit Specifications

In the case of intermodal traffic, the user may specify relevant information regarding the intermodal units on the cars. For each group of cars carrying intermodal equipment, the following parameters may be specified:

- intermodal plan
- intermodal equipment type
- number of units on each car
- net tons per unit
- cycle time – days (optional)

### One-Way Vs Round Trip

Unlike carload costing, the trainload costing routine makes no allowance for the return trip unless the return is explicitly specified.

### 4.2 Running the Trainload System

The Trainload costing routine is initiated by clicking the Trainload button on the screen. A frame enclosing two boxes will appear. The top box is used to enter train and locomotive information. The bottom box is used to enter car and intermodal unit information. ( Figure 4).

Beside origin, destination and intermediate points for the locomotives, the user must provide at least three types of information: number of units, type of unit, and optionally number of hours. When the number of hours is left unwritten, the model calculates it from the fixed input tables.

The Trainload Cost frame also provides a box for crew wages. If it is not used, the model calculates total crew wages based on the crew wage costs per train-kilometer as they are given in the fixed input tables.

### 4.3 Displaying, Saving and Printing the Results

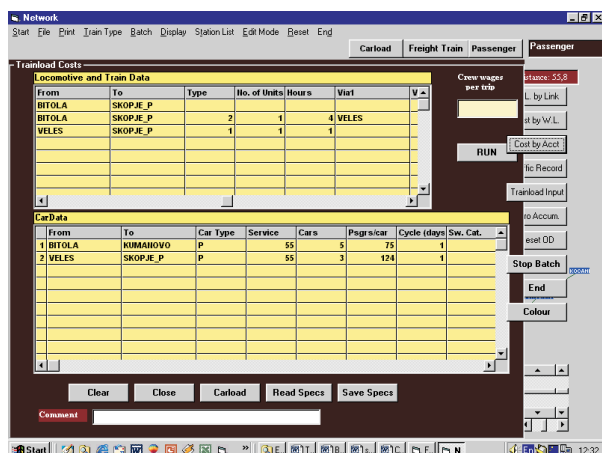
The Trainload System produces cost output similar to the Carload System: the *Costs by Workload* and *Costs by Account* tables. Both tables appear automatically when the Run button in the Trainload Input box has been pressed.

## 5. THE PASSENGER APPLICATION

The Passenger application is used to determine the cost of a passenger train trip. It is similar to the Trainload Application.

When the Passenger button is clicked, a

Passenger Input frame containing two boxes appears (Figure 8). The upper box is used to enter locomotive-related data. It is identical to that of the freight Trainload application.



(Figure 8)

### Car Specifications

The lower box is used for car-related input. The user can specify the car composition of the train by entering up to 20 lines of information, each corresponding to a group of passenger cars with common characteristics. The following parameters can or must be entered by the user for each group of cars:

- origin
- destination
- car type code
- service code
- number of cars
- number of passengers per car
- car cycle (days) (optional)

- switching category
- switching minutes per car
- passenger-specific cost per car

As in the case of the freight Trainload application, the Passenger system does not calculate empty return ratios. The movement of a car not carrying any passengers must be entered explicitly by the user.

Unlike the freight Carload and Trainload applications, the passenger system does not calculate car time. The number of car-days per car must be entered by the user in the column headed “car cycle”.

Finally, you may enter, on each line of the Car Input box, any cost per car that is specific to the train and that is not provided for by the unit costs. For example, catering costs can be included under this heading. It would be possible to account for catering costs through the unit costs per passenger trip, but this may be inconvenient if such costs vary from one train service to another

### Passenger Application Tables

Since special codes are used for passenger-specific variables, the same Unit Cost table can serve both freight and passenger services.

The Commodity Table can be extended to include passenger service classes.

A common Car Type table for freight and passenger services can also be used, provided that different sets of car type codes are used for freight and passenger cars.

### REFERENCES:

- [1] Vectorail Research, “Poit to point” Railroad costig model – User’s manual, Skopje, 2001

## **УЧЕБНИ РАБОТИЛНИЦИ**

Във ВТУ “Т.Каблешков” съществува материално-техническа база, в която студентите провеждат лабораторни и практически занятия в следните направления:

- леене на металите;
- заваряване;
- шлосерство;
- стругарство;
- металорежещи машини и технология на машиностроенето;
- термообработка;
- пластични деформация.

В лабораторията по “**Термична обработка**” се прилагат следните технологии:

- обемно и повърхностно закаляване;
- закаляване с използване на солни вани;
- отвърщане и отгряване на машиностроителните детайли и инструменти.

В лабораториите по “**Стругарство**” и “**Металорежещи машини и технология на машиностроенето**” се прилагат технологии за механична обработка на ротационни и призматични машиностроителни детайли - струговане, разстъргване, пробиване, фрезование и др.

За контакти- катедра: **ТМПХ** доц.д-р.инж. Николай Кемилев, тел.:**71-84-37**,

**E-mail:**[rpeai@abv.bg](mailto:rpeai@abv.bg)

### **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.

за допълнителна информация и контакти: **катедра:Технология организация и управление на транспорта.**

**тел:9709-462.**



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИКОНОМИЧЕСКИ И ПРАВНИ АСПЕКТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО ПО НЕСЪСТОЯТЕЛНОСТ И ЛИКВИДАЦИЯ НА ТРАНСПОРТНА ФИРМА

Десислава Йосифова

#### АНОТАЦИЯ:

*В доклада се изясняват правни и икономически различия между производство по несъстоятелност и производство по ликвидация като отделни съдебни процедури. Актуалността на проблематиката, свързана с несъстоятелността в транспортния отрасъл се засилва от откритото производство по несъстоятелност срещу „БАЛКАН“ като национален въздушен превозвач. От финансово-икономическа гледна точка се разглежда система от ключови показатели, чрез които да се следи потенциалната възможност от настъпване на сериозни финансови затруднения. Акцентира се на финансовия анализ като обективна необходимост при вземане на решение от Съда за обявяване на несъстоятелност и фалит.*  
**Ключови думи:** Производство по несъстоятелност, производство по ликвидация, неплатежоспособност, фалит

В условията на преход значението на института на търговската несъстоятелност (в Англия и САЩ се използва терминът „банкрут“ bankruptcy като синоним на несъстоятелност, а във Франция – фалит fallite, която е от италиански произход и означава липса на пари) е все по-актуално. По редица обективни и присъщи на пазарната икономика причини, все повече зачестяват случаите на фалит и ликвидация в различни сектори на икономиката. Много предприятия стават неплатежоспособни и свръхзадължяни, изпитват траен недостиг на ликвидни парични средства за поддържане на нормална стопанска дейност. ТБ се въздържат да отпускат кредити, тъй като не са сигурни в кредитоспособността и платежоспособността на предприятията кредитоиискатели. По веригата клиенти-доставчици е възможно да се генерира огромна взаимна задължнялост между стопанските субекти и често пъти се наблюдава т.нар.

„ефект на доминото“ – пораждаване на масови верижни фалити.

Актуалността на проблема с пълна сила засяга и транспортния отрасъл – понастоящем срещу авиокомпания „БАЛКАН“ е открито производство по несъстоятелност. В средата на 90-те години на ХХ век в НК „БДЖ“ като предприятие в изолация се провеждаше оздравителна програма поради наличие на огромни финансови трудности и задължнялост. В автомобилния транспорт също са известни редица случаи на фалирвали по-дребни превозвачи.

Тези обстоятелства налагат едно по-обхватно разглеждане на действащата нормативна база и прилаганите практически методи в тази насока.

Правната основа, свързана с процесите по ликвидация и несъстоятелност се регламентира в Търговския закон, (ТЗ) респективно част II, гл.17 „Ликвидация“ и част IV „Несъстоятелност“.

Необходимо е да се прави ясно разграничение между понятията ликвидация и несъстоятелност. Въпреки, че двете производства имат много допирни точки, те са отделни самостоятелни правни институти. И двата процеса са свързани с продажба на имуществото и правата на съответното предприятие, но те съществено се различават по своите основания, цели начин на задвижване на процедурата.

## ПРАВНИ АСПЕКТИ НА ЛИКВИДАЦИЯТА

Ликвидацията обикновено е доброволна извънсъдебна процедура и основната и цел е да се удовлетворят исканията на собствениците, които са взели решение да продадат и разпределят имуществото на предприятието. Прекратяването на търговското дружество с последваща ликвидация е процедура, която цели да приключи неуредени правоотношения, по които прекратяващото се дружество е страна и да бъде заличено то от търговския регистър. Под “прекратяване” при ликвидационния процес следва да се разбира спиране на активната стопанска дейност, а не преустановяване на съществуването на предприятието. Това може да стане едва след извършване на същинската ликвидация, след което се достига до заличаване от търговския регистър. По презумпция, при ликвидацията стойността на имуществото на ликвидиращото се предприятие трябва да е достатъчно за пълното удовлетворяване на всички кредитори. Ако това не е така, производството по ликвидация се прекратява и се открива производство по несъстоятелност – попада се в хипотезата на чл. 611 ал. 3 във връзка с чл. 608 ал. 1 и 2 и чл. 742 ал. 1 от ТЗ т.е. предприятието би било неплатежоспособно и свръхзадължено.

## ПРАВНИ АСПЕКТИ НА НЕСЪСТОЯТЕЛНОСТТА

Цели на несъстоятелността са:

- да даде възможност на неплатежоспособното предприятие да се оздрави и възстанови финансовата си стабилност
- да осигури справедливо удовлетворение на всички негови кредитори
- да защити интересите на работещите в предприятието

Производството по несъстоятелност се задвижва предимно по искане на кредитори, които изискват да получат своите вземания. Следова-

телно ликвидацията е действие, което съпътства всяко прекратяване на търговско дружество, а обявяването в несъстоятелност е само едно от основанията за прекратяване. Предприятията могат да бъдат прекратявани с ликвидация без да са обявени в несъстоятелност. Търговската несъстоятелност е комплексна съдебна процедура, която съдържа елементи на оздравително производство–саниране /предпазен конкордат/ и елементи на колективно принудително изпълнение срещу неплатежоспособния длъжник. Съдебната процедура е сложна дейност и се състои от 4 основни фази:

- откриване на производство по несъстоятелност и извършване на всички действия до приемането на оздравителен план(програма);
- приемане на план за оздравяване на неплатежоспособното предприятие;
- обявяване на предприятието в несъстоятелност и извършване на всички действия до приключването на процеса;
- приключване на производството по несъстоятелността.

От финансово-счетоводна гледна точка тези 4 фази могат да се окрупнят на две основни – при решение за откриване на производство по несъстоятелност (оздравително производство) и при постановяване за обявяване в несъстоятелност(същинска несъстоятелност) Материалните предпоставки за откриване на производство по несъстоятелност са да е налице неплатежоспособност или свръхзадълженост на предприятието, както и неизпълнение на изискуемо и безспорно парично задължение. Процесуалната (формалната) предпоставка е наличието на съдебно решение за откриване на производството (чл. 630.ал.1 от ТЗ).

Неплатежоспособността се характеризира със следните юридически признаци:

- тя е състояние на обективна невъзможност на предприятието – длъжник да си изпълни изискуемо парично задължение (публичноправно или по търговска сделка);
- невъзможността за изпълнение на паричното задължение трябва да е трайна тъй като съгл.чл. 631 от ТЗ съдът отхвърля молбата когато установи, че финансовите затруднения на предприятието са временни или, че то притежава имущество, достатъчно за покриване на задълженията, без опасност за интересите на кредиторите.

Освен при неплатежоспособност производство по несъстоятелност се открива и при свръхзадълженост на капиталово търговско дру-

жество (АД, ООД, КДА). Тя е налице когато имуществените права (активът) са недостатъчни за да покрият паричните задължения (пасивите). В този случай предприятието е в състояние на декапитализация, тъй като чистото му имущество (нетната стойност на капитала) е отрицателна величина.

## ФИНАНСОВО-ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ ЗА ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ФИНАНСОВИ ПРОБЛЕМИ

При прегледа на финансовата стабилност трябва да се използват някои ключови коефициенти. Изчисляването им и проследяването на измененията във финансовите отчети ще даде добра информация за изграждане на система за оценка на платежоспособността, чрез която да се идентифицират финансови затруднения на предприятието колкото е възможно по-рано, както и риска от фалит. Тези показатели могат да се групират в няколко широки категории.

*Първо:* анализ на паричния поток (ПП)

Този анализ е един от най-важните инструменти на финансовия анализ като добро средство за определяне възможностите на една фирма да посреща задълженията си и респ. да обслужва дейността си.

*Коефициент на покритието за обслужването на дълга* – показва поетия от една фирма товар, свързан с използването на дългово финансиране като сравнява наличните за обслужване на дълга приходи и задълженията, които трябва да се обслужват. Този коефициент нормално трябва да е над 1 и с известен марж. Така той ще показва, че ПП покрива разходите по обслужването на дълга с известен остатък. Ако е по-нисък от 1 означава, че предприятието изпитва или ще изпитва проблеми с ПП. Коефициент за обслужване на дълга = Приходи преди лихви, данъци и амортизационни отчисления (ППЛДАО) / разходи за обслужване на дължими лихви и частта от главницата с настъпил падеж.

Необходимо е да се подчертае, че при използването на ППЛДАО като измерител на ПП за целите на този анализ данъците и другите задължения на фирмата се приемат за неплатени и те пораждат съответни изземвания от ПП, които трябва да бъдат покрити допълнително при обслужването на общия дълг. Ако една фирма има свободен достъп до пари в брой (под формата на неизползван кредит, ликвидни активи и др) тя е в състояние да оперира нормално при

нисък размер на този коефициент за разлика от фирми, неразполагащи с такива резерви.

В случаите когато приходите са недостатъчни за посрещане на плащанията, фирмата трябва да потърси други източници за обслужване на тези задължения. Това може да индикира сериозни финансови проблеми или твърде големи кредити, които фирмата следва да обслужва – тя трябва да привлече нови кредити, за да изплати непогасените си задължения, а това увеличава още повече риска от фалит. Би следвало да се отговори рентабилността достатъчна ли е за обслужване на лихви, главници и другите задължения.

*Второ* коефициенти, свързани с ликвидността

- *Оборотен капитал (ОК)* = Краткотрайни активи (КА) – Краткосрочни задължения (КЗ)

ОК трябва да е положителна величина.

ОК създава буфер за адекватна защита на краткосрочните кредитори и трябва да е достатъчен, за да осигурява нормална фирмена дейност. Нивото на ОК може да се определи в зависимост от сложността на произвеждания продукт/услуга, търсенето му (гаранция за продажби) и оперативния цикъл. Кратък оперативен цикъл (какъвто по правило е в транспортния отрасъл) означава висок оборот на СМЗ. Растежът и спадът на икономиката или на конкретен отрасъл също е от значение. В период на просперитет, стабилното търсене на продукта на фирмата може да позволи по – малък размер на ОК за разлика от този, изискван при рецесия.

- *Коефициент на обща ликвидност КА/КЗ*

Този коефициент измерва ликвидността на КА на фирмата по отношение на краткосрочните и пасиви. Той трябва да е по-голям от 1, за да може предприятието да посреща краткосрочните си задължения. Приемливо е този показател да е нисък при относително високо качество на КА. Колкото по-ликвидни са активите, толкова по-нисък може да бъде този коефициент. Нарастването на коефициента може да означава високо ниво на непроданаема КМА или несъбираеми вземания по продажби, докато намалението може да означава по-голяма ефективност. Трябва да се вземе под внимание и бизнесцикълът на фирмата. Ако той е кратък (това важи и за транспортната дейност) е допустимо коефициентът да е нисък.

*Трето* Коефициенти за дейността:

*Вземания по продажби в дни* (Вземания по продажби/нетен размер на приходите от продажби)х365 = дължими вземания в дни Дава ин-

формация за качеството на вземанията по продажби, както и за ефективността на фирмения мениджмънт по събиране на вземанията. Счита се, че коефициент под 45 дни показва вземания с добро качество.

Задължения към доставчици в дни

Счита се, че когато периодът на погасяване е под 30 дни предприятието пропуска евтино финансиране. Нормална граница за периода на оборота на задълженията е около 45 дни. Необходимо е този коефициент да се съпоставя с периода на събиране на вземанията по продажби. Гъвкаво управляваните фирми ще привличат и ще предоставят такова количество търговски кредити, колкото са им нужни, за да балансират входящите и изходящи парични потоци. Повишаване на този коефициент вероятно показва, че предприятието се осланя на доставчиците си, за да се финансира, а това може да се счита за предупредителен сигнал.

Четвърто Коефициент на рентабилността

- *Марж на чистата печалба* (чиста печалба/нетен размер на приходите от продажби). Това е ключов общ измерител на рентабилността, който показва за всеки постъпил лев, резултат от продажби съответен процент приходи, който генерира фирмата под формата на печалба след данъци. Също така изразява ценовата стратегия и възможността на фирмата да контролира разходите си. Невинаги високият коефициент е по-добър от ниския, тъй като това зависи от комбинирания ефект от маржа на печалбата и оборота на активите (по принцип двете се изменят в обратна посока) Характерно за “БДЖ”ЕАД е реализирането на загуби от пътническа превозна дейност и положителен финансов резултат от извършването на товарни превози. Съвкупният ефект е реализиране на отрицателна рентабилност и декапитализация на предприятието. Маржът на печалбата за една компания задължително се съобразява с характера на дейността, структурата на разходите, мястото на пазара и възможността на управлението да контролира разходите. Нормално е той да варира за отделните отрасли, както и за различните фирми, работещи в един отрасъл, в зависимост от характера на предлагания продукт и конкурентната стратегия на фирмата.

Пето Коефициент на задлъжнялостта

Най-общо чрез съотношението Дълг/Собствен капитал се характеризира връзката между вътрешното и външното финансиране. Целта е да се оцени способността на фирмата да оцелее в кризисни моменти и да посрещне

дълговете си. От значение за надеждността на анализа е при съпоставянето на общите пасиви към СК от него да се приспадат нематериалните активи и положителната репутация. Показателите за задлъжнялост предоставят поглед за размера на “възглавницата” (способността да се поемат удари) на собствени средства, на които кредиторите могат да разчитат за понасяне на възможни загуби. Нивото на приемливата задлъжнялост зависи конкретно и от стабилността на приходите на предприятието Като обобщение, приемливият за една фирма финансов риск, измерван чрез задлъжнялостта, зависи от вида дейност и стабилността на приходите.

Освен традиционните за България подходи за идентифициране на текущи и бъдещи финансови трудности чрез данните на финансовото счетоводство, в световната практика широко се използва инструментариума на управленското счетоводство; в т.ч. моделите като съвременен метод за анализ, контрол и вземане на решения, особено в краткосрочен план. Икономическият модел при транспортната дейност изразява връзката между обема произведена транспортна продукция, експлоатационните разходи (пълната себестойност, задължително декомпозирани на променлива и постоянна част) и финансовия резултат. Изследва се зависимостта между тях, известна като анализ по зависимостта “РОП”(счетоводен и икономически модел – разходи-обем – печалба). Пълните разходи за дейността се обхващат от модела (уравнението):

$$y = a + b x q \quad (1),$$

където  $a$  е сумата на постоянните разходи за изследвания период,  $b$  – променливите разходи за единица продукция и  $q$  – обема на дейността измерен в произведени пкм или ткм. Моделът на реализираните приходи е  $- p x q$ , изразяващ произведението на реализираната транспортна продукция и цената за един ткм, респ. пкм. Следователно цялостният модел за установяване и изследване на финансовия резултат е:

$$W = p x q - (a + b x q) \quad (2),$$

където  $W$  е печалбата от дейността. Оттук при известни величини на цената за единица –  $p$ , променливите разходи за единица –  $b$  и сумата на постоянните разходи за периода –  $a$  може да се установи обема продукция, който трябва а се реализира, за да се постигне предварително определена, желана печалба, която да гарантира нормален транспортен процес и стопанска дейност.

Известно е, че обема на дейността, при кой-



то се постига взаимно уравнивяване на приходите и разходите е критична точка на продажбите - критичен обем в единици продукция (ткм или пкм) и критични приходи в стойност.

За да се установи кога се достига критичната точка се приравняват приходите от продажби с пълната себестойност, както следва:

$$p \times q = (a + b \times q) \quad (3)$$

И отгук се определя критичния обем  $Q_{крит.}$

$$Q_{крит.} = a / (p - b) \quad (4)$$

Именно от този критичен обем произведено и реализирано количество продукция печалбата става положителна величина и започва да расте. Интерес за анализа представлява знаменателя на формула (4) – разликата между продажната цена и променливите разходи за единица, известна като пределен доход (или още Принос от английски contribution margin). Именно този показател е един от ключовите в управленския счетоводен анализ който се използва при вземане на управленски решения вкл. за закриване на производство (дейност). На база пределния доход за единица се изчислява и общия Принос за всички единици продукция, както и печалбата чрез формулата:

$$W = ПД \times q - a \quad (5)$$

където ПД е пределния доход за единица, а ПД  $\times$  q е общия пределен доход за всички единици продукция.

Целта при изчисляването на ПД е да се определи дали той възстановява (покрива) постоянните разходи и осигурява ли печалба. Ако това не е изпълнено може да се предложи реструктуриране на дейността или направо прекратяване на дейност. Като примери в транспортния отрасъл могат да се посочат провежданата в момента реформа(реструктуриране) в железопътния сектор и сериозните затруднения на авиокомпания “BALKAN в производство по несъстоятелност” да покрива както променливите, така и постоянните си разходи.

В пряка връзка с концепциите за критична точка и ПД могат да се установят т. нар. Поле на сигурност ПС( показатели за финансова сигурност) и операционния ливъридж (степен на операционна зависимост, производствен лост). Полето на сигурност показва доколко е допустимо да намаляват реалните продажби в сравнение с планираното (желаното) ниво преди да започне да се реализира загуба. При ниско ПС риска да се понесе загуба е по – голям и предприятието трябва внимателно да следи текущите си продажби (договори). Може да бъде определено в количество продукция, в стойност и в

процент. В количествен израз

ПС = планов обем продажби минус критичен обем.

В допълнение към анализа е установяването на операционния ливъридж-Le Целта е използването на постоянните разходи за увеличаване на печалбата с по-голяма норма в сравнение с тази, която са се увеличили приходите от продажби. Показателят изразява степента, в която процентното изменение на приходите (в сравнение с тяхното базисно ниво) ще повлияе върху нарастването на печалбата. При дейности с по-големи постоянни разходи, където съществува висока автоматизация на производството се наблюдава по-голям операционен лост. Това ще рече, че след достигане на критичната точка дори малко нарастване на приходите може да доведе до голямо повишение на печалбата. Типичен казус са товарните жп превози, при които е характерно, че с увеличаване количеството превозени товари в тонове, при постоянна численост на подвижния състав съответно нарастват и приходите, а експлоатационните разходи се повишават с изоставащ темп поради задържащото влияние на постоянните разходи. Положителният ефект от операционния лост в транспортния отрасъл се постига също и чрез увеличение на средното превозно разстояние. Степента на операционна зависимост се установява чрез съотнасяне на общия пределен доход и печалбата от дейността. Определянето на влиянието на операционния лост върху печалбата може да се интерпретира по следния начин: Ако например се предвижда увеличаване на приходите с 10%, а Le = 3, то това ще рефлектира върху 30 %-но нарастване на печалбата.

В пряка връзка със зависимостта “РОП” са и т.нар. “гъвкави анализи”, които могат да бъдат полезен инструмент при изготвяне на оздравителен план при предприятия в несъстоятелност респ. за вземане на решение от типа продължаване или закриване на дейност. Освен физическите и стойностните величини на критичната точка се използват и планови(прогнозни, очаквани) и отчетни(фактически, реални) величини. Именно те се свързват с планирането на дейността. Установяването на критичния обем се приема предимно като предварително определяне на плановия критичен обем, при който се регистрира реализиране на нулев финансов резултат. Целта на анализа и планирането обаче е да се определи реалния обем продажби, за да се достигне очакваната (желаната) ефективност и

рентабилност от дейността. Реалният обем продажби е логическото продължение на концепцията за критичния обем. Именно той е съобразен с притежаваните производствени мощности, материални, трудови и финансови ресурси на предприятието. Неговото постигане ще осигури очакваната (желаната) печалба за изследвания период. Критичната точка е само изходно равенство, в което печалбата се полага равна на нула. То показва долния праг на реализираните приходи, но не той е целта на търговското дружество, а залагането на планов обем дейност, осигуряващ желаната (целевата) печалба. При такъв тип решения може да се използва формулата за установяване обем продажби при предварително заложен (целева) печалба:

$$Q_c = (a + Wc) / ПД \quad (6)$$

където  $Q_c$  е търсения обем продажби, за да се достигне целевата печалба и  $Wc$  е целевата печалба.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Финансовия анализ се използва при форму-

лирането на *глобална оценка на предприятията* за различни цели в т.ч.:

-при определяне на силните и слабите страни (SWAP анализ) от потенциални инвеститори при придобивания, сливания, приватизация вкл. и на губещи предприятия.

-при наличие на значителни финансови трудности при функционирането на предприятието за вземане на решение от Съда за обявяване или не на несъстоятелност. Целта е оценяване способността на предприятието да поддържа или възстанови платежоспособността си, както и потенциала за генериране на *бъдещи* печалби.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Търговски закон "Нова звезда", 2000, София
- [2] Наръчник по банков надзор, БНБ, 2001 г.
- [3] "Търговска несъстоятелност", Рачев Ф. "Фенея", 1998
- [4] Управленско счетоводство, Трифонов Т, Брезоева Б., 1995 г., София



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### СЧЕТОВОДНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ЛИКВИДАЦИЯ НА ТРАНСПОРТНА ФИРМА

Десислава Йосифова

#### АНОТАЦИЯ:

*В разнообразната стопанска практика се наблюдават и негативни икономически явления и кризисни ситуации. Една от тях е ликвидация на транспортни фирми и прекратяване на стопанска дейност по различни причини, най-често поради фалит. Това изисква по-добро познаване на законодателната среда, в която действат предприятия в ликвидация и изясняване на практически счетоводни правила и процедури в тази насока. Поради наложените ограничения в обема методиката е разглеждана до етап – изготвяне на Начален ликвидационен баланс. Поради обхвата проблематиката и методиката до изготвяне на Приключителен ликвидационен баланс може да бъде разглеждана по дисциплината Счетоводство на транспортната фирма за студентите от специалност “Счетоводство и контрол” при ВТУ “Т. Каблешков”*

**Ключови думи:** Ликвидация, счетоводни процедури при ликвидация, оценка на финансов риск от фалит

Някои от проявленията на икономическата криза са проблемите на предприятията, свързани с платежеспособността и ликвидността. Значителна част от фирми в различни отрасли в т.ч. и транспортния са в крайно нестабилно финансово състояние. Не са редки случаите на фалит и ликвидация.

В тази връзка от методическа и практико-приложна гледна точка интерес представляват организационните мероприятия по ликвидацията и счетоводните процедури и правила за отрязването им.

Трябва да се отбележи, че концептуалната рамка на счетоводната наука и практика отдавна включва не само чисто регистрационна функция за отразяване и обобщаване на протичащите икономически процеси и явления. Освен традиционните подходи за определяне на счетоводството като система за двойствено отра-

зяване на бизнес операциите, на съвременния етап счетоводната наука и практика е еkleктика и от нови подходи. Това е продиктувано от динамично променящите се бизнес практики и глобалните тенденции, които влияят върху обхвата на счетоводните обекти. Новите измерения на финансовите пазари, електронните интернет услуги, управлението на финансовите рискове налагат непрекъснато усъвършенстване и развиване на счетоводната теория и практика.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НА ЛИКВИДАЦИОННИЯ ПРОЦЕС

Счетоводното отчитане на процесите, свързани с разглежданата проблематика се регламентира с Национален счетоводен стандарт №13, в сила от 01.01.2002г. Там е направено разграничение в съответствие със законовото третиране

на несъстоятелността в Търговския закон като са дадени диференцирани правила за счетоводно отчитане при постановяване на решение за откриване на производство по несъстоятелност и за отчитане при постановяване на решение за обявяване в несъстоятелност.

Правилата за обявена ликвидация и обявена несъстоятелност са еднакви – работи се на ликвидационна база, а за откриване на процедура по несъстоятелност правилата са други, съответстващи на статута на действащо предприятие, каквото е на този етап в действителност предприятието.

Могат да се посочат следните по-съществени етапи на ликвидационния процес и съответното им счетоводно отразяване:

1. Към датата на съдебното решение за обявяване в ликвидация респ. несъстоятелност

- изготвяне по реда за годишното счетоводно приключване на счетоводен баланс, ОПР, отчет за паричния поток и отчет за собствения капитал за периода от 01 януари до датата на съдебното решение. Този финансов отчет става основа за определяне на данъчните задължения на ликвидиращото се предприятие. Така съставения счетоводен баланс се трансформира в “Начален баланс при ликвидация” (по-нататък се разглежда кратък практически пример на основата на данни за автотранспортна фирма). Изискванията са следните:

- провеждане на пълна инвентаризация и извършване на оценка от оценители на активите и пасивите по справедлива цена като разликите между балансовите оценки и справедливите цени се отнасят в резерв от последващи оценки или разход (при подоценка);

- трансформиране на валутните вземания и задължения в левове по централния курс на БНБ към датата на съдебното решение, като евентуалните курсови разлики се отчитат като текущ финансов приход или разход;

- финансовите резултати до ликвидацията и всички видове резерви се обединяват и се отчитат като други резерви и се установява точния размер на основния капитал (на нетна основа).

- активите и пасивите, които в условия на извършваната ликвидация не могат да се реализират (продадат или погасят) се отписват за сметка на резервите;

- изготвяне на счетоводен баланс по новия образец, даден в приложение №1 към НСС №13 от 2002 г. В този баланс колона ”Предходна година“ не се попълва.

2. В периода на същинската ликвидация:

- преустановяване на начисляването на амортизации и провизии;

- отчитане на постъпленията от осребряването на имуществото и на разходите по осъществяване на сделките за разпродажбата му и за протичане на ликвидацията чрез използване на специалните сметки “Приходи от ликвидацията” и “Разходи за ликвидация” (след отчитане на разходите по икономически елемент), които се приключват след дебитиране или кредитиране на специалната сметка “Резултат при ликвидация”;

- възможно е в процеса на ликвидация предприятието да извършва стопанска дейност по повод приключването на договорни взаимоотношения, поети преди обявяването в ликвидация. За тази дейност се извършва отделно счетоводно отчитане, както и за финансовия резултат от нея;

- съставяне на годишен финансов отчет, когато процеса на ликвидация продължава и в следващия отчетен период, като елементите му са специфични и конкретни, съгл. Приложенията към НСС13. На заглавната страница на всички елементи на финансовия отчет към наименованието на предприятието се добавя “в ликвидация” респ. “в производство по несъстоятелност”;

- в началото на всеки отчетен период резултатът от ликвидацията от предходния период се приключва в ликвидационния капитал.

3. Към датата на приключване на ликвидацията

- след удовлетворяване на всички кредитори се изготвя приключителен (краен) ликвидационен баланс, въз основа на който предприятието се отписва (заличава) от търговския регистър в съда и ликвидаторите предават счетоводните документи (регистри и отчети) на Държавния архив за съхранение по реда на чл.42 от Закона за счетоводството.

### **ПРИМЕР ЗА ИЗГОТВЯНЕ НА НАЧАЛЕН БАЛАНС ПРИ ЛИКВИДАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИОННА ПРОГРАМА ЗА АВТОТРАНСПОРТНА ФИРМА “АБВ”, ГР. КЮСТЕНДИЛ**

#### **Исходни данни и история на фирмата:**

Търговско дружество за извършване на автомобилни товарни превози в страната, регистрирано като ООД през 1992г. След създаването си фирмата купува втора употреба от градското ДАП 3 броя стари товарни автомобили “Шкода

Европа”, с които започва дейност. Основно перо от приходите е сключен постоянен договор за транспортно обслужване на трансформаторния завод гр. Кюстендил, като фирмата обезпечава транспорта на кооперираниите доставки на Завода Организирано е сервизно обслужване, както на собствени, така и на чужди автомобили като самостоятелна спомагателна дейност. В средата на 96-та се приватизира основния клиент-товародател (трансформаторния завод); паралелно се извършват драстични структурни промени след масовата приватизация в града и региона.

В началото на 98-ма год. се наблюдава оживление в стопанската дейност на региона и транспортната фирма се ориентира към продуктово реструктуриране и разширяване на предлаганите транспортни услуги – превоз на малогабаритни товари. Това, както и необходимостта от повишаване на конкурентоспособността налага придобиването на нови лекотоварни автомобили. След разглеждането на бизнес план и молба за отпускане на инвестиционен кредит местния клон на ТБ”Х”АД, гр. Кюстендил отпуска 3 годишен инвестиционен валутен заем в размер на 25 000 ДЕМ – нетна сума при 16% антиципативна лихва. След събиране на вземането от лихви, банката превежда сумата на кредита по фирмената сметка.

До края на 1999 г. фирмата успява да привлече няколко по-малки фирми товародатели, съумява да обслужва кредита си, да поддържа нормален транспортен процес и да реализира печалба. Паралелно с това реализира приходи и от спомагателната дейност - ремонтно и сервизно обслужване на автомобили на фирми и граждани.

В средата на 2 000-та година договора с основния товародател изтича и той не се подновява. Така фирмата се лишава от основното перо сигурни постъпления и остава да работи без гарантирано равнище на месечни приходи. От месец април 2000 г. преустановява обслужването на месечни погасителни вноски по изтегления кредит, който е с падеж март, 2001г.

Въпреки положените усилия, фирмата не може да осигури приходи за нормална стопанска дейност, с които да посреща всички разходи и задължения по дейността си (налице са и несъбираеми вземания – изпълнени поръчки на недобросъвестни платци; невъзможност за осигуряване на обратен товар, повишени разходи за ремонт и за резервни части, невъзможност за навременно изплащане на заплати и внасяне на

социални осигуровки). Отчетната 2000-та г. приключва с балансова загуба от 1 300лв. През 2001 г. финансовите проблеми на фирмата се задълбочават и след настъпване на падежа търговската банка и фирмата се споразумяват за разсрочване на неиздължената част по кредита за още една година при нови наказателни лихвени условия. Към 31.12.2001 фирмата приключва отчетния период с нова балансова загуба от 2 700лв.

В първите месеци на 2002 г., продължават финансовите и оперативни проблеми на фирмата. В края на месец март изтича предоговорения падеж на разсрочения кредит.

За първото тримесечие на отчетния период, данните от счетоводния баланс за наличните активи и пасиви към 31.03.2002г (по нетна балансова стойност) са:

<b>ДМА:</b>	31 270 лв.
1. Товарни автомобили в т.ч.:	
3 бр.Шкода с ед. бал стойност	1 900 лв.
2 бр.Форд с ед.. бал. стойност	4 785 лв.
2. Сгради (гараж,сервиз и офис помещение)	13 400 лв.
3. Машини и оборудване общо за	2 600 лв.

**Краткотрайни активи**

5 308лв.в т.ч	
1. Материални запаси (материали и резервни части)	2 900 лв.
2. Вземания	1 000 лв.
3. Парични средства:	
в брой	608 лв.
по разпл. сметка	800 лв.

**СУМА НА АКТИВА** 36 578 лв.

**Собствен капитал (СК)** 9 600 лв.

1. Основен капитал	5 000 лв.
2. Допълнителен капитал	8 000 лв.
3. Резерв (преоценъчен)	2 100 лв.
4. Натрупани загуби	
от мин. години	-4 000 лв.
5. Текуща загуба до момента	-1 500 лв.

**Дългосрочни пасиви:**

1.Задължения към ТБ	8 333 лв.
---------------------	-----------

**Краткосрочни пасиви:**

1.Задължения към доставчици	1 300 лв.
2. Задължения към персонала	4 800 лв.
3. Задължения към социалното осигуряване и по ЗОДФЛ	2 145 лв.
4. Данъчни задължения по ЗДДС	10 400лв.

**СУМА НА ПАСИВА** 36 578 лв.

Финансовият анализ е важно средство за поставяне на диагноза на състоянието на фирмата. Информационна база за неговото провеж-

дане е предимно финансовият отчет. Поради наложените ограничения в този материал се разглеждат само някои възможни аспекти за определяне на финансов (респ. кредитен) рейтинг като се използват посочените данни от счетоводния баланс на “АБВ” ООД към 31.03.02г. Без да бъде изчерпателен модела може да се прилага като изходен тест за финансова устойчивост за предприятия от различни сектори.

С този практико-приложен модел се цели адаптирането на настоящото изложение върху показателите за платежоспособност, респ. кредитоспособност с оглед вземане на правилно и адекватно решение, както от мениджмънта на предприятието, така и от съответните банкови институции.

Използва се определянето на матрична оценка на финансовия риск и вероятността от финансов фалит по възприети критерии (нормалните граници и стандартните значения на показателите зависят освен от средните за отрасъла и от конкретните нужди и цели на анализа), формирани на база счетоводния баланс към най – близка дата - в случая към 31.03.2002г и извадка от ОПР за позицията Приходи от продажби ( в случая Приходи от основна транспортна дейност), които от началото на периода към 31.03 са 2 408 лв. Оценяването на финансовия рейтинг се определя чрез матричната оценка на стойностите само на 4 показателя, а именно:

- текуща (обща) ликвидност
- обща потребност от оборотен капитал
- обща задлъжнялост към сумата на активите
- способност за покритие на сумарния дълг

Матричната оценка на финансовия риск се определя по приети критерии за границите на показателите, представени в таблица 1, както следва:

Таблица 1

Групирането на показатели, които са свързани по между си дават по-пълнен и по-надежден

Оценка	-1	0	+1
Показател			
1. Текуща ликвидност	<1.5	1.5 - 2.0	>2.0
2 Потребност от оборотен капитал	>25%	10 - 25%	<10 %
3. Обща задлъжнялост към сумата на активите	>60%	40-60%	<40 %
4. Способност за покритие на сумарния дълг	>10	5-10	<5

отговор, отколкото всеки взет поотделно.

Класифицираните степени на финансов(кредитен) рейтинг на база сумарния израз на посочените 4 показателя от матричната оценка могат да варират в общо 9 различни варианта, както следва:- от +4 до +2 запазване на изключително ниска степен от минимален финансов риск; +1 все още минимален риск с вероятност от завишаване<sup>1</sup>; оценка 0-повишена възможност от завишен риск; от -1 до -3 трайна тенденция за запазване равнището на висок риск и оценка минус 4 – изключително висок риск, предприятието е пред финансов фалит.

При конкретното изчисляване на посочените показатели се установява оценка минус 1 по всеки един от тях и сумарна матрична оценка минус 4, което показва изключително тежко финансово състояние за фирма “АБВ”. Банката окончателно решава да встъпи във владение на ипотекирания актив. Съдружниците вземат решение за прекратяване и ликвидация на фирмата, като разчитат на продажбата на имуществото, с което да погасят неуредените си пасиви

Съставен е Протокол на общото събрание на съдружниците, на чиято база е подадено заявление до фирменото отделение към окръжен съд – гр. Кюстендил с искане за прекратяване и обявяване в ликвидация. Съдебното решение е получено с дата 29.04.2002г.

За ликвидатор е избран настоящия управител (един от собствениците на фирмата). Изготвена е ликвидационна програма, с краен срок 31.12.2002г, с основни пунктове, както следва:

- писмено уведомяване на всички кредитори и на данъчната администрация за започващата ликвидация;
- съкращаване на наетия персонал (5 шофьори и двама сервизни работници), след изтичане на едномесечното предизвестие, както и начисляване на едномесечни обезщетения по КТ и дължимите осигуровки върху тях;
- Обявяване на търг за продажба на наличния автопарк и другите ДМА;
- Събиране на начислени вземания от клиенти (част от тях са провизирани).

Основополагаща роля за извършване на горепосочените и всички следващи действия има изготвянето на Начален баланс при ликвидация. За целта към датата на съдебното решение се съставя счетоводен баланс на принципа на действашо предприятие. Предварително следва да се направи пълен анализ, съпоставяне, изравняване и потвърждаване на всички вземания и

## ДВАНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

задължения на ликвидиратата се фирма за без-проблемното им и окончателно уреждане. Прави се пълна инвентаризация на активите и пасивите, както и се извършва преоценка по справедливата им пазарна цена, по която ще бъдат отразени в ликвидационния баланс. Задачата на ликвидатора на този етап е преобразуване на данните от баланса за действащо предприятие в баланс на ликвидационна база, с цел получаване на пълна, актуална и достоверна картина за имущественото и финансово състояние на предприятието в ликвидация. През месец април настъпват съществени промени в имуществения и финансов статус на фирмата, тъй като ТБ встъпва във владение на ипотекираната сграда, като по този начин се погасява остатъка от дължимия банков кредит. Паралелно се реализира и немалка загуба поради разликата в отразената балансова стойност на двата счетоводни обекта до момента в който банката не продаде имота и евентуално възстанови тази разлика или част от нея. Продължават да текат и постоянните разходи за фирмата – амортизации, работни заплати и осигуровки, данъци по ЗОДФЛ и др. Като резултат само за този месец натрупаните загуби до момента нарастват от 1 500лв на 10 144лв.

Към 29.04.02 г. балансовото число в сравнение с предходния месец намалява от 36 578 на 22 676лв, както следва

<b>ДМА</b>	17 000 лв.
1. Транспортни средства в т.ч.:	
3 бр. Шкода с един. бал. стойност	1 800 лв.
2 бр. Форд с един бал. стойност	4 650 лв.
2. Машини и оборудване	2 300 лв.
<b>КА</b>	5 676 лв.
1. МЗ (материали и резервни части)	2 900 лв.
2. Вземания	1 000 лв.
3. Парични средства:	
- в брой	608 лв.
- по разпл. сметка	1 168 лв.
<b>СУМА НА АКТИВА</b>	22 676 лв.
<b>Собствен капитал (СК)</b>	956 лв.
1. Основен капитал	5 000 лв.
2. Допълнителен капитал	8 000 лв.
3. Резерв (преоценъчен)	2 100 лв.
4. Натрупани загуби от мин. години	-4 000 лв.
5. Текуща загуба до момента	-10 144 лв.
<b>Краткосрочни пасиви:</b>	
1. Задължения към доставчици	1 668 лв.
2. Задължения към персонала	6 670 лв.
3. Задължения по социалното осигуряване и по ЗОДФЛ	2 982 лв.

4. Дан. задължения по ЗДДС	10 400 лв.
<b>СУМА НА ПАСИВА</b>	22 676 лв.

Във връзка с изготвянето на данните за началния ликвидационен баланс е извършена оценка от лицензирани оценители на притежаваното имущество, както следва:

• 3 бр. лекотоварен автомобил Шкода, всяка с пазарна цена	1 000 лв.
• 2 бр. лекотоварни автомобили Форд, всеки с пазарна цена	10 500 лв.
• автомивка, с пазарна цена	2 000 лв.
• др машини, с пазарна цена	600 лв.
• МЗ запазват балансовата си оценка	2 900 лв.

На тази база е съставена счетоводна статия за формиране на преоценъчен резерв, във връзка с ликвидацията в размер на 9 600 лв.

Съгласно изискванията на НСС №13 е извършено нетиране на капитала, като за целта с формирания допълнителен капитал до пълното му изчерпване се покрива цялата натрупана загуба от минали години и част от загубата от текущия период. С натрупания преоценъчен резерв от предходни периоди се покрива друга част от загубата за периода в размер на 2 100лв. Към получената сума трябва да се акумулират новите разходи за месеца общо за 1 890лв., за да се установи финансовия резултат от ликвидацията към момента – загуба, в размер на 5 934 лв. За сега на този етап салдото по сметката за основния капитал не се променя, тъй като съгл. т. 4.8 от НСС №13 в началото на всеки отчетен период резултатът от ликвидацията от предходния период се приключва в ликвидационния капитал.

След гореописаните счетоводни процедури може да се състави следната извадка от Начален баланс при ликвидация на ООД "АБВ" - в ликвидация:

### АКТИВ

#### Раздел А – Краткотрайни активи

I. Парични средства и парични еквиваленти	
1. Блокирани за обезпечение	1 776 лв.
2. Други	
II. Краткосрочни вземания	
1. Блокирани за обезпечение	1 000 лв.
2. Други	
III. Материални запаси	
1. Блокирани за обезпечение	2 900 лв.
2. Други	
<b>Общо по раздел А</b>	5 676 лв.

#### Раздел Б – Дълготрайни ( дългосрочни ) активи



I. ДМА	
1. Блокирани за обезпечение	26 600 лв.
2. Други	
II. ДНА	
III. ДФА	
IV. Дългосрочни вземания	
<b>Общо по раздел Б</b>	26 600 лв
<b>СУМА НА АКТИВА</b>	32 276 лв. в т.ч.:
Блокирани за обезпечение	32 276 лв.

#### ПАСИВ

I. Краткосрочни задължения	
1. Обезпечени	23 610 лв.
2. Други	
II. Дългосрочни задължения	
<b>Общо по раздел А</b>	
<b>Раздел Б Ликвидационен капитал</b>	
I. Основен капитал	5 000 лв.
II. Финансов резултат от ликвидацията	-5934
III. Финансов от стопанската дейност	
IV. Резерви в т.ч.:	
1. Резерви от последващи оценки	9 600 лв.
2. Други резерви	
<b>Общо по раздел Б</b>	8 666 лв.
<b>СУМА НА ПАСИВА</b>	32 276 лв. в т.ч.:
Обезпечени задължения	23 610 лв.
Обезпечен ликвидационен капитал	8 666 лв.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управленският избор на счетоводна политика пряко влияе върху представената информация във финансово-счетоводните отчети. По-конкретно, съществуват различни подходи за ”заглаждане” на финансовия резултат и отразяване на паричните потоци благоприятно за предприятието. Следователно съществуват рискове за погрешна интерпретация на съвкупността от показатели от външните потребители на финансовите отчети.

Все по-голямо значение има прогнозиращата роля на информацията, създадена от управленското счетоводство за вътрешно-управленски цели в т.ч. за ранно идентифициране на бъдещи финансови и оперативни рискове.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Национални счетоводни стандарти ”Форком”, 2002, София.

[2] Милчова Д. ”Счетоводството като източник на информация за управление на краткосрочната кредитна дейност на банките”, Дисертационен труд

[3] Наръчник по банков надзор, БНБ, 2001г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ВЪВЕЖДАНЕ НА ПЛАТЕНО ПРЕМИНАВАНЕ ПО АВТОМАГИСТРАЛИТЕ В БЪЛГАРИЯ

Полина Бекова

#### АНОТАЦИЯ

*Световна тенденция във финансирането на пътната мрежа е спада на държавните инвестиции. Завършването на инфраструктурните проекти в България предполага предоставяне на концесии и въвеждане на платено преминаване.*

**Ключови думи:** концесия; такса за преминаване; пътна мрежа; серийни отсечки

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Протичащите в България икономически процеси оказват влияние върху структурата и развитието на автомобилния транспорт, поставят все по-остро своите изисквания за модерна инфраструктура, като важен фактор за неговата ефективна икономическа дейност. Пътно-шосейната мрежа на нашата страна обаче не е в състояние да отговори адекватно на тези изисквания. Една от основните причини за това нейно състояние е начинът на финансиране на развитието ѝ.

В условията на остра инвестиционна криза особено актуален е проблемът за формиране на законодателна среда, стимулираща местните и чуждестранни инвеститори за влагане на капитали в икономиката на страната. Един от възможните пътища за решаването му може да бъде внедряването в практиката на концесионни договори, по които на недържавен инвеститор се предава правото за временно ползуване и/или изграждане на пътни участъци, на срочна и възмездна основа, чрез събиране на такси за пътуване. Така концесионната система се явява необходимо допълнение към приватизация-

та. Нейният успех, в голяма степен, зависи от подбора на концесионерите и от условията на договора за концесия.

Концесиите за изграждане на пътни инфраструктури включват редица проблеми. Най-важният от тях се отнася до конституционния и правен контекст и до различните финансови аспекти на конкретната концесия. Този фундаментален проблем се свежда до определяне размера на таксите, на механизма на промяната им с течение на времето и възвръщаемостта на капиталните вложения на базата на висококачествена експлоатация.

Размерът на таксите се определя чрез изчисления, на базата на ясно определени критерии – цена на проекта, изходно транспортно натоварване, продължителност на концесията, перспективно транспортно натоварване и др. Въпреки това обаче, те могат да зависят и от промени в правителствената политика, които са в състояние да компрометират сериозни дългосрочни планове.

Размерът на таксата за пътуване трябва да бъде такъв, че да осигурява икономическа изгода както за пътуващите, така и за концесионера. Последният взема само част от икономи-

ята, която се реализира при пътуване по автомагистрала в сравнение с пътуването по обикновен двулентов път (Според статистиката на Секретарията на европейските концесионери, събиращи такси за пътуване по автомагистрала ЕСАР тази икономия възлиза на 30%) (Симеонов, 1993). Другата част остава за пътуващите. Именно тук трябва да се търси онзи оптимум, който да осигури максимална печалба за концесионера и максимална изгода от страна на пътуващите по автомагистралата. Този оптимум се намира, освен по теоретичен път, и по пътя на непосредствените наблюдения по време на експлоатацията на автомагистрала. Размерът на таксата за пътуване не е нещо постоянно, но не бива да се забравя, че влияе върху върху обема на трафика и приходите на концесионера.

## ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ ЗА МОДЕЛИРАНЕ НА ПЪТНА МРЕЖА

Основен момент остава проучването на причините, променящи размера на приходите и печалбата за платена отсечка на пътната мрежа. Една такава причина е взаимната зависимост между отсечките в пътната мрежа. Финансовите резултати от тази взаимозависимост могат да повлияят негативно върху оценката на схемите за инвестиране в изграждане на платени пътни отсечки. Възможно е, при определени условия, една отсечка да доведе до отрицателен икономически резултат.

Взаимозависимостта между отсечките на пътната мрежа може да бъде разделена условно в три групи.

Първата е серийната взаимозависимост. Тя се проявява тогава, когато маршрутът изисква пътуване по последователни пътни отсечки, включително и платената отсечка.

Успоредната взаимозависимост се появява, когато платеният път е даден като алтернатива на съществуващ път, който може да бъде и безплатен.

Третата взаимозависимост се проявява, когато изграждането на нова платена пътна отсечка налага или е свързано с преместване (или промяна на размера на таксата) на отсечка, принадлежаща на вече съществуваща пътна мрежа (моделът пътна мрежа е със серийни и паралелни отсечки).

### Предварителни условия

Във всеки модел има един начален равновесен етап, който, при промяна в пътната мрежа,

се преобразува в ново статично равновесно положение.

### Търсене

Функцията на търсенето е с показателна / експонентна / форма. Експонентната функция на търсенето се използва в съвременни проучвания на транспорта. Тя може да бъде приложена тук, защото целта на моделирането е предимно да се получат качествени анализи от общ характер. Още повече че, много от получените резултати не зависят от специфичната форма на функцията (Милс, 1995).

$$q = \alpha \exp[-g / s] \quad (1),$$

където:

q е годишният брой завършени пътувания между определени двойки точки;

$\alpha$  е параметър за изчисление;

g е общата стойност за завършен курс между определените двойки точки – тя включва разходите за експлоатация на превозното средство, стойността на времето за пътниците в превозното средство, и всички други такси за използване на пътя;

s е параметър, показващ средната стойност от индивидуалните потребители излишъци, получена от отделните потребители.

Разходи

Основните ограничения са:

- Разходите за експлоатация на автомобилите не зависят от пътния поток.

- За пълен рейс по дадена отсечка всички автомобили имат еднакъв експлоатационен разход (означен с  $c_1$ , където индексът означава отсечката).

- Пътниците имат различни оценки за времето, като за по-опростена и удобна работа, те са разделени в две групи - за пътниците от всяко превозно средство от група E, времевата стойност е u и за група F тази стойност е v, като  $u > v$ .

- Разходите за събиране на такси са пренебрежимо малки, както и разходите за ремонтни работи, поради износване на пътната настилка. Като алтернатива разходите за ремонт на пътя могат да се включат без да се променя общия характер на анализа.

- Капиталовите разходи за изграждането на нови отсечки са дадени по години. Ежегодният разход K не се променя от нивото на трафика.

### Цени

Предполага се, че концесионерите на новата пътна отсечка избират постоянното ниво за таксуване на пълен рейс p, което прави печалбата

максимална. Не се отчитат ценовите взаимодействия със съществуващите отсечки.

### КРАТЪК АНАЛИЗ НА ПЪРВИЯ МОДЕЛ НА ПЪТНА МРЕЖА: СЕРИЙНИ ОТСЕЧКИ

В този случай съществуващата мрежа има само една отсечка между точки А и В. Предвижда се строителство на пътна отсечка от В до С. Съществуващият трафик осъществява пълни рейсове между А и В при пътна такса  $p_1$ . Всички рейсове ще започват от А, но ще правят пълен курс до С. Пътната такса за пълен курс по новата отсечка е  $p_2$ . Пълните курсове между А и В остават валидни. Времето на пълните пътувания са:  $t_1$  до В и  $t_1+t_2$  до С.

Приема се ограничението, че всички транспортни средства са от една група с времева стойност  $u$  (група Е). Тогава общата стойност на пълния рейс до С е

$$g = c_1 + c_2 + p_1 + p_2 + u(t_1 + t_2) \quad (2),$$

където  $c_1$  и  $c_2$  са разходите за експлоатация на правозното средство по двете отсечки.

Получаването на максимална печалба от страна на концесионера на втората отсечка изисква такъв избор на величината на пътната такса  $p_2$ , че да се постига максимален брутен приход

$$R_2 = p_2 q \quad (3).$$

Функцията на търсенето е

$$q = \alpha \exp[-g/s_2] \quad (4).$$

След кратки преобразования се получава, че

$$\partial R_2 / \partial p_2 = \alpha [1 - p_2/s_2] \exp[-g/s_2] \quad (5)$$

Следователно оптималната пътна такса е  $p_2 = s_2$ , при която стойност втората производна е дори отрицателна. Максималният приход  $R_2^*$ , който може да се очаква е

$$\partial R_2^* / \partial p_1 = -\alpha \exp[-g/s_2] < 0 \quad (6).$$

Концесионер, който цели максимална печалба ще построи втората отсечка, ако  $R_2^* > K$ . Това условие може да бъде записано по следния начин:

$$p_1 + c_1 + ut_1 \leq s_2 \{ \ln(\alpha s_2/K) - 1 \} - (c_2 + ut_2) \quad (7).$$

Перспективите за строителство се увеличават, ако  $K$  и  $(c_2 + ut_2)$  са малки, ако  $\alpha$  и  $s_2$  са големи и ако общият разход за използване на първата отсечка е малък.

Някои рейсове между А и С могат да се правят вместо рейсове между А и В. Други ще бъдат в допълнение, т.е. генериран трафик. За всички тези случаи, нетната стойност (която е брутна стойност на пътуването минус експлоатационните разходи и минус стойността на времето за пътниците) трябва да надвишава пътната такса  $p_1 + p_2$ , тъй като в противен случай пътуването няма да се осъществи. По подобен начин, за отклонения трафик, защото рейсът до В все още съществува, допълнителната нетна стойност за пътуване до С (а не до В) трябва да надхвърля платената пътна такса, която е  $p_2$ . Следователно, сумата от нетните стойности надвишава брутният приход  $R_2^*$ . Когато  $R_2^* > K$  увеличението на доходността трябва да е положително. В този модел, отсечката увеличава доходността.

### ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Когато се предлага нова платена серийна отсечка, печалбата гарантира, че увеличението на приходите е положително. Но обратното не е валидно – шансовете намаляват, ако първоначалните отсечки в сериите имат високи пътни такси. (В по-сложни пътни мрежи, ако новата отсечка се придружава от премахване на пътна такса или увеличаване на пътната такса за предишен маршрут, това че новият път е печеливш не гарантира, че приходите ще се увеличат. По вероятно е те като цяло да се намалят, ако старият път има малка или нулева пътна такса.)

Количественото изражение на търсенето на новата платена отсечка ще зависи от забавата в резултат от задръствания, както и от други елементи на общите разходи. Таксите, гарантиращи максимална печалба следва да се изчисляват след взимане под внимание именно на ефекта от тези задръствания. Ако новият път се дублира в паралел от съществуващ стандартен път, то прехвърлянето на трафика по новия път може да намали времето за извършване на пълен рейс по стария път и да принесе ползи за онези, които продължават да го използват и да генерират трафик по него.

Тъй като няма ограничение за размера на този ефект по отношение на размера на увеличението на приходната част за трафика, който използва новия път, въпросът за положителната или отрицателна промяна на приходната част

трябва да бъде изследвана емпирично за всеки отделен случай. И все пак, собственикът не трябва да изключва необходимостта от провеждането на анализ на показателите себестойност-печалба.

Когато се планира нова платена пътна магистрала за допълване капацитета на вече съществуваща неплатена пътна магистрала икономическият резултат ще бъде положителен, ако на стария път също се постави такса. Но следва да се каже, че в такъв случай, рентабилността на новият път няма да е достатъчно основание за строителство, тъй като цялата схема може да даде и отрицателна стойност на увеличението на приходната част. Тези заключения трябва да се вземат под внимание при сключването на първоначалните концесионни договори, защото такъв ще бъде основният модел пътна мрежа за България.

Въвеждането на пътни такси е финансов инструмент, който гарантира приходи на концесионерите, от които да финансират изграждането на нови пътни участъци, както и да продължат с тяхното поддържане по време на експлоатацията им.

Организирането на финансирането на развитието на пътната мрежа чрез концесии не представлява сериозен проблем за развитите страни. Това обаче не е така за страните от Източна Европа, включително и България. Не от сега, у нас съществува интерес за финансирането на пътни обекти по този начин. И въпреки, че нор-

мативната база съществува от 1995 година, финансиране чрез предоставяне на концесия на пътен обект в България няма.

Практиката в другите държави показва, че строителството и експлоатацията на съвременни автомагистрала по принцип е печеливша инвестиция. Кандидат – концесионери има за строителството и експлоатацията на участъка на Трансевропейската магистрала на територията на България.

Развитието на бъдещата пътна инфраструктура ще се осъществява чрез инвестиции от частния сектор чрез схемите BOT – изграждане, експлоатация, прехвърляне на собствеността / build, operate, transfer/, базирани на заплащането на такси за ползване.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Милс Г., “Welfare and Profit Divergence for a Tolled Link in a Road Network”, J. Transp. Econ. And Policy, 1995

[2] Камомила Г., “Пътни такси по автомагистралите в света”, сп. “Пътища”, 1995/1996

[3] Владова Ст., “Платени пътища”, сп. “Пътища”/ J. World Highways, 1997

[4] Симеонов Ст., “Концесията при строителството и стопанисването на автомагистралите – същност и възможности за нейното прилагане в България”, сп. “Пътища”, 1992/93

[5] Савов Ст и кол. “Икономикс”, 1998



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОБЕЗЦЕНКА НА ДЪЛГОТРАЙНИТЕ МАТЕРИАЛНИ АКТИВИ В ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА ПРИ ИЗГОТВЯНЕ НА ГОДИШНИТЕ ФИНАНСОВИ ОТЧЕТИ

Емилия Вайсилова

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада са разгледани разпоредбите на Национален счетоводен стандарт 36-Обезценка на активи, според който предприятията в това число и транспортната фирма, в края на отчетния период обезценяват балансовата стойност на активите си в случай, че същата е по-висока от тяхната възстановима стойност. Вниманието е насочено към вариантите на счетоводно отчитане на обезценката в зависимост от възприетия от фирмата подход за оценка на ДМА след първоначалното признаване.*

**Ключови думи:** обезценка, възстановима стойност, нетна продажна цена, стойност в употреба.

След като бе приет новият Закон за счетоводство, обн., ДВ, бр. 98 от 16.11.2001 г. и в последствие и новите Национални счетоводни стандарти, обн., ДВ, бр. 22 от 27.02.2002 г., и влизането им в сила от 01.01.2002 г., настъпиха съществени изменения по отношение на периодичното оценяване на дълготрайните материални активи (ДМА).

С чл. 33, на отменения закон, предприятията в т. ч. и транспортната фирма се задължаваха в края на всяка година да преоценяват дълготрайните си материални активи, без земите и горите, с процент не по-висок от процента на увеличаване на цените на производител, обявен от Националният статистически институт. Земите и горите се преоценяваха по справедливата им цена.

Новият Закон за счетоводството, чл. 13, ал. (3) регламентира: “Последващи оценки на активите и пасивите се извършват в съответствие с приложимите счетоводни стандарти.”

На практика всички въпроси свързани с периодичното оценяване на активите са разглеждани в счетоводните стандарти.

Стандарта, в който е посочен реда и начините за оценяване на ДМА след първоначалното им признаване, е Национален счетоводен стандарт (НСС) 16 - Дълготрайни материални активи. В него са указани два подхода за оценка.

Първият подход е препоръчителен и според него: “След първоначалното признаване като актив, всеки отделен дълготраен материален актив следва да се отчита по цена на придобиване, намалена с начислените амортизации и натрупаната загуба от обезценка.”

Вторият подход посочен в стандарта е допустим алтернативен. Той гласи: “След първоначалното признаване като актив всеки отделен дълготраен материален актив трябва да се отчита по преоценена стойност към датата на преоценка, намалена с начислените амортизации и последвалата натрупана загуба от обезценка.”

Независимо кой от двата подхода ще възприеме транспортната фирма за отчитане на своите ДМА, в края на отчетния период във връзка с изготвянето на годишните финансови отчети (-ГФО), те се подлагат на “преглед” относно възможността тяхната балансова стойност да

бъде намалена (обезценена). Това се прави като се приложат разпоредбите на НСС 36 - Обезценка на активи. Според този стандарт балансовата стойност на активите се намалява (обезценява) в случай, че същата е по-висока от тяхната възстановима стойност. Така на практика се прилага един от принципите на счетоводството, а именно принципа на предпазливост, като целта е да се покаже реалната стойност на ДМА в транспортната фирма. Това се прави при съставянето на ГФО, и допринася за получаването на действителен финансов резултат.

Възстановимата стойност е по-високата от нетната продажна цена или стойността в употреба. Определянето на нетната продажна цена и стойността в употреба се извършва съгласно изискванията посочени в стандарт 36. И когато в крайна сметка е на лице необходимост от намаляване на балансовата стойност до размера на възстановимата стойност, то намалението от счетоводна гледна точка се третира като загуба от обезценка. Счетоводното отчитане на загубата от обезценка ще зависи от това кой подход е възприела транспортната фирма за отчитане на своите ДМА.

**Първо** - при положение, че транспортната фирма е възприела **препоръчителния подход** за оценка на ДМА след първоначалното признаване, т.е. отчита ги по цена на придобиване, тази загуба ще бъде призната като текущ разход за дейността. При това ще има разлика в счетоводното отразяване на обезценката при амортизируемите и неамортизируемите активи. В новия сметкоплан, който има препоръчителен характер, е предвидена специална сметка за отчитане на този разход и това е сметка 607 Разходи от последващи оценки на активи.

**Когато се обезценява неамортизируем ДМА**, при препоръчителния подход, намалението на балансовата стойност ще се отрази директно по сметката отчитаща актива, а сумата на обезценката ще се признае за текущ разход. Ще се състави следната счетоводна статия:

Д-т с/ка 607 Разходи от последващи оценки на активи;

К-т с/ка от гр. 20 Дълготрайни материални активи.

Сметка 607 Рзходи от последващи оценки на активи, ще се приключи като се отнесе към някоя сметка от група 61 Разходи за дейността, в зависимост от дейността в която се използва обезценявания актив.

Счетоводната статия ще бъде:

Д-т с/ка от гр.61 Разходи за дейността;

К-т с/ка 607 Рзходи от последващи оценки на активи.

В отчета за приходите и разходите, дебитния оборот по сметка 607 ще се покаже в статията “Други разходи”.

Според НСС 36 - Обезценка на активи, ако един актив вече е бил обезценяван, то при изготвянето на годишните финансови отчети, транспортната фирма е задължена да прецени дали съществуват признаци, че признатата в предходни години загуба от обезценка, може вече да не съществува или пък да е намалена.

Ако подобни признаци са на лице, транспортната фирма следва да оцени възстановимата стойност на съответния актив. При определяне необходимостта от намаляване на признатата през минали периоди загуба от обезценка се прилага принципът на същественост, т.е. загубата се корегира само когато е настъпила промяна в очакванията, които са взети предвид при определяне на възстановимата стойност на актива, след признаването на последната загуба от обезценка. В такъв случай, при положение, че е приложен препоръчителния подход за оценка на ДМА, балансовата стойност на актива следва да бъде повишена, но само до размера на признатата в предходен период загуба от обезценка. Счетоводно това би изглеждало така:

Д-т с/ка от гр. 20 Дълготрайни материални активи;

К-т с/ка 709 Други приходи от дейността.

Сметка 709 Други приходи от дейността се приключва като се отнася по крайна принадлежност, т.е. към финансовия резултат за периода. Съставя се статията:

Д-т с/ка 709 Други приходи от дейността;

К-т с/ка 122 Печалби и загуби от текущата година.

**Когато се обезценява амортизируем ДМА**, при препоръчителния подход, балансовата стойност ще се намали за сметка на увеличаване на начислената амортизация. Счетоводната статия ще има вида:

Д-т с/ка 607 Разходи от последващи оценки на активи;

К-т с/ка 240 Амортизация на ДМА.



**Второ** - когато транспортната фирма е възприела **допустимия алтернативен подход** за оценка на дълготрайните материални активи след първоначалното им признаване, счетоводното отчитане на загубата от обезценката ще е различно от разгледаното по-горе, когато е прилаган препоръчителния подход за оценка на активите.

При този подход активът се отчита по преоценена стойност, което предполага формиране на преоценен резерв.

Когато ДМА се отчитат по преоценена стойност обезценяването им ще зависи и от начина на определяне на тяхната справедлива стойност.

Един от начините е когато справедливата стойност на актива е пазарната му цена, при което разликата между справедливата стойност и нетната продажна цена ще са само преките разходи свързани с изваждането на актива от употреба. Когато тези разходи са несъществени, възстановимата стойност ще бъде близка до, или по-голяма от преоценената стойност на актива. Тогава няма да има вероятност преоценената стойност да бъде намалена и няма да е нужно да се изчислява възстановимата стойност. В случай, че разходите за освобождаване от актива са значими, нетната продажна цена на преоценения актив ще бъде по-ниска от справедливата му стойност. Тогава стойността на преоценения актив ще бъде намалена при положение, че стойността му в употреба е по-ниска от неговата преоценена стойност. Следователно, ще се приложи НСС36, за да се определи дали стойността на актива може да бъде намалена.

Вторият начин е, когато справедливата стойност на актива е определена не по пазарна цена, а на друга база. Неговата преоценена стойност може да е по-висока или по-ниска от възстановимата му стойност. Това транспортната фирма ще определи след прилагането на НСС 36 и ще прецени дали стойността на актива може да бъде намалена.

И когато се признае загуба от обезценка, тя се отразява като намаление на преоценения резерв. В случай, че загубата е по-голяма от създадения резерв, превишението се отразява като текущ разход за дейността.

**Когато се обезценява неамортизируем ДМА**, при допустимия алтернативен подход, счетоводната статия която се съставя е следната:

Д-т с/ка 111 Резерви от последващи оценки на дълготрайни активи

Д-т с/ка 607 Разходи от последващи оценки на активи - с евентуалното превишение на загубата над резерва;

К-т с/ка от гр. 20 Дълготрайни материални активи.

Когато е била извършена обезценка на актив, който се отчита по преоценена цена и впоследствие възстановимата му стойност превиши балансовата, следва да се отрази възстановяване на загубата от обезценката, т.е. да се увеличи балансовата до възстановимата стойност. Сумата на увеличението ще се отчете като текущ приход от дейността до размера на предходното намаление, което е било отразено като текущ разход за дейността. И тъй като е приложен допустимия алтернативен подход за оценка на ДМА, според стандарт 36 при превишение на сумата на увеличението над предишното намаление, разликата ще се отчете като преоценен резерв.

Съставя се следната счетоводна статия:

Д-т с/ка от гр. 20 Дълготрайни материални активи;

К-т с/ка 709 Други приходи от дейността - с размера на предходната обезценка, която евентуално е била отразена като текущ разход;

К-т с/ка 111 Резерви от последващи оценки на дълготрайни активи.

**Когато се обезценява амортизируем ДМА**, при допустимия алтернативен подход за отразяване на обезценката ще се състави следната статия:

Д-т с/ка 111 Резерви от последващи оценки на дълготрайни активи;

Д-т с/ка 607 Разходи от последващи оценки на активи - с евентуалното превишение на загубата над резерва;

К-т с/ка 240 Амортизация на ДМА.

А в случай, че се възстанови загубата от обезценка статията ще бъде:

Д-т с/ка 240 Амортизация на ДМА;

К-т с/ка 111 Резерви от последващи оценки на дълготрайни активи;

К-т с/ка 709 Други приходи от дейността - с размера на предходната обезценка, която евентуално е била отразена като текущ разход.

Според изискванията заложи в НСС 36 Обезценка на активи, в приложението към го-

дишния финансов отчет, транспортната фирма е задължена да оповести следната информация:

1. Сумите на загубите от обезценка на активи, които са включени в Отчета за приходите и разходите /ОПР/ за отчетния период, както и статиите, в които са включени тези суми;

2. Сумите от възстановяване на загуби от обезценка, включени в ОПР, а също и статиите, в които тези суми са включени;

3. Отразените за сметка на преоценъчния резерв суми на загубите от обезценка;

4. Отразените за сметка на преоценъчния резерв суми на възстановените загуби от обезценка.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Национални счетоводни стандарти, Обн.,ДВ,бр.22 от 27.02.2002г.,в сила от 01.01.2002г.

[2] Закон за счетоводството, Обн.,ДВ,бр.98 от16.11.2001г.,в сила от 01.01.2002г.

[3] проф.д-р,д.е.с.Ст.Дурин, ”Счетоводство на предприятието”-Форком,София,2002г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРЕОЦЕНКА НА ДЪЛГОТРАЙНИТЕ МАТЕРИАЛНИ АКТИВИ В ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА И СЧЕТОВОДНОТО Й ОТЧИТАНЕ

Емилия Вайсилова

#### АНОТОЦИЯ

*В настоящия доклад е разгледан проблема за оценяване на дълготрайните материални активи/ДМА/ в транспортната фирма след първоначалното им признаване. Визиран е случаят, когато фирмата е възприела един от двата подхода за оценка, посочени в Национален счетоводен стандарт 16-ДМА, а именно допустимия алтернативен подход. При този метод ДМА се отчитат по преоценена стойност, като вниманието е насочено към начините за извършване на преоценката и счетоводното и отчитане.*

**Ключови думи:** оценка, преоценка, балансова стойност, преоценъчен резерв, амортизируеми и неамортизируеми ДМА.

С влизането в сила от 01.01.2002г. на новите Национални счетоводни стандарти(НСС) и новия Закон за счетоводство, настъпиха изменения по отношение на оценяването на дълготрайните материални активи след първоначалното им признаване.

В НСС16-Дълготрайни материални активи са посочени два подхода за оценка на активите. Единият подход има препоръчителен характер и според него: “След първоначалното признаване като актив всеки отделен дълготраен материален актив следва да се отчита по цена на придобиване, намалена с начислените амортизации и натрупаната загуба от обезценка.”

В същото време на предприятията в т.ч. и на транспортната фирма се дава възможност да оценяват своите дълготрайни материални активи и по т.нар. допустим алтернативен подход.

При него всеки отделен дълготраен материален актив след първоначалното му признаване трябва да се отчита по преоценена стойност към датата на преоценката, намалена с начислените амортизации и последвалата натрупана загуба

от обезценка. Или с други думи дадена е възможност на предприятията сами да избират дали да отчитат своите активи по цена на придобиване или по преоценена стойност.

В настоящия доклад се разглежда случаят, когато транспортната фирма е предпочела допустимия алтернативен подход за оценка, т.е. възприела е политика на преоценка на своите активи.

Според Национален счетоводен стандарт 16 – Дълготрайни материални активи, няма точно фиксирани срокове, в които да се извършва преоценка на активите. В него е визирано, че те трябва да се правят достатъчно редовно, така че балансовата стойност на дълготрайните материални активи да не се различава съществено от справедливата стойност определена към датата на финансовия отчет. На практика честотата на преоценките се определя със счетоводната политика на транспортната фирма и е в зависимост от промените в справедливите стойности на отделните дълготрайни материални активи. Възможно е някои активи да се влияят

от значителни и чести промени в справедливата стойност, което налага ежегодна преоценка. Справедливите стойности на други активи могат да са сравнително по-устойчиви и да се променят съвсем незначително. За същите, преоценяването веднъж на четири, пет години би било достатъчно. В т. 7.3. от Национален счетоводен стандарт 16 са посочени изискванията, съгласно които фирмите осъществяват преоценките.

Указано е, че земите, сградите и терените се оценяват по справедлива (пазарна) цена, която се определя от лицензирани оценители.

За останалите дълготрайни материални активи (ДМА) оценката е също по справедлива цена, само че тя може да бъде определена чрез съотнасяне на активите към действащ (активен) пазар. В случай, че на действащия пазар липсват сделки с конкретен вид актив, това би било пречка да се определи надеждно пазарната му цена.

Тогава активите ще се оценяват по амортизационната им възстановима стойност. Или с други думи, определят се стойностите на нетната продажна цена и стойността в употреба на актива, като по-високата се приема за справедлива стойност на актива.

Основното изискване, което е заложено в стандарта, при извършване на преоценката е балансовата стойност на преоценявания актив след преоценката да е равна на преоценената стойност на актива. Съществува разлика в счетоводното отчитане на преоценката за амортизируеми и неамортизируеми активи.

#### Преценка на амортизируеми ДМА.

В стандарт 16 са посочени два начина за отразяване на преоценката:

**Първи начин** - според него “балансираната стойност (става дума за отчетната стойност) и цялата натрупана амортизация към датата на преоценката се презчисляват пропорционално на промяната в балансовата стойност на актива, така че балансовата стойност на актива след преоценката да е равна на преоценената му стойност”.

За целта е необходимо да се пресметне коефициент на изменение на балансовата стойност. С този коефициент се преизчисляват отчетната стойност и амортизацията след преоценката.

Балансовата стойност след преоценката трябва да е равна на справедливата /преоценената/ стойност на актива.

Ако с “X” обозначим балансовата стойност преди преоценката, а с “X1” балансовата стойност след преоценката, то коефициентът на из-

менение на балансовата стойност ще се изчисли по формулата:  $K = X1/X$

С този коефициент на пропорционалност се преизчисляват впоследствие отчетната стойност и натрупаната амортизация и се получават новите им стойности след преоценката.

При преоценката са възможни два случая - балансовата стойност може или да нарастне или да се намали, т.е. балансовата стойност преди преоценката може да е **по-ниска** или **по-висока** от справедливата цена на актива към деня на преоценката.

Когато балансовата стойност е **по-ниска** от преоценената стойност, то тогава ще последва увеличение и на отчетната стойност и на натрупаната амортизация, т.е. отчетната стойност и натрупаната амортизация ще се умножат с коефициента на пропорционалност. В този случай коефициента на пропорционалност ще е по-голям от единица.

Ще се състави следната счетоводна статия, с която ще се отрази нарастването на отчетната стойност и на начислената амортизация, както и формирането на резерв:

Д-т с/ка от гр.20 Дълготрайни материални активи

К-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни материални активи

К-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на дълготрайни активи

В случай, че увеличението се предхожда от предишно намаление от преценка, което намаление е било признато като разход, то тогава текущото увеличение от преоценката се признава за приход до размера на предишното намаление, т.е. ще се състави статията:

Д-т с/ка от гр.20 Дълготрайни материални активи

К-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни материални активи

К-т с/ка 709 Други приходи от дейността

Когато балансовата стойност е **по-висока** от преоценената стойност, тогава коефициента на пропорционалност ще е по-малък от единица. В такъв случай ще последва намаление на отчетната стойност на актива и на натрупаната му амортизация.

Счетоводните статии ще бъдат:

1. За отразяване намалението на отчетната стойност на актива

Д-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на ДА

К-т с/ка от гр.20 Дълготрайни материални активи

2. За отразяване на намалението на натрупаната амортизация

Д-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни материални активи

К-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на ДА

Такива ще бъдат статиите при положение, че намалението от преоценката се предхожда от предишно увеличение, т.е. има формиран преоценен резерв.

Ако намалението превишава резерва, или такъв изобщо липсва превишението ще се отчете като текущ разход, т.е. счетоводната статия ще бъде:

Д-т с/ка 607 Разходи от последващи оценки на активи

Д-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни материални активи

К-т с/ка от гр.20 Дълготрайни материални активи

**Втори начин** - според него, промяната на балансовата стойност се осъществява, като се коригира натрупаната амортизация с разликата между балансовата стойност и новата преоценена стойност.

Когато има **увеличение** на балансовата стойност в резултат на преоценка с разликата между балансовата стойност на актива и новата преоценена стойност се намалява натрупаната амортизация. При това ще се формира резерв.

Счетоводната статия, която ще се състави в този случай ще има следния вид:

Д-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни материални активи

К-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на ДА

В случай, че амортизацията не е достатъчна се коригира отчетната стойност на актива. Тя ще се увеличи с превишението на разликата над размера на амортизацията. Счетоводната статия ще е следната:

Д-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни

материални активи

Д-т с/ка от гр.20 Дълготрайни материални активи

К-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на дълготрайни активи

Възможно е при предишни преоценки да е имало намаление на балансовата стойност, при което са отчетени текущи разходи. Тогава последвалото увеличение ще се отрази като текущ приход до размера на отчетения разход, т.е. ще се дебитира сметка 240 Амортизация на ДМА, а ще се кредитира сметка 709 Други приходи от дейността.

Когато има **намаление** на балансовата стойност, с разликата между новата преоценена сума и балансовата стойност се увеличава натрупаната амортизация.

Ако има формиран резерв от предходни преоценки, увеличението на амортизацията ще е за сметка на резерва. Ако няма такъв, увеличението ще се признае като текущ разход.

Счетоводната статия ще бъде:

Д-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на ДА, или

Д-т с/ка 607 Разходи от последващи оценки на активи

К-т с/ка 240 Амортизация на дълготрайни материални активи

**Когато се преоценяват неамортизируеми ДМА**, тогава увеличенията или намаленията на балансовата стойност се отразяват директно по сметките отчитащи дълготрайните активи. С други думи при увеличение на балансовата стойност ще се състави следната статия:

Д-т с/ка от гр.20 Дълготрайни материални активи

К-т с/ка 111 Резерви от последваща оценка на ДА, или

К-т с/ка 709 Други приходи от дейността

При намаление на балансовата стойност ще състави обратната счетоводна статия.

Преоценките, които са отчетени като резерви, променят величината на собствения капитал. Когато са отчетени като приходи и разходи, влияят само на крайния финансов резултат и намират отражение в Отчета за приходите и разходите.

Транспортната фирма възприела алтернативния подход за оценка на своите дълготрайни

материални активи, при отписването на същите поради продажба или поради пълното им изхабяване, следва да отчете създадения за тези активи резерв, като неразпределена печалба.

**ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Национални счетоводни стандарти,

Обн.,ДВ,бр.22 от 27.02.2002г.,в сила от 01.01.2002г.

[2] Закон за счетоводството, Обн.,ДВ,бр.98 от 16.11.2001г.в сила от 01.01.2002г.

[3] д.е.с.К.Драгийска, д.е.с.Ив.Дочев и колектив “Национални счетоводни стандарти – коментар” ИК”Труд и право”, София,2002г.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРОБЛЕМИ НА СЧЕТОВОДНОТО ОТЧИТАНЕ НА ЗДРАВНОТО ОСИГУРЯВАНЕ В ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА

Валентина Станева

#### АНОТАЦИЯ

*Със стартирането на здравната реформа в Република България, от средата на 1999 г. се появи необходимост от нов начин за счетоводно отразяване на разчетите по социално осигуряване, в т.ч. и на разчетите за здравно осигуряване. Пред счетоводителите в транспортната фирма възникнаха проблеми относно определянето на категориите осигурени лица, размера на здравноосигурителната вноска и сроковете за нейното внасяне.*

**Ключови думи:** транспортна фирма, здравноосигурителни вноски, осигурители, осигурени лица.

През последните дванадесет години сме свидетели на съществени промени в общественоекономическият живот на Република България. С преобразуването на държавната собственост в частна е поставено началото на реструктуриране на публичните разходи. Акцентът на тези реформи е в намаляването на дела на публичното финансиране, за сметка увеличаване дела на частното. В резултат, държавата се освобождава от присъщите и публични разходи в областта на социално-културните потребности, както и от разходите за изграждане на инфраструктури и икономическо регулиране.

До 1 юли 1999 г., здравеопазването се финансираше изцяло от държавния бюджет. След тази дата бе стартирано натрупването на парични средства от здравно осигурителни вноски, а след още една година се постави началото на реформата в доболничната помощ. Промяната в начина на финансиране на здравеопазването, предизвика и съответната промяна в счетоводното отчитане. Тази промяна е насочена преди всичко към участието на работодателите и работещите във формирането на финансовите ресурси и отпадането на функциите на общините

в тази сфера, както и във въвеждане на частната инициатива в медицинското обслужване на населението.

Целта на настоящата разработка е да се изяснят някои моменти при счетоводното отчитане на здравното осигуряване във фирми, извършващи транспортна дейност. Стремешт е да се акцентира на тези въпроси, които биха създали практически затруднения.

От икономическа гледна точка, транспортът е отрасъл, който произвежда продукция с невестествен характер. Характерно за транспортната продукция е невъзможността и да се натрупва във вид на запаси. Тя се употребява в момента на производството и. Следователно, процесът на производство и реализация на продукцията съвпадат. При съвременните условия, транспортът е важен фактор за стопанското развитие на отделните страни и географски райони, тъй като осъществява икономическите връзки между тях.

За да извършва транспортна дейност, фирмата трябва да притежава лицензия за извършване на превози на пътници и/или товари, съгласно нормативните изисквания на Закона за авто-



мобилните превози [1]. Една такава фирма следва да отговаря на критериите за благонадеждност, професионална компетентност, финансова стабилност и транспортна годност на транспортните средства. По същия начин стои въпросът за международен превоз на пътници и товари, където също се изисква лицензия и разрешително за работа. Подзаконовият нормативният акт, който регламентира дейността на транспортната фирма е Наредба № 33 за обществен превоз на пътници и товари [2], в сила от 01.01.2000 г.

С утвърждаването на пазарните условия, в страната настъпиха съществени промени в начина на счетоводно отчитане на възникналите разчети. Ако до 1 юли 1999 г. се извършваха разчети общо за социалното осигуряване, то след тази дата се появи необходимост от отделно счетоводно отчитане на разчетите за здравно осигуряване, което е задължително и доброволно, съгласно чл. 2 от Закона за здравното осигуряване (съкр. ЗЗО) [3]. За целта, в изменението на Националния сметкоплан от 1998 г. (обн. в ДВ 3/2000 г.) са въведени нови сметки за отчитане разчетите и разходите по здравно осигуряване (сметки 4555 и 6055), които са в сила от 01.01.2000 г.

От теоретична гледна точка, като се следва счетоводната логика и с оглед на измененията в Националния сметкоплан за отчитане на сумите от здравноосигурителни вноски, основните счетоводни статии от началото на 2000 г. са:

➤ **Начислени суми за сметка на работодателя:**

Дт с/ка 6055 “Разходи за здравно осигуряване”

Кт с/ка 4555 “Разчети за здравно осигуряване”

➤ **Отнасяне на разходи по предназначение:**

Дт с/ка гр. 61 “Разходи за дейността”

Кт с/ка 6055 “Разходи за здравно осигуряване”.

➤ **Внасяне на сумите от здравноосигурителни вноски, които са за сметка на работодателя:**

Дт с/ка 4555 “Разчети за здравно осигуряване”

Кт с/ка гр. 50 “Парични средства”

От счетоводна гледна точка, здравноосигурителните вноски са текущи разходи, които са и данъчно признати.

➤ **Начисляване на сумите за сметка на осигуреното лице (вкл. и за неосигурен член**

семейство):

Дт с/ка 421 “Персонал”

Кт с/ка 4555 “Разчети за здравно осигуряване”

➤ **Внасяне на сумите:**

Дт с/ка 4555 “Разчети за здравно осигуряване”

Кт с/ка гр. 50 “Парични средства”

След 01.01.2002 г. влязоха в сила нов Закон за счетоводството [4] и нов примерен Национален сметкоплан, разработен от Института на дипломираните експерт-счетоводители, който е с препоръчителен характер. Така например, за отчитане на разчетите с осигурители е предвидена нова **Група 46** “Разчети с осигурители”, и **сметка 465** “Разчети за здравно осигуряване”. За начислените суми като разходи за социални, здравни и пенсионни осигуровки, е предвидена **сметка 604** “Разходи за осигуровки”, като към нея в Индивидуалният сметкоплан на транспортната фирма, могат да съществуват следните аналитични сметки:

**6041** “Разходи за социално осигуряване”;

**6042** “Разходи за здравно осигуряване”;

**6043** “Разходи за допълнително пенсионно осигуряване”.

В предвид новите промени, счетоводните статии ще имат следният вид [5]:

➤ **Начислени суми за сметка на работодателя:**

Дт с/ка 604 “Разходи за осигуровки”

Аналит. с/ка 6042 “Разходи за здравно осигуряване”

Кт с/ка 465 “Разчети за здравно осигуряване”

➤ **Отнасяне на разходи по предназначение:**

Дт с/ка гр. 61 “Разходи за дейността”

Кт с/ка 604 “Разходи за осигуровки”,

Аналит. с/ка 6042 “Разходи за здравно осигуряване”

➤ **Внасяне на сумите от здравноосигурителни вноски, които са за сметка на работодателя:**

Дт с/ка 465 “Разчети за здравно осигуряване”

Кт с/ка 502 “Разплащателна сметка в лева”

Когато се отразяват здравните осигуровки за сметка на персонала, счетоводните статии ще имат следният вид:

➤ **Начисляване на сумите за сметка на осигуреното лице (вкл. и за неосигурен член семейство):**

Дт с/ка 420 “Персонал”

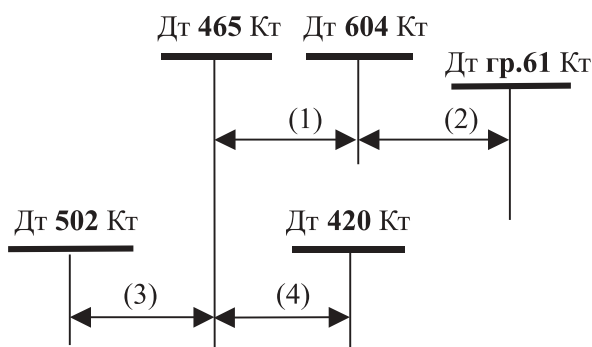
**Кт с/ка 465** “Разчети за здравно осигуряване”

➤ **Внасяне на сумите:**

**Дт с/ка 465** “Разчети за здравно осигуряване”

**Кт с/ка 502** “Разплащателна сметка в лева”

Схематично тези статии могат да се представят по следния начин (виж фиг. 1):



фиг.1

Наред със счетоводното отразяване на разчетите по здравно осигуряване, пред счетоводителите стоят за решаване проблеми, породени от измененията в нормативната уредба. По тази причина те трябва да намерят отговор на няколко въпроса:

1. На кои категории осигурени лица ще се удържат здравноосигурителни вноски?
2. Какъв е размерът на вноската за сметка на работодателя и на осигурения?
3. В какви срокове следва да се внасят здравноосигурителните вноски?

В транспортната фирма могат да работят работници и служители на трудов договор (срочен или безсрочен), на граждански договор, както и работещи пенсионери или съдружници. За да се считат за задължително осигурени по ЗЗО, същите следва да отговарят на едно от следните изисквания:

- Да са български граждани, които не са граждани и на друга държава, а ако имат второ гражданство, да живеят постоянно на територията на Република България;

- Да са чужди граждани или лица без гражданство, на които е предоставен статут на бежанец, хуманитарен статут, право на убежище или е разрешено дългосрочно пребиваване на територията на Република България.

Това уточнение е необходимо, за да се определи по-точно обхвата на задължително осигурените лица. Ще отбележа, че на чужденец или

лице без гражданство, на което не е разрешено дългосрочно пребиваване в Република България, не следва да се начисляват здравноосигурителни вноски (виж чл. 33, т. 3 от ЗЗО).

Размерът на здравноосигурителната вноска се определя ежегодно в Закона за бюджета на Националната здравноосигурителна каса (съкр. ЗБНЗОК), като за 2000 г., 2001 г. и 2002 г. е определен на 6 % върху осигурителният доход (виж чл. 2 от ЗБНЗОК за съответната година) [6].

Съгласно чл. 40, ал. 1, т. 1, б. “а” на ЗЗО, при наличието на трудово правоотношение, вноската се внася от работодателя, изчислява се върху облагаемият доход по Закона за облагане доходите на физическите лица (съкр. ЗОДФЛ) [ 7 ], и се дължи от работодателят и осигурен в следното съотношение:

- За 2000 – 2001 г. - 80:20;
- За 2002 г. – 75:25.

Изключение от посоченото съотношение може да има при два случая:

- При временна нетрудоспособност на осигурен работник или служител;
- При ползване на неплатен отпуск от осигурен работник или служител.

При временна нетрудоспособност, работодателя има задължение да внесе само своята част от вноската, изчислена върху размера на обезщетението за временна нетрудоспособност (т.е. за 2000-2001г. е 4,8 %, а за 2002г. е 4,5 %).

Когато има разрешен неплатен отпуск на работник или служител от транспортната фирма, работодателят трябва да внесе в Националния осигурителен институт само своята част от вноската, изчислена върху половината от минималният осигурителен доход, определен със Закона за бюджета на Държавното обществено осигуряване за съответната година.

Когато се налага използването на лица по граждански договор, за фирмата възниква задължение да удържи от изплатеното възнаграждение на изпълнителя дължимата здравноосигурителна вноска в пълен размер – 6%.

За работещите пенсионери, както и за всички останали категории осигурени лица, работещи едновременно в транспортната фирма и при друг/и работодател/и е задължително да се контролира размера на здравноосигурителната вноска, с цел да не се превиши максимално допустимият размер на вноската. Този размер се определя от максималният месечен размер на осигурителният доход, върху който може да се начислява вноска.

До 2001 г. включително максималният размер на месечният доход, върху който се изчислява здравноосигурителната вноска е 10 минимални работни заплати, установени за страната, а от 2002 г. – за всяка година се определя със ЗБНЗОК за съответната година, като за 2002 г. е определен на 850 лв..

За да има задължение за транспортната фирма да внася здравноосигурителни вноски за неосигурени членове на семейства, работещите в или за фирмата имат задължение да подадат декларация по образец. Размерът на вноската е 5 % от дължимата вноска за сметка на осигуреното лице.

По отношение на сроковете за внасяне на вноските, като изключим възможността за авансовото им внасяне, в ЗЗО са установени два срока – при изплащане на възнаградението или до 10-то число на месеца, следващ този, за който се отнасят. Първият срок се отнася за работещите по трудово правоотношение и осигуряваните от тях членове на семейството, както и при ползване на отпуск по болест или неплатен отпуск, а вторият срок – за съдружниците (собственика) в ООД (ЕООД), и за изпълнителите по граждански договор.

В своята практическа дейност, счетоводителите могат да срещнат трудности при определянето на осигурителният доход по трудово правоотношение. Един от проблемите следва от това, че определянето на дължимата здравноосигурителна вноска се поставя в зависимост от облагаемият доход по ЗОДФЛ.

Облагаемият доход по смисъла на чл. 19, ал. 1 от ЗОДФЛ, включва всички плащания, включително награди в пари и/или в натура от работодателя или за сметка на работодателя, получени от данъчно задължените лица за календарния месец. В чл. 10 на ЗОДФЛ има подробно изброяване на облагаемите доходи, а в чл. 12 - на необлагаемите такива. От даденото в чл. 14 на ЗОДФЛ определение за облагаем доход става ясно, че това е ”общият годишен доход след приспадане на:

- Необлагаемите по този закон доходи;
- Освободените от облагане по силата на други закони доходи;

- доходите от дейности, обложени с окончателен годишен (патентен) данък;

- обложените с еднократен данък доходи по реда на чл. 40 от ЗОДФЛ;

- обложените с еднократен данък доходи по реда на Закона за корпоративното подоходно облагане”.

След като в чл. 42, ал. 2 от ЗЗО е указано, че “здравноосигурителната вноска не подлежи на данъчно облагане”, а в чл. 14 на ЗОДФЛ е уточнено, че в облагаемият доход не се включват “освободените от облагане по силата на други закони доходи” (какъвто е ЗЗО), то излиза, че при стриктно изпълнение на двата закона, се установява невъзможност да се определи дължимата здравноосигурителна вноска. Причината се крие в невъзможността да се определи облагаем доход след приспадане на здравноосигурителната вноска, след като самата здравноосигурителна вноска се изчислява от облагаемия доход. За да се разреши този проблем, следва да се внесе яснота в понятията, които се използват в ЗЗО, Например да се извърши допълнение в текста на чл. 40, ал. 1, т. 1 от ЗЗО, като след “облагаемият доход” се добави “преди приспадане на вноските за здравни осигуровки”.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Закон за автомобилни превози – Обн. в ДВ бр. 82/1999 г., изм. 11/2002 г. и 45/2002 г.;

[2] Наредба № 33 за обществен превоз на пътници и товари – Обн. в ДВ бр. 101/1999 г.;

[3] Закон за здравното осигуряване – Обн. в ДВ бр. 70/1998 г., с последно изм. в ДВ 74/2002г.;

[4] Закон за счетоводството – Обн. в ДВ бр. 98/2001 г.;

[5] Дурин С., Дурина Д., Счетоводство на предприятието, Форком, 2002 г.;

[6] Закон за бюджета на Националната здравноосигурителна каса за: -2000 г. – Обн. в ДВ бр.1/2000г.; - 2001 г. – Обн. в ДВ бр.108/2000г.; - 2002 г. – Обн. в ДВ бр.111/2001г.;

[7] Закон за облагане доходите на физическите лица – Обн. в ДВ бр. 118/1997 г., последно изм. в бр. 61/2002 г.



„ТРАНСПОРТ 2002“

## **СЕКЦИЯ СЕДМА**

***ТРАНСПОРТНО ОБРАЗОВАНИЕ - СТРАТЕГИЯ И  
ПРИОРИТЕТИ***





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ОЦЕНКАТА НА КОМПЕТЕНТНОСТТА – ЕФЕКТИВЕН ИНСТРУМЕНТ В СИСТЕМАТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО НА УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС ВЪВ ВТУ

Николай Тончев, Владимир Дулов

#### АНОТАЦИЯ

*В доклада се разглежда ролята на процедурите, свързани с оценката на компетентността в системата за управление на качеството на обучението във Висшето транспортно училище “Тодор Каблешков”. Анализира се инструментариумът за оценяване на компетентността на студентите и преподавателите, принципите на създаване, изискванията и условията за неговото приложение.*

**Ключови думи:** система, управление, качество, анкети, протоколи, представителност, достоверност

#### 1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Осигуряването на адекватно и стабилно качество на обучението във ВУЗ се базира върху решаването на следните основни задачи [1]:

- ⇒ установяване и анализ на състоянието на взаимовръзките между различните компоненти на учебния процес, осигуряване на системност и последователност при тяхната реализация;
- ⇒ структурен анализ на учебния процес и съставяне на методика за наблюдение и измерване на параметрите, характеризиращи основните негови компоненти;
- ⇒ формиране на техники за управление на отношенията, обуславящи учебния процес;
- ⇒ формиране на ценностни ориентации, адекватни на професионалната реализация, съдържателна мотивация за активно участие в учебната и научно-изследователска дейност;
- ⇒ натрупване на експериментален емпи-

ричен материал като се изхожда от оценката на практическата реализация на учебния процес, типизация, класификация и обобщение, създаване на база данни за управление на процеса;

Системата за контрол на качеството цели да осигури такова обучение и оценяване, което да отговаря на определени показатели и изисквания за придобиваната компетентност. Тази система регламентира отношенията и координацията, свързани с функционирането ѝ, както и създаването съхранението и обмена на информация.

Настоящото съобщение има за цел да разгледа инструментариума за анализ на два вида компетентност:

- ⇒ на студентите в резултат на обучението;
- ⇒ на преподавателите, провеждащи учебния процес

Общите изисквания пред системата за оценяване могат да бъдат реализирани чрез спаз-

ване на следните необходими изисквания:

⇒ операционализация: необходимо е създаване на система от емпирични индикатори за качеството на всяка дейност, която предполага разчленяване на понятието за дейността на характеристики, представени чрез измерими признаци, а също така дефинира единиците на измерване и критериите за оценяване. Желателно е тези единици и критерии да се дефинират, така че оценките за отделните компоненти и дейности да бъдат съвместими едни с други и заедно да съставляват системен модел на системата за подържане качеството на обучение във Висшето транспортно училище “Тодор Каблешков” / ВТУ/ ;

⇒ максимално ограничаване на субективизма, формулиране на обективния компонент в оценката, ефективно използване на статистическите методи.

Като правило това означава акцентирание върху тези аспекти на една дейност, които получават инвариантна интерпретация и могат обективно да бъдат определени – например тези количествени оценки на учебния процес, които адекватно показват неговото качество – например броят на успешните отговори на въпроси в тест, броят на студентите, записани във факултатив. Много често обаче не може и да става дума за чисто количествени оценки, механично зависими от нарастването на количеството като самоцел: например използването на технически средства или броят на литературните първоизточници за определено занятие. Следователно количествената характеристика трябва да обозначава по-скоро степен на съответствие с определени нормативи, осигуряващи оптимално протичане на процеса.

За съжаление, обективните количествени значения на признаците обективно дават информация за външната страна на явленията и процесите, които изследваме. По отношение на същностните аспекти на учебния процес и организацията на учебната дейност външните характеристики са откровено недостатъчни. Необходимо са оценки на дейността по същество и от гледна точка на нейната ценност за пълноценната подготовка на студентите. Колкото и компетентни и добронамерени да са, тези оценки си остават субективни и винаги могат да бъдат оспорени от гледна точка на своята представителност и достоверност. За да разчитаме на легитимни оценки, които биха могли да послужат за пълноценен мениджмънт и обосновани управленски решения, необходимо е да бъдат при-

ложени методики, които биха позволили метрификация на интересуващите ни оценки и освобождаването им от сугестивни и ситуационни смущения.

Главните източници за събиране на подобна информация представляват анкетните методи и методите на експертната оценка. В основата на тези методи стои експертният принцип: характеризиране на процеса чрез използването на оценки, дадени от участниците в учебния процес, съсредоточени върху признаци, които се разбират адекватно от респондентите и могат да бъдат в максимална степен определени инвариантно и еднозначно.

Що се отнася до анкетните методи, тяхната вътрешна същност се състои в това, че операционализацията не се изчерпва с прецизно определените признаци, съставляващи дейността и техните метрифицирани значения, а се концентрира преди всичко в интерпретацията на статистическите разпределения на отделните отговори. За всички видове инструментариум, използван за оценка на качеството се прилага следната принципна схема:

Таблица 1.

№	Оценки в точки, събрани от инструментите за оценяване	Оценка в цифри
1.	51-65%	Среден 3
2.	66-82%	Добър 4
3.	83-92%	Мн. добър 5
4.	93-100%	Отличен 6

Поради това от изключителна важност е коректното провеждане на изследователските процедури, спазването на нормите за представителност и отстраняването на съмнения за предпазливост при анкетирането и интерпретацията на информацията. За предпочитане е съставянето на постоянен екип, който да включва представители на студентите, преподавателите и мениджмънта като около него бъде създадена атмосфера на прозрачност и доверие и получените резултати се разглеждат преди всичко откъм техния изследователски аспект: анализа на общото състояние на качеството във ВТУ.

## 2. СИСТЕМАТА ЗА КОНТРОЛ НА УСПЕВАЕМОСТТА НА СТУДЕНТИТЕ

Тази система има за цел да създаде инстру-



ментариум, чрез който да бъде цялостно отразена последователността на овладяване на преподаваните дисциплини и изграждане на професионални умения у обучаемите. Тя има цялостен характер и се състои от организационни и съдържателни компоненти. Предложената схема и приложения са примерни. Те имат насочващ, а не задължителен характер. Всяка катедра има право да ги разширява, приспособява и редактира.

Системата за вътрешна проверка подлежи на преглед и развитие. Тя работи ефективно когато:

⇒ всеки елемент от процеса е ясно дефиниран - отговорностите на лицата, ангажирани в поддържането на системата за качеството на обучение са определени (вътрешните правила / СОПКОАС, наредбата за атестиране), длъжностните характеристики, материалите за одита на катедрите);

⇒ за всяка специалност в училището се избира отговорник на специалността, който работи в тясно сътрудничество с училищния мениджър по качеството и с отговорниците на качеството по катедри. Така се формира кръга от вътрешните проверители за поддържане на качеството на обучение по дисциплините в отделна специалност; Вътрешните проверители провеждат редовни прегледи за ефективността на системата за поддържане качеството на обучение, както и предприемат последващи действия. За отговорници на специалността се избират преподаватели с подходяща квалификация и опит, запознати с учебната документация по дадената специалност и с целите и подхода на вътрешна проверка и оценяване. Отговорникът на специалността обобщава предложенията за подобряване на учебния процес. Той участва в процедурите по изработване и съгласуване на материалите свързани с подобряване на качеството на обучение, следи за изпълнението на препоръките на вътрешния проверител и осигурява методическа помощ на преподавателите. Отговорника на специалността съхранява резултата от обратната информация за ефективността на оценяването. Резултатите от проверката и анкетите за обратна връзка целят да се подпомогне дейността по прегледа на обучението. След прегледа на обучението в края на учебната година се изготвя план за действие, налагащ промени в системата на обучението.

⇒ за системата на оценяване на студентите по отделна дисциплина се разработват различни помощни материали, наричани инструмен-

ти за оценяване. Инструментите за оценяване знанията на студентите са валидни надеждни и приложими. Те дават възможност на студентите да покажат, че са придобили необходимите знания и умения по даден модул на учебната дисциплина и подпомагат преподавателите при вземането на решение за стандартизиране на оценяването. Инструментите за оценяване се състоят от задание за оценяване, ключ към заданието, инструкция към студентите, инструкция за проверяване и скала за оценяване. Екземпляр от този набор материали е на разположение на вътрешния проверител (отговорника на специалността или ръководителя на катедра). Инструментите за оценяване трябва да са в съответствие с критериите заложи като стандарт в учебната програма. Учебното съдържание се следва при всички начини на обучение и оценяване. Вътрешният проверител може да реши да провери извадка от работи на студенти. Инструментите за оценяване могат да бъдат теоретични тестове с въпроси от различен вид - със свободен отговор, с множествен отговор, за допълване, за съпоставяне. Инструментите за оценяване се разработват от преподавателите, преподаващи модулите в дисциплините. Резултатите от оценяването се отразяват в контролен лист-протокол. Максималният брой точки за дисциплината се образува като сума от отделните оценявания съставляващи частите на окончателния изпит. Тестът или заданието се счита за покрито когато студентът е събрал поне 51% от максималния брой точки по дисциплината. Не се допуска формиране на окончателна оценка от изпита по дисциплината ако няма посочен правилен отговор в отделен модул. Предлага се стандартната скала за определянето на окончателните резултати от изпитването, посочени в таблица 1.

Документите, свързани с поддържане качеството на обучение по отделна дисциплина включват:

1. График за текущо оценяване на дисциплините в специалността от даден курс. Изготвя се в началото на семестъра от отговорника на специалността и се утвърждава от началника на учебен отдел. Графикът съдържа дисциплините и учебните седмици в които е предвидено да се проведе текущо оценяване. В графика се определят и резервни дати.

2. Протокол за съгласуване на материалите за оценяване. Протоколът се попълва от вътрешния проверител след представени от преподавателя материали за оценяване. Вътрешният

проверител отговаря в протокола с да и не на следните твърдения:

⇒ Съответстват ли избраните задачи на целите на изпитването?

⇒ Ясно и еднозначно ли е формулирано заданието?

⇒ Отговорите подробно и ясно ли са разписани?

⇒ Към заданието има ли инструкция за студентите с указание за формиране на оценката?

⇒ Към заданието разработен ли е ключ, инструкция за проверка?

⇒ Заданието разработено ли е във вид на бланка?

В протокола е отделено място за препоръки на вътрешния проверител.

3. Протокол с резултатите от текущото оценяване. В протокола се описват всички резултати от текущите оценявания. На тяхна база се оформя крайната текуща оценка.

4. Анкета с информация с обратна връзка. Изразява се мнение относно организацията на обучението, материално техническото обезпечаване, актуализацията на учебното съдържание.

### **3. АНКЕТНИ ПРОУЧВАНИЯ, СВЪРЗАНИ С АТЕСТИРАНЕТО НА ПРЕПОДАВАТЕЛИТЕ**

Особено внимание е отделено на ролята на анкетните проучвания в системата за атестация на преподавателите. Тя съдържа множество компоненти, но един от най-съществените и най-деликатни представлява обратната връзка - оценката на дейността на преподавателя от самите обучаеми. От една страна, такава оценка е изключително необходима – единствено по този начин ние можем да получим съдържателна информация от първоизточника за ефекта от дейността на преподавателя и равнището на изпълнение на неговите функции в учебния процес. От друга страна, това е информация от непосредствено въввлечени в учебния процес респонденти, които неизбежно биха проявили субективизъм в зависимост от редица обстоятелства, свързани с овладяването на дисциплината, лични взаимоотношения, социални приоритети и т.н.

Поради това в процеса на атестиране на преподавателите тази информация не трябва да играе решаваща роля. В същото време инструментариумът за анкета сред студентите трябва

да бъде изготвен така, че максимално да елиминира субективизма, преднамереността и пристрастието в оценката на преподавателската дейност. Изработеният от нас инструмент има за задача да филтрира и отстрани от общия масив от информация такива оценки, които издават пристрастия и субективизъм, породени от странични, психологически и социални фактори и пречат за определянето на действителния ефект от работата на преподавателя. Използвани са редица въпроси с контролна функция, които на пръв поглед не касаят респондента, а се отнасят изключително до самия преподавател. В тези въпроси е закодирана негативна оценка за обективността и безпристрастността на самия реципиент и появата на повече от 2 негативни значения при контролните въпроси елиминира анкетната карта от информационния масив.

Друг метод, чрез който субективизмът и преднамереността в оценките се контролират и елиминират, представлява проверката на подготовеността на студентите за експертни оценки на преподаването и съответно дефиниране на нива на подготовка, които усилват или съответно намаляват до пълно елиминиране на самата преценка.

Анкетата включва няколко блока въпроси. Един от тях представлява разчупване на леда с респондентите, но в същото време разкрива тяхната социално-психологическа състоятелност и способност за безпристрастна оценка на преподавателската дейност. Част от тези въпроси представлява изследване на ценностните ориентации и нагласите на студентите. Негативни нагласи към учебния процес и наличие на мотивации за други, несъвместими с обучението изяви и дейности също могат да повлияят върху оценката за преподавателския труд (ако например преподавателят предпочита да върши съвестно работата си, а да не освобождава студентите по тяхно искане. Към този блок въпроси се отнасят и въпроси, свързани със социално-психологическата атмосфера, която преподавателят обезпечаваша на своите занятия, умението му да общува със студентите и да стимулира тяхната мотивация за учене.

Друга серия проверъчни въпроси отразява нивото на подготовката на студента и неговата способност да изпълни експертните функции, които се изискват от него. В зависимост от качеството на подготовката, която студентът демонстрира, нараства и неговата компетентност да оценява качеството на преподаването и съот-

ветно неговите отговори се вземат предвид и се включват в информационния масив.

Централният блок въпроси се отнася до характеристиката на провежданите от преподавателя занятия: съдържание на учебния материал, начин на провеждане на лекции и семинари, достъпност и ниво на усвояване на подадената информация, онагледяване, равнище на дисциплината, създаване на подходящи условия за работа, приложение на новите информационни технологии в учебния процес, индивидуална работа със студентите, връзка на учебното съдържание с практиката.

Максималният брой набрани точки може да бъде 35, като в същото време всеки от негативните отговори по въпросите, даващи точки отнема по 1 точка.

След като бъдат извършени всички тези операции могат да се формират няколко качествени нива:

30-35 точки – Максимум - високо качество на учебно-преподавателската работа и общуване със студентската аудитория;

25-30 точки – Много добра преподавателска

работа;

20-25 точки – Добра преподавателска работа;

до 20 т. – Удовлетворителна преподавателска работа;

Освен това трябва да бъде направен описателен анализ на отговорите на студентите, който би могъл да бъде сравнен с показателите от наблюдението на показно занятие и съответно да коригира значенията на някои признаци.

По същия начин този анализ може да намали оценката, ако посочените характеристики са представени непропорционално – например някои от елементите на преподавателската работа изцяло не са застъпени, или пък да увеличи тази оценка при положение, че описанието показва комплексен ефект от реализацията на преподавателя.

## ЛИТЕРАТУРА

1.Ръководство за осигуряване качеството на висшето образование във ВУ в България: Проект ФАР N БГ 9605.01.001

### ФАКУЛТЕТ “ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАНСПОРТА”

Факултетът обучава студенти по следните специалности:

- Технология и управление на транспорта
- Транспортна техника и технологии
- Индустриален мениджмънт

Формата за обучение е редовна и задочна.

Завършилите студенти получават държавна диплома и придобиват образователно-квалификационна степен “бакалавър” и “магистър”

Завършилите факултет “Техника, технология и управление на транспорта” намират много добър прием в транспортни и други организации като НК “БДЖ”, Министерството на транспорта и съобщенията, градски транспорт, метрополитен, полицията, автотранспортни фирми, спедиционни фирми, консултантски бюра, промишлени и миннодобивни предприятия, средни транспортни училища.

Завършилите образователно-квалификационна степен “бакалавър” по специалността “Технология и управление на транспорта” получават държавна диплома за висше образование с професионална квалификация “инженер по транспорта” и документ за придобита правоспособност, който дава възможност за заемане на длъжности по специалността.

### ФАКУЛТЕТ “ТРАНСПОРТНА ИНФРАСТРУКТУРА”

Факултетът обучава студенти по следните специалности:

- Комуникационна техника и технологии
- Транспортно строителство

Формата за обучение е редовна и задочна.

Завършилите студенти получават държавна диплома и придобиват образователно-квалификационна степен “бакалавър” и “магистър”

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 включва всички дисциплини от държавните изисквания за тази специалност, като с останалите е развито насочено обучение към комуникациите и осигурителната техника в транспорта. ВТУ е единственото висше училище в България, което дава такава подготовка. Тя позволява, завършвайки 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”. Освен това те получават и свидетелство за придобита правоспособност “ръководител на чета(производствена група) по поддръжане и ремонт на жп линии”, което им дава възможност да заемат ръководни длъжности в системата на НК “БДЖ”.

В специалността се подготвят висококвалифицирани кадри за проектиране, строителство и поддръжане на жп 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.

### ТРАНСПОРТЕН КОЛЕЖ

Обучава студенти по следните специалности:

- Транспортна техника и технологии
- Подемно-транспортна и строителна техника
- Електроенергетика и електрообзавеждане
- Комуникационна техника и технологии
- Технология и управление на транспорта
- Транспортно строителство

Формата на обучение е редовна и задочна.

Завършващите студенти получават държавна диплома за професионално висше образование с професионална квалификация “специалист”.

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 поддръжането на транспортни обекти и др.

Регламентирано е едновременно обучение по две специалности.

При условия, приети от Академичния съвет, студентите могат да се прехвърлят в образователно-квалификационна степен “бакалавър”, както и да продължават обучението си в ОКС “бакалавър” след завършване на ОКС “специалист”.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ЕВРОПЕЙСКИЯТ ОПИТ В ПОДГОТОВКАТА НА ТРАНСПОРТНИ КАДРИ В БЪЛГАРИЯ

Анна Джалева-Чонкова

#### АНОТАЦИЯ

*Разглеждат се основните етапи в развитието на подготовката на транспортни кадри в България. Изтъква се значението на международния опит като фактор за подобряване на обучението и квалификацията на специалистите в тази област.*

**Ключови думи:** професионално образование, квалификация, европейски опит, БДЖ, Висше транспортно училище.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Подготовката на транспортни специалисти в България винаги е била изправена пред неизбежното съизмерване с опита и постиженията на останалите европейски държави. Това се обуславя от географското положение на страната като кръстопът между Изтока и Запада, от връзката на нейните сухоземни и водни пътища с тези на съседните страни и чрез тях с всички краища на двата континента - Европа и Азия.

Необходимостта от квалифицирани кадри за железниците възниква едновременно с появата на администрациите за линиите Цариброд – София – Вакарел и Русе – Варна, които през 1888 г. поставят началото на БДЖ. Малцина са обаче българите, които до тогава са овладели и упражняват професии, свързани с най-модерния през XIX век транспорт. Причината се корени в практиката на баронхиршовата компания за източните железници да използва чужденци в експлоатираните от нея линии. Проблемът е из-

ключително важен, защото Законът за железните пътища в Княжество България (1885 г.) и последвалите нормативни актове изискват в железниците да се назначават небългарски поданици само в краен случай .

#### ВОЕННАТА ФОРМА НА ОБУЧЕНИЕ-ОТРАЖЕНИЕ НА ОБЩЕСТВЕНИТЕ ПОТРЕБНОСТИ

След Пруско-Френската война (1870 г.) в западните военните доктрини се налага принципът, че бъдещите войни ще бъдат войни на и за железниците. Затова в Пруссия и други страни обучението на железопътни специалисти се извършва във военни училища. Този модел е заимстван и в България - от 1889 г. започва да функционира специална школа към VIII железопътна рота на Пионерния полк. В нея се подготвят изпълнителски кадри, които след отбиване на военната си служба постъпват на работа в БДЖ. Същевременно, за да бъде осигурен

ръководен персонал, правителството отправя молба към Русия да приеме в специализираните си училища 15 българчета.

Поради високите изисквания към работещите в железниците в ротата се приемат младежи само до 18 години, завършили трети прогимназиален клас с много добър успех. След първите три учебни години те придобиват съответната специалност (машинист, механик, кондуктор, телеграфист, нагледник и др.), но остават задължително като свръхсрочнослужещи в поделенията. Освен на специалните предмети и военните устави значително внимание се отделя на изучаване опита на големите европейски армии и новите тенденции в развитието на военното изкуство, свързани с експлоатацията на железниците във военно време.

Школата обаче не е в състояние да реши проблема за кадровото осигуряване на железниците, които след периода на преустановено строителството на нови линии през първите години на XX век отново започват да се развиват с ускорени темпове. Решението на този проблем се търси преди всичко на базата на съществуващата военна структура. През 1905-1906 учебна година железопътната школа се трансформира и започва да приема доброволци наред с наборните войници. Изискванията за образователен ценз са високи, както това е в останалите европейски страни – гимназия за отделите по движение и тракция и пети клас -за отдела по поддържане. Използван е и чуждестранният опит за допълване на теоретичното обучение с практическо и завършване със заключителен изпит.

Независимо от тези промени висшият персонал в БДЖ (инженери, повечето от които са завършили университети в Западна Европа) не престава да търси по-добри модели за професионално железопътно образование. Трибуна за популяризиране на специализираните училища в другите страни става официалното издание на Дирекцията на железниците и пристанищата - “Железопътен сборник”. Въпреки информативния им характер, в публикациите косвено се прокарва идеята за гражданска форма на обучение с по-висок статут и курсове за повишаване квалификацията на тези, които вече работят в железниците.

Обществените потребности по това време обаче задържат оставането на военната форма като най-целесъобразна за обучение на “железничен персонал” в условията на подготовка за евентуална бъдеща война. В рамките на извършената в армията реформа железопътната

рота прераства в полк, а след това - в дружина, чиято структура включва отделна учебна рота. Добрата специална подготовка в нея е предпоставка железопътните подразделения да изпълнят безупречно възложените им през периода 1912-1918г. експлоатационни, възстановителни и строителни задачи.

След края на Първата световна война в рамките на железопътния полк през есента на 1919 г. е създадено Железопътно училище, което съществува само една година, защото съгласно Ньойския мирен договор бившата железопътна дружина е сведена до колоездачна рота. Последните от това решение на Съюзническата военноконтролна комисия в България засягат не само няколкото офицера, които са обучавали наборници и доброволци, но и целия отрасъл поради липса на друга форма за подготовка на кадри.

## **ДЪРЖАВНОТО Ж.П. УЧИЛИЩЕ: СПЕЦИФИКА И РАЗВИТИЕ**

Потребностите от нови специалисти като попълнения за железопътния транспорт е явният мотив за създаването на Държавно железопътно училище. Същевременно това е подходящо решение за съхраняването на кадрите от разформированите поделения. Предложението към правителството на Александър Стамболийски е отправено от Военното министерство, а създадената учебна институция, макар да е към Министерството на железниците, прилича на военните школи от онова време и е изцяло организирана на военноинтернатни начала.

Въпреки статута на училището като средно специално и прикрития му военен характер в него се чувства духът на академизма, утвърждаван от преподавателския състав. От назначените 8 редовни преподаватели и 23 лектори 19 са с висше образование:

- двама доктори, завършили в Лайпциг и Брюксел;
- трима завършили в Мюнхен, Виена и Швейцария;
- двама - в Петроград;
- девет - в Софийския университет;
- трима – военно училище в София.

За специалните предмети са привлечени да преподават и някои висши служители от ГДЖП и Министерството на железниците, които също са възпитаници на авторитетни европейски университети.

По новому е разработена учебната програ-

ма. Тя се различава за двете равнища – средното и професионалното, но и в двата случая включва практическо обучение. В нея е отделено значително място на общообразователните дисциплини, в това число - задължителното изучаване на чужд език (първоначално френски, а по-късно и немски). Мотивите, че тези знания са необходими на железничарите, на които се налага да ги използват пряко или косвено (чрез документи, съобщения, надписи) в своята работа. Това е традиция, пренесена от западноевропейските професионални учебни заведения, която се запазва при всички преобразования на училището, а в периода 1946-1950 г. приемането на учениците се осъществява с изпит и по западен език като трети наред с тези по български език и математика.

Функционирането на Държавното ж.п. училище в периода между двете войни е пряко свързано с общото развитие на железопътния транспорт в страната. В това отношение, макар и без да са установени директни международни контакти, учебният процес изпитва в значителна степен влиянието на чуждестранния опит, чието усвояване по отношение на БДЖ е превърнато в официална политика. Формите за изучаването му са разнообразни: публикации в “Списанието на държавните железници и пристанища” и едноименния алманах, създаване на Научен комитет към ГДЖП, конкурси за научно-технически разработки и рационализации, организиране на екскурзии в чужбина с цел запознаване с положителни образци в железниците и др. Повишаващите се изисквания към кадрите са причина да се промени и статутът на училището на полувисше учебно заведение (1941 г.), като на завършилите със задна дата от 1928 г. се признава съответната по-висока на образование, макар и валидна само за системата на железниците.

## **ПРОМЕНЕТЕ В СТАТУТА НА УЧИЛИЩЕТО СЛЕД ВТОРАТА СВЕТОВНА ВОЙНА**

В условията на коренни преобразования след Втората световна война и политиката на всеобща ориентация към съветския опит Държавното железопътно училище преживява реорганизации в техникум, а впоследствие - в полувисш институт. Запазва се обаче спецификата му на професионално училище, силно свързано с нуждите на железопътния и на транспорта като цяло. Връщането към военната форма след 4-

годишното прекъсване между 1958 и 1962 г. се обуславя в по-голяма степен от традициите, отколкото от сляпото “копиране” на образците от СССР. Показателен за своеобразието на училището е фактът, че в него идват специалисти от източноевропейски страни и от Куба, за да се запознаят с опита при обучението на транспортни специалисти. Организиран са и курсове за повишаване на квалификацията на ръководни кадри в кубинския железопътен транспорт и войски.

Без съмнение най-съществената промяна в развитието на училището е преобразуването му във висше през 1984 г. Това дава възможност за активни контактите със сродни учебни заведения в страната и в чужбина, макар и ограничени в рамките на бившата социалистическа общност. Издига се равнището на научно-изследователската дейност, разширява се обхватът на ползваните от преподавателите източници на чужди езици и изявите им в международни научни форуми. През 1989 г. по случай 100-годишнината на железопътното образование училището организира първата научна сесия с международно участие. Доклади и научни съобщения изнасят представители на транспортни висши учебни заведения от Москва, Санкт-Петербург, Челябинск, Дрезден, Жилина, Пхенянь. Връзките с някои от тези образователни институции прерастват в дългогодишно сътрудничество в учебната и научно-изследователската дейност.

## **ВТУ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА НА ЕВРОПЕЙСКИТЕ СТАНДАРТИ ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ**

В годините на демократичните промени ВТУ е изправено пред предизвикателствата на реформата във висшето образование, която има за цел да осъществи хармонизация с европейската образователна система. В това отношение са извършени значителни промени в съдържателен аспект, а не само във формален поради отпадането на военния характер в организационната му структура през 2000 г.

Процесът на утвърждаване на академичната автономия е съпътстван с преминаването към универсалните за Европа и САЩ образователно - квалификационни степени “Специалист”, “Бакалавър”, “Магистър” и научно-образователната степен “Доктор”. При разработване на учебните планове и програми е взет пред вид опитът на сродни учебни заведения от Холан-



дия, Белгия, Франция, Полша. Библиотечният фонд е значително обогатен със закупени със собствени средства и получени като дарения книги и списания, издадени в европейски страни или у нас в превод на български. По различните дисциплини се използват все по-широко чуждестранни учебни филми, компютърни програми, тестове, интернет сайтове и др.

Значителните възможности на ВТУ като съвременен учебен и научно-изследователски център обуславят увеличаването на неговата популярност у нас и в чужбина, интереса към него от страна на бъдещи чуждестранни студенти, транспортни специалисти и обществеността като цяло.

Признание за училището е включването му в организацията на университетите и институтите за транспорт в Европа (UNITE), в няколко проекта по програмите на Европейската общност “Леонардо” и “Сократ” и междууниверситетския научен фонд, частично финансиран от Фондация “Отворено общество”. С подкрепата на фондацията ВТУ организира и първата среща на транспортните факултети от Балканския регион (Македония, Словения, Югославия) през юни 2002 г. в рамките на проекта “Регионална програма за квалификация на транспортните кадри”.

Особено интензивно е въздействието на европейския опит в на научно-изследователската дейност. Десетки преподаватели и част от докторантите се представят успешно на световни и европейски научни конференции и конгреси, публикуват в авторитетни чуждестранни издания, включват се в изследователски екипи, специализират, изнасят лекции и ръководят семинари извън страната. Организираните от училището международни научни конференции, 12-та от които е посветена на 80-годишнината от създаването му, се ползват с авторитета на привлекателен форум за транспортните специалисти. Сред членовете на Програмния комитет и участниците има представители на редица европейски държави: Испания, Румъния, Русия,

Словакия, Словения, Чехия, Югославия.

Провежданата сега във висшето образование реформа поставя нови предизвикателства пред ВТУ. Учебните планове следва да се приведат в съответствие с критериите на европейските висши учебни заведения. Предстои преминаването и към характерната за Европа и САЩ кредитна система, която ще направи възможен трансфера на студенти към други учебни заведения и респективно към училището.

Съобразяването с критериите, поставени пред висшето образование в условията на евроинтеграция, е от съществено значение за просперитета на ВТУ. Но това изискване не е извън традициите в неговата 80-годишна история, която е белязана от един непрестанен стремеж към усъвършенстване чрез усвояване на най-добрите постижения у нас и в чужбина. Той е солидна предпоставка за утвърждаване на позициите му в националната и интегрирането му в европейската образователна система.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Вълков, Р. Хармонизация и еквивалентност на транспортното образование, Железопътен транспорт, кн.1, 1998.

[2] Джалева-Чонкова А., ”Железопътен сборник за модела на професионалното железопътно образование, Сборник доклади: Юбилейна научна сесия “100 години железопътно образование в България”, С., 1989.

[3] Джалева-Чонкова, ВВТУ на границите между две столетия: традиции и перспективи, Научни трудове на ВВТУ, С., 1999.

[5] Жотев Г., Висше военно транспортно училище “Тодор Каблешков” 1922-1997, С., 1997.

[6] Жотев, Г., 100 години железопътно образование в България, С., 1989.

[7] Йосифов, А., Железопътните войски в България 1888-1945, С., 1991.

[8] Йосифов, А. Железопътните войски в България 1945-1990, С., 1995.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### НАСТОЯЩИТЕ ПОТРЕБНОСТИ И ИЗИСКВАНИЯТА КЪМ ПОЗНАНИЯТА В ОБЛАСТТА НА ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОЕНЕТО НА СТУДЕНТИТЕ ОТ МАШИННИТЕ (НО НЕ ТЯСНО МАШИНОСТРОИТЕЛНИТЕ) СПЕЦИАЛНОСТИ

Васил Георгиев Димитров, Стефан Кирилов Даскалов

#### АНОТАЦИЯ

*Съдържа кратка оценка на машиностроенето в националното и световното стопанство, както и кратко запознаване с дисциплината наричана "Технология на машиностроенето" или "Металорежещи машини и технология на машиностроенето". Изтъкнато е: потребността от материална база и нейното запазване и подобряване, необходимостта от формиране стратегия на бюджетни разходи и спонсорство и от конвертируемост на образованието в тази област.*

**Ключови думи:** машиностроене, технология на машиностроенето, металорежещи машини и инструменти, конвертируемост на съдържанието и оценката на познанията.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Машиностроенето във всеки от своите типове производство (единично - ново и ремонт; серийно и масово) представлява съществена част от структурите на националното стопанство и транснационалния капитал в съвременния свят. Това и други основания определят потребностите от изучаване на машиностроителните технологии. Изучаването на комплексната учебна дисциплина "Технология на машиностроенето" (ТМ) от студентите от машинните (но не тясно машиностроителни) специалности дава познания в областите на: Рязане на материалите, Металорежещи инструменти, Металорежещи машини, Технология на машиностроенето, Автоматизация на машиностроителното производство. (Тези области се изучават в необходимия разширен обем, в отделни дисциплини,

от студентите от специалността "Машиностроителна техника и технологии".) До преди предпоследното изменение в Закона за висшето образование, с което бяха въведени Единните държавни изисквания наименованието на тази учебна дисциплина (ТМ) се наричаше "Металорежещи машини и технология на машиностроенето" (ММТМ).

Основна цел на Технология на машиностроенето, заедно с други технологични дисциплини (Технология на машиностроителните материали и др.), е да изгради у студентите основа за технологично и технико-икономическо мислене при конструиране и реализацията на конструкциите, както и при заявяване, доставяне и експлоатацията на техниката. С това се постига завършеност на познанията получени от лекциите, упражненията и проектите по другите общотехнически и специални дисциплини и ре-

Васил Георгиев Димитров, доц. д-р инж. катедра "Технология на машиностроителното производство и химия", ВТУ "Тодор Каблешков" София, 1574, ул. "Гео Милев" № 158, E-mail: vgd@vtu.acad.bg.;

Стефан Кирилов Даскалов, доц. д-р инж. катедра "Технология на машиностроенето и металорежещи машини" ТУ - СОФИЯ, Франкофонски отдел по електроинженерство - ФОЕ (UNIVERSITE TECHNIQUE DE SOFIA), E-mail: foe-k@vmei.acad.bg

ална основа за изучаване на индустриален мениджмънт.

Тук в много по-голяма степен, в сравнение с другите учебни дисциплини, пълноценното усвояване на динамично развиващата се област от познанията е пряко свързано със състоянието на родното машиностроене, икономиката и държавата. Няма никакво оправдание за държавата и съответните институционални ръководства да абдикират от проблемите на производството (включително и подготовката и образованието на кадрите) и нещата да се оставят на самотек, на стихийно съвпадение на интереси.

## РАЗДЕЛ 1

### Машиностроене и техническо образование

Очевидно е, че разглежданата тема е свързана с настоящето състояние на икономиката и на общественото съзнание в страната, където в последното десетилетие машиностроенето (едно трудопоглъщащо, екологически чисто производство) е отрасълът претърпял най-голям спад; например годишното производство на металорежещи машини е било 18000 броя годишно, а сега е спаднало близо 10 пъти.

За преодоляване на общия икономически спад в публичното пространство напоследък се говори все повече: разчита се на увеличаване приходите от туристическия бизнес, препоръчват се мерки за укрепване на селскостопанското производство; и в двата случая вложените инвестиции при правилна пазарна политика водят до сравнително бърз осезаем икономически ефект. Думата „машиностроене“ обаче, в публичното пространство се употребява понастоящем твърде рядко, въпреки че ежедневно и в бита и в производството всеки от нас използва машиностроителни изделия.

Създаването и ефективната реализация на едно средно сложно машиностроително изделие е сравнително продължителен процес изискващ висока организация на интелектуален и на по-ниско квалифициран труд и материални средства. Този процес е естествено съобразен с търсенето и предлагането на пазара, но в никоя развита страна не е оставен на самотек (само на капризите на стихията на пазара), а се използват и средствата на държавните институции. Едно от тези средства е техническото образование с неговото естествено самоусъвършенстване. В нашата страна, с отпадането на

Единните държавни изисквания в Закона за висшето образование от преди няколко месеца, съществената част от въпросите свързани с тази тема са оставени изцяло на отделните Висши учебни заведения (ВУЗ).

Начинът на производство е определящ за дадено общество. Съвременното производство, освен финансов капитал и пазарна ниша, изисква техническа култура, машини и екипировка. Без производствена стратегия и машиностроителна култура добрите идеи и техническият интелект остават без реализация; страната, оставена стихийно в условията на глобализацията и безработицата, се обезлюдява.

1.1. Стопанските деятели с по-широко мащабно мислене наричат **машиностроенето „главен технолог на всички останали стопански отрасли“** и са запознати с основните му понятия. Те съзнават, че **конструкторът в същност е и работодател, ако идеята му се реализира**, което е възможно, ако конструкцията му е технологична за конкретните производствени условия. В центъра на вниманието на машиностроителите са детайлите. Техните повърхнини трябва да бъдат обработени така, че след сглобяването им да се получи изделие отговарящо на своето предназначение. Сдружаваните и други отговорни повърхнини на детайлите най-често се получават чрез обработване с помощта на металорежещи машини и инструменти (т.н. механично или студено размерно обработване)

Сред машиностроителите се е утвърдило мнението, че **който може да произвежда добри металорежещи машини, ще може да произведе качествени детайли и възли, предназначени за сглобяването и на други различни видове машини**. Металорежещите машини (особено универсалните), за разлика от повечето други произвеждащи машини, имат възможността „да се самовъзпроизведат“ т.е. на дадена металорежеща машина (ММ) може да се произведе детайл, който директно ще участва в сглобяването на такава ММ от същия или друг вид. При формообразуването чрез рязане, всяка повърхнина може да се разгледа като получена от движението на линия (наречена образувача) по друга линия (наречена направляваща). Тези линии се възпроизвеждат при относителните движения на инструмента спрямо заготовката, които са наречени формообразуващи движения и са определящи за кинематиката на машината.

1.2. Условията за **излизане на световния**

**пазар на машиностроителни изделия** са трудни, поради свръхпроизводството на качествена масова продукция от развитите и от икономически мощните страни. И все пак, у нас има машиностроителни заводи, които произвеждат качествено и експортират вагони, стругове, инструменти и др., има и множество дребни фирми които произвеждат детайли или осъществяват отделни операции. Напоследък се наблюдава засилена тенденция в България да се ремонтира транспортна техника (самолети, вагони и др.) за други страни. Съществуват и отделни проспериращи машиностроителни средно големи фирми; например във фирми, съставени предимно от бивши сътрудници на Института по металорежещи машини - София, се конструират и произвеждат универсални и специализирани машини на високо ниво, които охотно се приемат на Западния пазар (Канада, САЩ, Великобритания, Германия и др.).

2.3. Тези дейности са положителен факт, но дали не може да протичат по-организирано и по-перспективно?! Една неизползвана, но не лека в сегашните условия, възможност е задължителното прилагане на познанията от Технология на машиностроенето в икономически обосновани реализации на технически идеи при защита на образователни и научни степени. Това е и възможност за **продължаване добрите традиции на българското машиностроене**. Реализациите в метал би могло да бъдат дори и частични, както и предварително координирани с евентуален спонсор и дори при данъчни преференции. За целта е необходима една **полупроизводствена-полулабораторна среда** (например "опитен завод" - в най-добрия случай), която да оцелява и без тясно-комерсиални задачи. Създаването и поддържането на тази среда по новому изисква индустриален инженеринг и мениджмънт на много високо ниво и не е по силите на отделни изолирани преподаватели. За избягване на рецедивите от близкото минало е необходима строга система съчетаваща финансовия контрол с научната и гражданска съвест на преподавателите и специалистите. Тук следва да се припомни становището на сегашния председател на Съюза на научните работници, че съотношението между фундаменталните и приложните научни изследвания в страната от 75:25 трябва по принцип да се промени на 25:75.

Следва да се приложи творчески чуждестранния опит (например практиката във френските технически ВУЗ) за обзавеждане на полупроизводствена база и нейното учебно използ-

ване при прилагането на КАД-КАМ системи за конструиране и произвеждане на детайли.

## РАЗДЕЛ 2: ИЗИСКВАНИЯТА КЪМ ПОЗНАНИЯТА ПО ТЕХНОЛОГИЯ НА МАШИНОСТРОЕНЕТО

Характерно за настоящите изисквания към познанията на студентите е, от една страна - стремежът към конвертируемост на нашето образование с това в страните от Европейския съюз (ЕС), а от друга страна - потребностите на нашето машиностроене, което претърпя силен спад поради незавидното икономическо състояние на страната и неблагоприятните за нея до момента глобални процеси.

Онези студенти, които не са били в техникум и не са виждали металорежеща машина, много по-трудно достигат до изграждане на основи за машиностроително технологично мислене. Това е почти невъзможно, ако липсва (или е в лошо състояние) един минимум от материална лабораторно-учебна база, в която да се възпроизвеждат основните процеси за обработване чрез рязане (поне струговане, фрезование, обработване на отвори) ; обикновено с оглед интересите и непосредствените потребности на учебното заведение, чрез тази материална база се реализира и производствен процес за детайли, ремонтни работи и създаване несложни изделия.

До тук почти винаги има консенсус, но когато се стигне до конкретни действия в конкретните учебни и икономически условия : учебните планове се съкращават, материалната база вместо да се оптимизира се минимизира - понякога с тенденция към унищожаване. Приватизацията не се използва за подобряване на материалната база на държавните учебни заведения. Спонсорирането от националния капитал е недостатъчно. От чужди страни се влагат средства в американски , френски и немски факултети.

2.1 Необходимо е **създаването на орган** към федерацията на МТФ , който в условията на консенсус между преподавателите да дава препоръки относно хармонизиране (но не и уеднаквяване) на учебните планове, програми и методики на обучението по ТМ (ММТМ). Първата задача е създаване на дългосрочна концепция за изграждане на основа на машиностроително технологично мислене у машинните специалисти с различна образователно-квалификационна степен (ОКС), за различни отрасли и подо-

трасли и с различна тясна специализация. Тази концепция трябва да бъде отворена за периодично доразвиване с възможно най-пълно обхващане на учебни планове, програми, методики за ОКС на ВУЗ, техникумите, средните училища. Един пример за рационален подход към аналогични проблеми при хармонизиране на учебни планове и програми е Научната конференция по Франкофония проведена преди няколко години в София с участието на преподаватели от Румъния, Унгария, Франция, България.

Необходимо е да се решат такива общи проблеми, какъвто е например технологичния стаж в условията на приватизирани машиностроителни заводи. Известно е, че дори и при много силна икономика, учебни наблюдения върху работещи технически средства за автоматизация на масово и едросерийно производство (автоматични линии, агрегатни машини и др.) и върху гъвкави автоматизирани производствени системи (ГАПС) могат да се провеждат само в производствени условия; по същите икономически съображения не е оправдано всяка учебна лаборатория да разполага с всички необходими за изучаване специални и специализирани ММ.

2.2. И в най-святия **обем на учебния материал** (според учебния план на конкретната немашинна приложна специалност - например транспортна специалност) студентите трябва да получат основните понятия свързани с обработване на външни и вътрешни ротационни повърхнини и нарязване на резба с нож на струг, с фрезове, абразивно обработване, стъргане и др. Би следвало тези понятия и представи (или поне част от тях - в обсега на избираема специализация) да се получават в системата на задължителното средно образование, за което е реално да се осигури необходимия минимум материална база. На тази основа лесно могат да се изложат и възприемат основните понятия за кинематиката на универсалния струг и геометрията на стругарския нож. В машинните (но не тясно машиностроителни) специалности е наложително въвеждане на курсов проект с не голям обем; трябва да се създадат условия студентите да съставят програми (или поне да участват в съставянето) за обработване на ММ с ЦПУ при производствените практики и стажове.

Съществуват учебни планове и програми от техническите и технико-икономическите специалности (например ОКС бакалавър и ОКС специалист по Технология и управление на транс-

порта), в които дисциплината ТМ не фигурира самостоятелно, а е включена като модули включващи съответно 30 или 15 часа от общия хорариум предвиден за разширената дисциплина "Материалознание". Очевидно е, че при 15 часа лекции, темите - свързани със зъбообработването, автоматизацията, довършващите и електрофизичните методи на размерно обработване - може да се разгледат само твърде кратко, общо и по възможност максимално нагледно. При такъв курс от 15 часа лекции по ТМ, от автоматизацията на машиностроителното производство почти нищо конкретно не може да се разгледа; остава възможността да се посочат източници за самостоятелна подготовка по темата и се изтъкне нейната технико-икономическа същественост.

2.3. Освен на проблемите за обема и съдържанието на учебния материал, по настоящем във всички напреднали страни се отделя сериозно внимание на обективното **оценяване на познанията**, което се свързва естествено с компютризирането на учебния процес. За прецизност на оценяването все по-голямо значение добива единицата мярка, т.е. максималното число, което отличният студент може да получи като оценка на познанията си. В нашата страна по традиция се използва шестобалната система. Във Франция максималната оценка е 20. В таблица 1 е показано сравнение между оценките давани в нашата и във френската образователни системи.

Във Франция практиката показва, че максималните точки се присъждат от учебни звена, които са утвърдени, като водещи в страната, в зависимост от лабораторната база и класирането на учебното звено при акредитацията. При изпитване на студентите се използват тестови системи, които се реализират с компютърни програми; създават се електронни учебници, които могат да се ползват дистанционно.

Франкофонският департамент към Техническият университет (ТУ) - София беше акредитиран с положителна оценка при посещението на френската акредитационна комисия към министерството на образованието във Франция. Критериите бяха: ниво на лабораториите (нивото се оценява според заетата площ, броя и нивото на машините), необходимия брой публикации в страната и чужбина, както и издаването на учебници в ТУ-София на френски език.

Българска оценка	слаб 2		среден 3	добър 4	много добър 5	отличен 6
Френска оценка	0 - 6,75 faible	7 - 9,75 insuffisant (недостатъчно)	10 - 11,75 passable	12 - 14 bien	14,25 - 16,75 tr`es bien	18 - 20 excellent

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящите условия на икономически спад, когато е застрашено устойчивото развитие на страната, поставянето и решаването на проблемите на техническото образование и в частност на обучението по Технология на машиностроенето е една от основните (наред с други) предпоставки за бъдещата стабилизация на родното производство. За съжаление има и други мнения и действия, което обуславя необходимостта от поставяне и обсъждане на повдигнатите въпроси на научно-техническите форуми.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Daskalov S., C.Patev, M.Boete, C.Gaultier, R.Prat, Machines de production et technologies (Fabrication mecanique), Institut National des Sciences Appliquees (INSA) - France, Universite Technique Sofia - Bulgarie, 1997
- [2]. Димитров В., Ст. Памуков, Ръководство за лабораторни упражнения по технология на машиностроенето, ВТУ "Т.Каблешков" - София, 2000
- [3]. Димитров В., М. Христов, "Технологичната подготовка на сегашните и бъдещите кадри на железопътната промишленост и нейното реструктуриране", Сборник доклади на 7-ма научно-техническа сесия на ВВТУ "Т. Каблешков", София, 1995г.

**80 ГОДИНИ ВТУ “ТОДОР КАБЛЕШКОВ”**

ВТУ “Тодор Каблешков” е наследник и продължител на 80 – годишни традиции в транспортното образование в България. Този дълъг и нелек исторически път го превърна в утвърден и практически доказан образователен и научен център, завоювал престиж на уникално учебно заведение, неразривно свързан с подготовката на висококвалифицирани кадри, необходими за изграждането и управлението на възловите инфраструктури в транспорта – строителство, експлоатация и комуникации.

Неговата дългогодишна история е тясно свързана с развитието на железниците в страната, следствие на което е натрупан десетилетен опит, който определя водещото място на училището в професионално-практическото образование като форма на специализирана подготовка.

Съвременните изисквания за модерен, съобразен с новите научно-технически постижения железопътен транспорт, конкурентноспособен и с възможности за интеграция в европейските системи, налагат високи критерий при подготовката на специалисти и тяхната професионална реализация в системата на НК “БДЖ” и широкоспектърната сфера на отрасъла.

Безспорен феномен в нашата образователна система, ВТУ “Тодор Каблешков” по категоричен начин доказва необходимостта от своето съществуване в съвременните реалности на 21 век, често определян като век на глобализацията на световната икономика, когато определено се налага тенденцията за внедряване на високотехнологичен железопътен подвижен състав, съоръжен с модерна техника, съобразен с новите технологични системи на европейските транспортни структури.

В България железопътният транспорт винаги е заемал и продължава да заема особено важно място, тясно свързан с всички отрасли на икономиката, обезпечаваш надеждно междурегионалните връзки и националната сигурност на държавата. В своя път на развитие той неотменно е следван от разнообразните форми на железопътното образование.

Главните цели на Висшето транспортно училище са:

- подготовка, специализация и следдипломна квалификация на специалисти с висше образование;
- подготовка и следдипломна квалификация на специалисти, предвидени в длъжностните номенклатури на системата на транспорта;
- организиране и провеждане на учебен процес по технически специалности от областта на транспорта въз основа на добрите традиции на българското висше образование и опита на европейските висши училища;
- провеждане на научна и научно-приложна изследователска дейност по основните експлоатационни и инфраструктурни направления в съвременната транспортна наука;
- оказване на висококвалифицирана консултантска и методическа помощ на фирмите от системата на транспорта;
- хармонизиране на образователния и научноизследователския процес с изискванията, поставени от процесите на интегриране на страната в европейските транспортни системи.

Висшето транспортно училище има стройно изградена и утвърдена система за осигуряване качеството на обучението във всичките му форми — редовно и задочно обучение на студенти, редовно обучение на специализанти и редовно, задочно и самостоятелно обучение на докторанти. Системата съдържа устойчиви механизми за управление качеството на образованието, които включват технологии на планиране, организиране и изграждане на образователния процес.

Многогодишната история на училището е доказателство за признанието му от държавата и обществеността у нас. Високата оценка на получената подготовка се дължи на тясната връзка с потребителските кадри и потвърждава факта, че повечето от завършилите Висшето транспортно училище намират добра професионална реализация веднага след дипломирането си и директно се внедряват в практическите професионални системи, съобразени със световните тенденции за развитието на транспортния отрасъл.





## „ТРАНСПОРТ 2002“

### О НЕРАВЕНСТВАХ ТИПА ХАРДИ

Красимир Николов

#### АННОТАЦИЯ

*Рассматриваются некоторые интегральные операторы, близкие к операторам Харди-Стеклова и имеющие применение в экономике. Доказаны неравенства типа Харди и Карлемана-Кнопфа. Получены оценки этих операторов в некоторых пространствах Лебега с весами.*

**Ключевые слова:** интегральный оператор, неравенство, оценки, Харди, Стеклов.

В 1920-ом году в статье Харди [1] опубликовано неравенство - интегральный аналог дискретного неравенства, которое Харди доказал в своей работе, посвященной неравенству Гильберта для бесконечных рядов. Утверждается, что если  $a > 0$ ,  $f(x) \geq 0$ ,  $p > 1$  и  $\int_a^\infty f(x) dx$  сходится, то:

$$\int_a^\infty \left( \frac{1}{x} \int_a^x f(t) dt \right)^p dx \leq \left( \frac{p}{p-1} \right)^p \int_a^\infty f(x)^p dx$$

В книге [2] такое неравенство рассматривается как оценка норм оператора Харди

$$Hf(x) = \frac{1}{x} \int_0^x f(t) dt \text{ и оператора}$$

$$\tilde{H}f(x) = \frac{1}{x} \int_x^\infty f(t) dt, \text{ действующих в про-}$$

странствах  $L_p$  с весами  $x^\alpha$ .

По разным причинам скоро оказалось важно и интересно рассматривать еще более общие весовые неравенства, а именно, неравенства вида

$$\left( \int_a^b \left( \int_a^x f(t) dt \right)^q u(x) dx \right)^{\frac{1}{q}} \leq c \left( \int_a^b f(x)^p v(x) dx \right)^{\frac{1}{p}},$$

где  $0 < q \leq \infty$ ,  $1 \leq p \leq \infty$  и  $f(x) \geq 0$  на  $(a, b)$ ,  $f \in L_v^p$  (пространство Лебега  $L_p$  с весом  $v(x)$ ).

Имеется большое количество более общих неравенств, называемых неравенства типа Харди.

Рассмотрим так называемый оператор Харди-Стеклова. Пусть  $a = a(x)$  и  $b = b(x)$  строго возрастающие дифференцируемые функции на  $[0, \infty)$ , удовлетворяющие условиям для  $0 < x < \infty$  и  $a(\infty) = b(\infty)$ . Оператор

$$(Tf)(x) = \int_{a(x)}^{b(x)} f(t) dt \text{ называют оператором Хар-}$$

ди-Стеклова.

Х.Хайниг и Г. Синнамон получили характеристику весов, для которых такой оператор ограничен в весовых пространствах Лебега.

Оператор Харди-Стеклова приводит к так называемому подвижному оператору усреднения

$$(S_a^b f)(x) = \frac{1}{b(x) - a(x)} \int_{a(x)}^{b(x)} f(t) dt, \quad f \geq 0$$

Этот оператор в разных формах оказывается важным для “технического анализа” и так называемых “технических аналитиков, аналитаторов”.

Они пытаются предсказать будущее борсовых цен или рынка ценных бумаг на основании прошлых проявлений борсовых цен и колебаний рынка, соответственно.

Если например рассматривать борсу  $f$ , где  $f(t)$  есть цена в моменте  $t$ , то они советуют покупать если  $(S_{t-200}^t f)(t) \leq f(t)$ , а в противном случае - продавать.

Подвижный оператор усреднения играет роль также в оценке роста индекса Доу Джонса.

Рассмотрение операторов такого типа, а также введение весов и замена поточечной оценки оценкой в среднем (в норме Лебеговых пространствах) может дать дополнительную информацию при оценке финансовых рынков.

В случае когда  $T$  - оператор Харди-Стеклова или подвижный оператору среднения с

$b(x) = x, \quad a(x) = \frac{x}{\lambda}, \quad \lambda > 1$ , то характеристизацию весов получил Е. Сойер. Характеризацию весов для оператора Стеклова

$$(S_\gamma f)(x) = \int_{x-\gamma}^{x+\gamma} f(t) dt \quad \text{для случая } 1 < p, q < \infty$$

получили Е. Батуев и В. Степанов. Более подробную информацию об известных результатах об оценке операторов типа Харди-Стеклова можно получить в книге [3] А. Куфнера и Л. Персона.

Пусть  $u(x)$  вещественнозначная функция, для которой предположим, что она локально интегрируема, неотрицательна и  $u(x) > 0$  почти везде. Такую функцию будем называть весом или весовой функцией.

Весовое пространство Лебега  $L_u^p(a, b)$ , где  $1 < p < \infty$  и вес  $u(x)$  фиксированы, определяется как множество всех измеримых в смысле Лебега функций на  $(a, b)$ , таких что

$$\|f\|_{p, u} = \left( \int_a^b |f(x)|^p u(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} < \infty$$

Наша цель получить оценки для норм разных подвижных операторов усреднения в пространствах Лебега с весами. Начнем с примера, который имеет применение в экономике и банковом деле, а именно с оператора  $S_{x-200}^x f$ . Он не попадает директно в случай

$$(Tf)(x) = \int_{a(x)}^{b(x)} f(t) dt, \quad \text{поскольку например } \alpha(0) \neq 0.$$

Пусть  $\Phi(s)$  выпуклая неотрицательная функция. Будем применять неравенство Йенсена для  $f(t) \geq 0$

$$\Phi \left( \frac{\int_{\Omega} f(t) \mu(t) dt}{\int_{\Omega} \mu(t) dt} \right) \leq \frac{\int_{\Omega} \Phi(f(t)) \mu(t) dt}{\int_{\Omega} \mu(t) dt}$$

где  $\mu(t) = \frac{1}{200} \chi_{[x-200, x]}(t)$

Пусть  $x \geq 200$ . Тогда

$$\int_{\Omega} \mu(t) dt = \frac{1}{200} \int_{x-200}^x 1 dt = 1 \quad \text{и}$$

$$\Phi(S_{x-200}^x f) = \Phi \left( \frac{1}{200} \int_{x-200}^x f(t) dt \right) \leq \frac{1}{200} \int_{x-200}^x \Phi(f(t)) dt$$

Проинтегрировавъ от 200 до  $\infty$  получаем:

$$\int_{200}^{\infty} \Phi(S_{x-200}^x f) dx \leq \frac{1}{200} \int_{200}^{\infty} \left[ \int_{x-200}^x \Phi(f(t)) dt \right] dx$$

Применяя теорему Фубини к последнему выражению получаем:

$$\begin{aligned} \int_{200}^{\infty} \Phi(S_{x-200}^x f) dx &\leq \frac{1}{200} \int_0^{200} \left[ \int_{200}^{200+t} \Phi(f(t)) dx \right] dt + \\ &+ \frac{1}{200} \int_{200}^{\infty} \left( \int_t^{t+200} \Phi(f(t)) dx \right) dt = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{200} \left[ \int_0^{200} t \Phi(f(t)) dt \right] + \int_{200}^{\infty} 200 \Phi(f(t)) dt =$$

$$= \int_0^{\infty} \Phi(f(t)) u(t) dt, \text{ где}$$

$$u(t) = \begin{cases} \frac{t}{200}, & 0 < t < 200 \\ 1, & 200 \leq t < \infty \end{cases}$$

Мы получили оценку

$$\int_{200}^{\infty} \Phi(S_{x-200}^x f) dx \leq \int_0^{\infty} \Phi(f(t)) u(t) dt \quad (1)$$

Можно огрубить эту оценку так:

$$\int_{200}^{\infty} \Phi(S_{x-200}^x f) dx \leq \int_0^{\infty} \Phi(f(t)) dt \quad (2)$$

Пусть  $\Phi(s) = s^p$ , тогда (1) принимает вид

$$\int_{200}^{\infty} (S_{x-200}^x f)^p dx \leq \int_0^{\infty} f^p(t) u(t) dt \quad (3), \text{ а (2)}$$

принимает вид

$$\int_{200}^{\infty} (S_{x-200}^x f)^p dx \leq \int_0^{\infty} f^p(t) dt \quad (4)$$

Если введем обозначение  $v(x) = \chi_{[200, \infty]}^{(x)}$ , то (3) будет выглядеть так:

$$\left( \int_0^{\infty} (S_{x-200}^x f)^p dx \right)^{\frac{1}{p}} \leq \left( \int_0^{\infty} f^p(t) u(t) dt \right)^{\frac{1}{p}}, \text{ т.е.}$$

оператор  $S_{x-200}^x$  ограничен из пространств  $L_u^p$  в пространство  $L_v^p$  с нормой не превосходящей 1.

Если  $\Phi(s) = \exp s$  можем получить оценку

$$\int_{200}^{\infty} \exp(S_{x-200}^x \ln f) dx \leq \int_0^{\infty} f(t) u(t) dt \leq$$

$$\leq \int_0^{\infty} f(t) dt, \quad (5)$$

налагая условие существования  $m > 0$  того, что  $f(t) \geq m > 0$ . Этот последний случай с оператором Харди на месте оператора  $S_{x-200}^x$  рассмотрен в [4], идея доказательства от туда раз-

вита здесь нами.

Рассмотрим один случай подвижного оператора усреднения

$$S_{ax}^{bx} f = \frac{1}{bx - ax} \int_{ax}^{bx} f(t) dt, \text{ где } a < b, f \geq 0.$$

Тогда опять по неравенству Йенсена получаем, что

$$\Phi\left(\frac{1}{bx - ax} \int_{ax}^{bx} f(t) dt\right) \leq \frac{1}{bx - ax} \int_{ax}^{bx} \Phi(f(t)) dt \text{ и}$$

проинтегрировав получаем

$$\int_0^{\infty} \Phi(S_{ax}^{bx} f) dx \leq \int_0^{\infty} \frac{1}{bx - ax} \int_{ax}^{bx} \Phi(f(t)) dt dx.$$

После применения теоремы Фубини имеем

$$\int_0^{\infty} \Phi(S_{ax}^{bx} f) dx \leq \int_0^{\infty} \left[ \int_{\frac{t}{b}}^{\frac{t}{a}} \frac{1}{bx - ax} \Phi(f(t)) dx \right] dt =$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{\Phi(f(t))}{b-a} \int_{\frac{t}{b}}^{\frac{t}{a}} \frac{1}{x} dx dt = \frac{\ln \frac{b}{a}}{b-a} \int_0^{\infty} \Phi(f(t)) dt. \quad (6)$$

В частном случае, когда  $\Phi(s) = s^p$ , получаем:

$$\left( \int_0^{\infty} (S_{ax}^{bx} f)^p dx \right)^{\frac{1}{p}} \leq \left( \frac{\ln \frac{b}{a}}{b-a} \right)^{\frac{1}{p}} \int_0^{\infty} (f(t))^p dt, \quad (7)$$

$$\text{т.е. } \|S_{ax}^{bx} f\|_{L_p \rightarrow L_p} \leq \left( \frac{\ln \frac{b}{a}}{b-a} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (8)$$

Этот частный результат можно также получить как конкретный результат следствие 3.17 (i), касающий оператора Харди-Стеклова из [3],

для случая  $u(x) = \frac{1}{(b-a)x^p}$  и  $v(x) \equiv 1$ .

Положим в (7)  $f^\alpha$  вместо  $f$ , где  $\alpha = \frac{1}{p}$ .

Тогда

$$\int_0^{\infty} (S_{ax}^{bx} f^{\alpha})^p dx \leq \frac{\ln \frac{b}{a}}{b-a} \int_0^{\infty} f(t) dt \quad (9)$$

Если

$$G_S f(x) = \exp\left(\frac{1}{bx-ax} \int_{ax}^{bx} \log f(t) dt\right), \quad \text{то}$$

известно, что  $G_S f(x) = \lim_{\alpha \rightarrow 0} (Sf^{\alpha})^{\frac{1}{\alpha}}$ , пункт 6.8

[2]. Если  $f \in L_1$ , тогда применяя лемму Фату для предельного перехода по  $\alpha \rightarrow 0$  в интегральном неравенстве (9) получаем, что:

$$\int_0^{\infty} G_S f(x) dx \leq \frac{\ln \frac{b}{a}}{b-a} \int_0^{\infty} f(t) dt, \quad (10), \text{ т.е.}$$

$$\int_0^{\infty} \exp\left(\frac{1}{bx-ax} \int_{ax}^{bx} \log f(t) dt\right) dx \leq \frac{\ln \frac{b}{a}}{b-a} \int_0^{\infty} f(t) dt \quad (10')$$

Отметим, что такие же рассуждения показывают, что для выполнения неравенства (5) достаточно, чтобы  $f \in L_1$ ,  $f(t) \geq 0$ .

Отметим, что неравенства (5) и (10') можно причислить к так называемым неравенствам типа Карлемана-Кноппа.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Hardy G.H., Note on a theorem of Hilbert, Math.Zeit.6 (1920), 314-317.

[2] Hardy G.H., Littlewood J.E. and Po'lya G., Inequalities, Cambridge University Press, 1934.

[3] Kufner A. and Persson L.-E., Integral inequalities with weights, to appear.

[4] Kaijser S., Persson L.-E., Oberg A., On Carleman and Knopp's inequalities, Journal of Approximation Theory 117, 140-151, 2002.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МОДИФИЦИРАНИ УРАВНЕНИЯ НА ЛАГРАНЖ ОТ II-РИ РОД

Петър Колев

#### АННОТАЦИЯ

**Резюме:** Когато при динамичен анализ на идеална холономна механична система се налага да се опише движението ѝ с обобщени координати, чиито брой надвишава степените ѝ на свобода може да се да се изразят зависимите, чрез избраните за независими обобщени координати и да се приложат уравненията на Лагранж от II-ри род за холономна система или да се приложат уравненията на Лагранж от II-ри род с множители. Това създава известни затруднения тъй като изразените координати участват на степен II-ра в енергийните функции, а множителите се определят за всяка задача.

Предвид затрудненията при използването на известните два подхода, в тази работа е изведена нова, удобна за приложение форма на “Общото уравнение на динамиката” в обобщени координати наречена “Модифицирани уравнения на Лагранж от II-ри род”.

**Ключови думи:** аналитична механика, динамика, работи

#### 1. УВОД

Когато при динамичен анализ на една идеална холономна механична система се налага да се опише движението ѝ с обобщени координати, чиито брой надвишава степените ѝ на свобода може да се постъпи по два начина:

- да се изразят зависимите, чрез избраните за независими обобщени координати и да се приложат уравненията на Лагранж от II-ри род за холономна система. Това създава известни затруднения тъй като изразените координати участват на степен II-ра в енергийните функции;

- да се приложат уравненията на Лагранж от II-ри род с множители, като множителите се определят за всяка задача.

Предвид затрудненията при използването на известните два подхода, в тази работа е изведена нова, удобна за приложение, на “Общото уравнение на динамиката” в обобщени координати наречена “Модифицирани уравнения на

Лагранж от II-ри род”.

#### 2. ИЗВОД НА УРАВНЕНИЯТА

Нека движението на холономна механична система, подчинена на идеални и двустранни връзки, с  $k$  степени на свобода се описва с  $n$  независими обобщени координати

$$q_1, q_2, \dots, q_n \quad (n > k). \text{ Те са подчинени на } s \text{ холономни връзки } s = n - k.$$

$$(2.14)$$

$$\Gamma_r(q_1, q_2, \dots, q_n) \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

Следователно от всички вариации

$$\delta q_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \text{ само } k \text{ са независими.}$$

Като запишем общото уравнение на динамиката в обобщени координати

(2.15)

$$\sum_{j=1}^n \left[ Q_j - \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) + \frac{\partial T}{\partial q_j} \right] \delta q_j = 0$$

поради зависимост на вариациите, не можем да констатираме равенството на нула на изразите в средните скоби.

От системата (2.14) изразяваме  $s$  обобщени координати. За удобство на извода на модифицираните уравнения избираме първите  $s$  координати,

(2.16)

$$q_r = f_r(q_{s+1}, q_{s+2}, \dots, q_n) \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

и определяме техните вариации

(2.17)

$$\delta q_r = \sum_{j=s+1}^n \frac{\partial f_r}{\partial q_j} \delta q_j \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

Уравнението (2.15) можем да представим във вида

(2.18)

$$\sum_{r=1}^s (Q_r + \Phi_r) \delta q_r + \sum_{j=s+1}^n (Q_j + \Phi_j) \delta q_j = 0$$

където  $\Phi_r$  и  $\Phi_j$ , са обобщените инерционни сили.

Като заместим (2.17) в (2.18) след кратки преобразувания се получава:

(2.19)

$$\sum_{j=s+1}^n \left( Q_j + \Phi_j + \sum_{r=1}^s (Q_r + \Phi_r) \frac{\partial f_r}{\partial q_j} \right) \delta q_j = 0$$

Тези  $n - s = k$  вариации на обобщените координати са независими и уравнението (2.19) се удовлетворява от условието за равенство на нула на изразите в средните скоби. С това се получават *модифицираните уравнения*, удобни за съставяне на диференциалните уравнения на движение на холономна механична система подчинена на идеални и двустранни връзки със зависими обобщени координати във формата на Лагранж

(2.20)

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} = Q_j + \sum_{r=1}^s (Q_r + \Phi_r) \frac{\partial f_r}{\partial q_j}$$

където:

(2.21)

$$\Phi_r = - \left[ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_r} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_r} \right] \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$Q_r$  => обобщените сили на зависимите координати.

### 3. Приложение

Разглеждаме дискретна манипулационна система при движението ѝ във вертикална равнина. Задвижващият модул е тяло 1, върху което е приложено задвижване със сила  $F_d$ . Моделираме взаимодействието между регионалното движение и съпътстващите го трептения, при ограничена мощност на задвижването.

Центровата ос на разглежданата система се определя за началните условия, съответстващи на статичното равновесие, където  $\theta = k_4 \delta$  е завъртането, а  $\delta$  е статичното провисване на сечението в т.  $O_2$  на запъната в тяло 1 еластична ръка [1,2].

За параметъра на центровата ос  $\Gamma_{12}$  се получава

(3.1)

$$q_1^* = q_{1,0} - \frac{1}{m_1 + m_2} (m_2 \delta + m_2 \theta h_{C_2} \cos \gamma)$$

а като въведем центровите обобщени координати за геометричното центрово условие получаваме.

(3.2)

$$m_1 \bar{q}_1 + m_2 \bar{q}_2 + m_2 \bar{q}_3 h_{C_2} \cos \gamma = 0$$

За равновесното положение, като използваме израза на потенциалната енергия в обобщените координати са в сила условията:

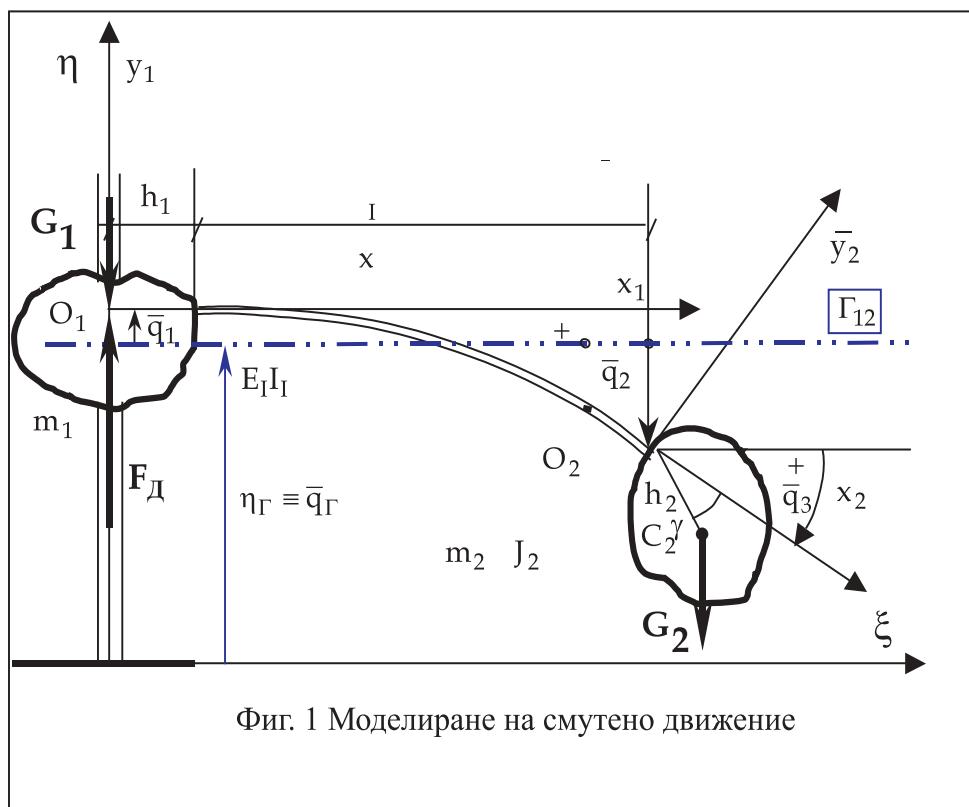
(3.3)

$$m_2 g - \left( \frac{\partial \Pi}{\partial q_2} \right)_{q_2=\delta, q_3=\theta} = 0$$

$$m_2 g h_{C_2} \cos \gamma - \left( \frac{\partial \Pi}{\partial q_3} \right)_{q_2=\delta, q_3=\theta} = 0$$

Следователно от системата уравнения:

$$(3.4) \quad \begin{aligned} m_2 g &= c_{22} \delta + c_{23} \theta \\ m_2 g h_{C_2} \cos \gamma &= c_{23} \delta + c_{33} \theta \end{aligned}$$



Фиг. 1 Моделиране на смутено движение

однозначно се определят  $\delta$  и  $\theta$ .

*Кинетична и потенциална енергия*

Кинетична и потенциална енергии, изразени чрез обобщените центрови координати се представят с изразите

(3.5)

$$T = \frac{1}{2} \left[ m_1 (\bar{q}_\Gamma - \bar{q}_1)^2 + m_2 (\bar{q}_\Gamma - \bar{q}_2)^2 + J_{O_2} \bar{q}_3^2 \right] - m_2 (\bar{q}_\Gamma - \bar{q}_2) \bar{q}_3 h_{C_2} \cos \gamma$$

$$P_{\text{ае}} = \frac{1}{2} \left[ c_{22} (\bar{q}_1 + \bar{q}_2)^2 + 2c_{23} (\bar{q}_1 + \bar{q}_2) \bar{q}_3 + c_{33} \bar{q}_3^2 \right]$$

Обобщени сили по центровите координати

(3.6)

$$Q_\Gamma = F_{\bar{A}} - (m_1 + m_2)g$$

$$Q_1 = F_{\bar{A}} - m_1 g - c_{22} (\bar{q}_1 + \bar{q}_2) - c_{23} \bar{q}_3$$

$$Q_2 = m_2 g - c_{22} (\bar{q}_1 + \bar{q}_2) - c_{23} \bar{q}_3$$

$$Q_3 = m_2 g h_{C_2} (\cos \gamma - \bar{q}_3 \sin \gamma) - c_{23} (\bar{q}_1 + \bar{q}_2) - c_{33} \bar{q}_3$$

Геометричното центрово условие (3.2) представлява холономна връзка  $\Gamma_1$  между обобщените центрови координати, поради което те са зависими. По тази причина за извод на диференциалните уравнения на движение ще приложим, изведените в тази работа., модифицирани уравнения на Лагранж от II-ри род. За зависима от останалите избираме координатата

$\bar{q}_1 = f_1(\bar{q}_\Gamma, \bar{q}_2, \bar{q}_3)$  следователно:

(3.7)

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\bar{q}}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial \bar{q}_j} = Q_j + \sum_{r=1}^s (Q_r + \Phi_r) \frac{\partial f_1}{\partial \bar{q}_j} \quad (j = \Gamma, 2, 3)$$

$$\begin{aligned} \bar{q}_1 &= f_1(\bar{q}_\Gamma, \bar{q}_2, \bar{q}_3) = \\ (3.8) \quad &= \frac{m_2}{m_1} \bar{q}_2 + \frac{m_2}{m_1} \bar{q}_3 h_{C_2} \cos \gamma \end{aligned}$$



(3.9)

$$\Phi_1 = - \left[ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_1} \right] = - m_1 (\ddot{q}_\Gamma - \ddot{q}_1)$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial \dot{q}_\Gamma} = 0$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial \dot{q}_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial \dot{q}_3} = \frac{m_2}{m_1} h_{C_2} \cos \gamma$$

Като заместим кинетичната енергия и обобщените сили в уравненията (3.7) и отчетем (3.9) получаваме математичния модел на смутеното движение:

(3.10)

$$(m_1 + m_2) \ddot{q}_\Gamma = F_{\ddot{A}} - (m_1 + m_2)g$$

$$\ddot{q}_2 + \ddot{q}_3 h_{C_2} \cos \gamma + \frac{c_{22}(m_1 + m_2)}{m_1 m_2} \ddot{q}_2 +$$

$$+ \frac{c_{23} m_1 + c_{22} m_2 h_{C_2} \cos \gamma}{m_1 m_2} \ddot{q}_3 = \frac{F_{\ddot{A}}}{m_1 + m_2}$$

$$\ddot{q}_2 \frac{(m_1 + m_2) m_2 h_{C_2} \cos \gamma}{m_1} +$$

$$+ \ddot{q}_3 \left[ J_{O_2} + \frac{(m_2 h_{C_2} \cos \gamma)^2}{m_1} \right] +$$

$$+ \ddot{q}_2 \frac{m_1 + m_2}{m_1} \left( c_{23} + c_{22} \frac{m_2}{m_1} h_{C_2} \cos \gamma \right) +$$

$$\ddot{q}_3 \left[ \begin{array}{l} 2c_{23} \frac{m_2}{m_1} h_{C_2} \cos \gamma + \\ + c_{22} \left( \frac{m_2}{m_1} h_{C_2} \cos \gamma \right)^2 \\ + c_{33} + m_2 g h_{C_2} \sin \gamma \end{array} \right] = F_{\ddot{A}} \frac{m_2}{m_1} h_{C_2} \cos \gamma$$

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Колев П.К., Динамичен анализ на малките собствени трептения на особени механични системи. Механика на машините, №26, 1999г.

2. Колев П.К., Центрови оси на особени мнoзвенни манипулационни системи. Механика на машините, 2002 г.(същия брой).



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ПРИЛОЖЕНИЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКОТО МОДЕЛИРАНЕ В ТРАНСПОРТА

Драго Михалев

#### АНОТАЦИЯ

*Разглеждат се основни понятия и задачи от Теорията за приближаване на функции (Теорията на апроксимациите). Даден е исторически пример, свързан с транспорта от който възниква и се развива дял от Теорията на апроксимациите. Посочени са необходими изисквания, които трябва да знае инженер-експериментаторът за коректното решаване на приложната.*

**Ключови думи:** приложение, метрика, транспорт, приближение, Чебишов, полином, Хаусдорфово, апроксимации

#### ВЪВЕДЕНИЕ

На много експериментатори и инженери се налага да изчисляват стойностите на различни функции или да приближават неизвестни функции чрез получени вече стойности с по-прости функции или техни комбинации. Нерядко поради недоброто познаване на апарата за приближение или метриката решенията са некоректни, трудоемки или средствата са неефективни. В статията ще се опитаме да изложим основни задачи, които се решават в Теорията на апроксимациите (ТА) както и метриките които се използват при различните случаи. Ще се опитаме да опишем и основния апарат, използващ се за приближаване на функции. Ще обосновем основните изисквания, които инженерите трябва да знаят, за да се постави коректно пред апроксиматора приложната задача.

Трябва да отбележим, че комуникацията между тях е необходима за правилното описване и решаване на математическия модел.

#### 1. ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ И ИСТОРИЧЕСКИ БЕЛЕЖКИ

Една от основните задачи в ТА е задачата за замяна на сложни и трудно изчислими функции с близки до тях по-прости функции, чието изчисление леко се реализира например на компютър.

Важен е въпросът за близост между две функции, който се отчита и при избора на различни метрики, използвани в ТА.

Равномерно разстояние. Използва се между непрекъснати в интервал  $[a, b]$  функции  $f$  и  $g$  и се задава като:

$$r(f, g) = \max_{a \leq x \leq b} |f(x) - g(x)|.$$

За функции, зададени в краен брой точки  $a \leq x_0 < x_1 \dots < x_m \leq b$  дискретният аналог е:

$$r(f, g) = \max_{0 \leq i \leq m} |f(x_i) - g(x_i)|.$$

Средноквадратично разстояние. Носи вероятностен характер и близостта при него се гарантира навсякъде с изключение евентуално върху много малки интервали, където функциите могат да се различават много. Използва се при заглаждане и при наличието на силен шум (неизвестност, изкривеност) на функцията в много малък участък. То се дефинира:

$$r_1(f, g) = \left\{ \int_a^b |f(x) - g(x)|^2 dx \right\}^{1/2}.$$

Дискретният аналог е:

$$r_1(f, g) = \left( \sum_{i=0}^m |f(x_i) - g(x_i)|^2 \right)^{1/2}.$$

Хаусдорфово разстояние. Това разстояние и приближаването относно него на функции полага началото си от работите на Сендов [3] и се развива преимуществено от българските математици. Известни са много работи по тази материя включително и на автора на тази статия напр. [1] и [2]. То отразява истинската за окото близост между функции и точкови обекти в равнината и пространството и е особено полезно при стръмни функции или когато те правят скок. Хаусдорфовото разстояние с параметър  $\alpha$  при  $\alpha \rightarrow 0$  ни дава равномерното разстояние. Дефиницията на Хаусдорфово разстояние с параметър  $\alpha$  в интервала  $D$  е:

$$Hr(\Delta, \alpha, f, g) = \max \{ Hr_1(\alpha, f, g), Hr_1(\alpha, g, f) \};$$

където

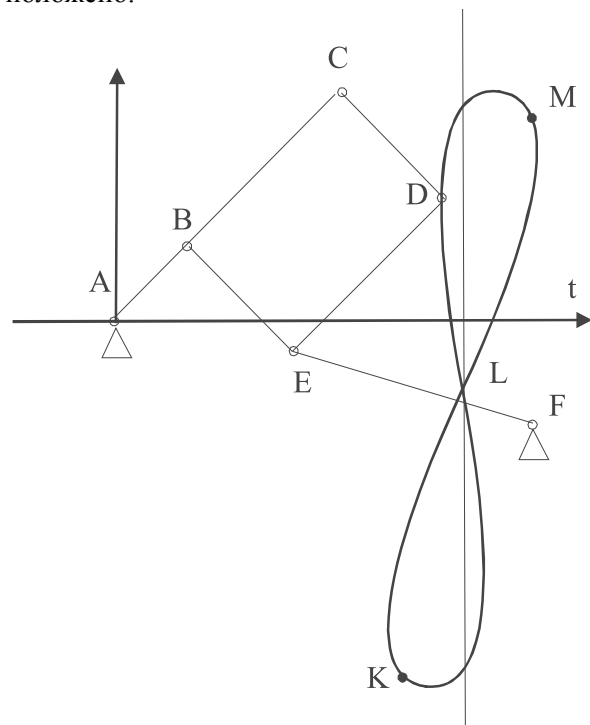
$$Hr_1(\alpha, f, g) = \sup_{x \in \Delta} \inf_{y \in \Delta} \{ \rho(f, g; x, y) \}$$

$$\text{и } \rho(f, g; x, y) = \max \left[ \frac{|x - y|}{\alpha}, |f(x) - g(y)| \right].$$

Когато функциите имат скок се вземат техните допълнени графики  $F$  и  $G$ , които са интервални функции, имащи стойност в точките на скок интервал, съдържащ всички стойности на граници на редици от функционални стойности когато съответната редица от стойности на аргумента клони към тази точка. Напоследък то намира широко приложение и се използва от много апроксиматори.

Не е много известен, дори и на математици-приложници факта, че основната задача за равномерно приближение с полиноми възниква от конкретна практическа задача от ЖП-транспорта. Известно е, че 18 и 19 век бяха вековете на

парната машина, открита от Уат (1784г). Той самият много ценял тъй наречения успоредник на Уат, шарнирен механизъм за превръщане постъпателното движение на буталото във въртеливо и за поддържане движението на буталото близко до праволинейно движение. Руският математик П.Л.Чебишов, основоположник на Теорията за равномерното приближение на функции, се е интересувал от задачи за шарнирни механизми още от ранните си години. Той поставя задачата, която решава, за приближение на движението на буталото и откриване на оптимални параметри, че то да е най-близко до праволинейно след успоредника на Уат. Това е необходимо за да не се износва бързо както буталото, така и тялото (тръбата), където то е разположено.



Тази задача той свежда до определяне на оптимални параметри чрез метода на изключване на повече коефициенти в развития на ред на Тейлор. След близо 100 години по оставените в [6] бележки се възстановява доказателството и се оказва, че наистина определените от него и широко използвани в практиката след това параметри са оптимални и те следват от теоретичния извод.

Но по-важното е, че в тази своя работа той обобщава задачата и поставя основната задача за равномерно приближение.

Задача на Чебишов. За зададена непрекъснатата функция  $f$  в интервала  $[a, b]$  да се намери полином  $P_n^*(x)$  от степен  $n$ , че за всеки поли-

ном  $P_n(x)$  от степен  $n$  да е изпълнено:

$r(f, P_n^*) \leq r(f, P_n)$ . Полиномът  $P_n^*$  се нарича полином на най-добро равномерно приближение (ПНРП).

Чебишов за конкретната функция  $f(x) = x^{n+1}$  е намерил в явен вид ПНРП от  $n$ -та степен. При  $n=4$  случаят е свързан тясно с успоредника на Уат, там свободните параметри са

4. Така откритият полином  $x^{n+1} - P_n^*(x)$  се нарича полином на Чебишов от първи ред и има изключително приложение в ТА за интерполации и за решаване на редица приложни и теоретични задачи.

## 2. ОСНОВНИ ВЪПРОСИ НА ТЕОРИЯТА НА АПРОКСИМАЦИИТЕ.

Основните въпроси пред приближаването относно равномерното разстояние (относно други метрики са аналогични) с алгебрични полиноми са следните:

1. Съществуване на ПНРП ;
2. Единственост на ПНРП ;
3. Характеристични свойства на ПНРП, такива свойства, които го отличават от всички други полиноми от степен  $n$  ;
4. Построение, намиране на ПНРП.

Във връзка с последните две точки възникват още следните въпроси :

5. Намиране на числени методи за построяване на ПНРП.

Тъй като коефициентите на полинома имат физически или технически смисъл, то се поражда още следните проблеми :

6. Непрекъснатата зависимост на ПНРП и коефициентите от началните данни, т.е. въпроса за устойчивост или при малки изменения на функцията малко да се изменя и полинома и неговите коефициенти;
7. Оценка на грешката на метода;

$$E_n(f) = r(f, P_n).$$

Забележка. Ще отбележим, че относно другите метрики се решават аналогични задачи и се търси полином на най-добро приближение (ПНП) относно съответното разстояние. В общия случай полиномите на най-добро приближение относно различните метрики са различни.

## 3. ИЗБОР НА АПАРАТ (КЛАС ОТ ФУНКЦИИ) С КОЙТО СЕ

## ПРИБЛИЖАВА. ОСНОВНИ ЗАДАЧИ.

Много важен се оказва апаратът с който се приближава и за него трябва да са изпълнени следните изисквания :

1. да се изчислява лесно, например с компютър;
2. да се гарантира необходимата точност.

Най-често се използват следните класове с които се приближава.

1. Алгебрични полиноми  $P_n(x)$  и те се използват за приближаване най-често на непрекъснати функции.

$$2. \text{ Рационални функции } R_{m,k}(x) = \frac{P_m(x)}{Q_k(x)},$$

където  $P_m(x)$  и  $Q_k(x)$  са полиноми. С този апарат по-лесно се достига нужната точност без да се увеличава прекалено степента на полиномите.

3. Цели функции от експоненциален тип

$E_n = \sum_{i=1}^n c_i e^{\alpha_i x}$ . Възможни са два случая  $\alpha_i$  да са фиксирани или не. При втория случай не винаги съществува и е единствено най-доброто приближение. Този апарат се използва много в рентгеноскопията.

4. Приближение с тригонометрични полиноми

$$T_n(x) = a_0 + \sum_{k=1}^n (a_k \cos kx + b_k \sin kx).$$

Използва се при приближаване на периодични функции.

5. Приближаване със сплайни  $S_{l,k}(x)$ , те са от степен  $k$  и с гладкост  $l$ . Приближението с частично-полиномиални функции или сплайни намира широко приложение в последните години. Интервала се разделя на подинтервали и във всеки от тях функцията с която приближаваме е полином от степен  $k$ . Понякога се изисква свързването между тях в краищата на подинтервалите да е с гладкост  $l$ , където  $l \leq k$ .

6. Ред на Фурие или преобразуване на Фурие.

Напоследък доста модерно е приближаването с вълни (уейвли).

7. Приближаване с вълни и техни комбинации. Това са функции, които са гладки и се отличават от нулата съществено в малък интервал.

Използват се още суперпозиции от известни

и лесно изчислими функции и посочените вече по-горе класове, напр.  $\ln P_n(x)$ ,  $\arctg r_{m,k}(x)$  и др.

За многомерно приближение се използват аналогични класове с които да приближаваме. Ще отбележим, че там е необходимо да се приближи подходящо и областта, където е дефинирана приближаваната функция. Например за изчисляването на различни конструкции и в машиностроенето често се използва Метода на крайните елементи (МКЕ), който се прилага за решаване на задачи, които се свеждат до решаване на частни диференциални уравнения. Широко приложение при конструкторите и в компютърната графика намират полиномите (кривите) на Безе, те са внедрени вече в много приложни компютърни пакети. Те се прилагат и за оглеждане на различни конструкции преди тяхното реално осъществяване, за да се сметнат различните параметри и да се оптимизират.

Важна задача, която се решава в съобщенията пък е например задачата за възстановяване на функция по данни за нея в краен брой точки, измервания или показания. Например възстановяване на сигнал по първите  $n$  коефициента в развитието на функцията в ред на Фурие или възстановяване на функция по стойността в подходящо избрани възли.

Изборът на тези възли също е много важен и съществен. Такива въпроси се разглеждат в теорията на интерполирането и обратното интерполиране и понякога решението на този въпрос не винаги е единствено.

За решаването на конкретни приложни задачи е много важна интуицията на експериментатора, който в разговор с математика може да подскаже, че някои параметри са несъществени или че функцията слабо корелира с някои от

тях. Прилагайки корелационен анализ, те могат да се отстранят или лесно да се открие вида на влиянието им върху приближаваната функция. Това може да улесни много изработването на адекватен и коректен модел на приложната задача. В заключение ще кажем, че отговорността за направения модел в голяма степен се носи от експериментатора, който трябва да знае целите, които иска да постигне модела му и да обясни на математика съществените наблюдения за да се избере подходяща метрика, апарат и метод за приближение и да се постигне необходимата точност чрез най-икономични средства.

Нужна е комуникация и общуване между експериментатора и апроксиматора дори и преди провеждане на експеримента, за да не се изразходват излишно усилия.

#### ЛИТЕРАТУРА:

[1] Michalev Dr.J., On Hausdorff Approximations by Reciprocals of Polynomials, *Mathematica Balkanica*, vol.7, 1993, p.1-8.

[2] Михалев Др.Й., Хаусдорфово приближение функции алгебраическими многочленами, *Математика и математическо образование*, София, 1989г., с429-433.

[3] Сендов Бл.Хр., Хаусдорфовые приближения, БАН, София, 1979.

[4] Субботин Ю.Н., Численные методы приближения функций и математический эксперимент, *Число и мысль*, вып. 10, Москва, 1987.

[5] Чебышев П.Л., Теория механизмов, известных под названием параллелограммов, *Полн. собр. соч.*, т.2, Москва, 1947.

[6] Чебышев П.Л., О некотором видоизмененном колечатом паралелограмме Уатта., *Полн. собр. соч.*, т.4, Москва, 1947.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### МАТЕМАТИЧЕСКИ МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ЦЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧРЕЗ ПАЗАРНИ СРАВНЕНИЯ

Драго Михалев

#### АНОТАЦИЯ

*В статията е описан метода на пазарните сравнения (пазарните аналози) за оценка на цели предприятия. Дадени са примери за приложението му. Предложени са математически средства за неговото подобрене.*

**Ключови думи:** икономика, оценка, предприятия, многофакторен, анализ, приближение, метод на най-малки квадрати, регресия, корелация.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Описан е методът на пазарните сравнения за оценка на цели предприятия (МПСО). Този метод е един от трите широко използвани метода за оценка на предприятия, които са признати от Агенцията по Приватизация (АП). Той се прилага предимно за получаване на начална оценка и най-често при оценка на земи, сгради, машини, съоръжения, инвентар, и транспортни средства, които имат вторичен пазар и от които могат да се определят подходящи аналози. Описание на различните методи може да се намери например в [1], [2] и [3].

Статията е разделена на три части: в първата е описан кратко методът; във втората са дадени примери, показващи начина на приложението му, дават се и основни определения на по-важните икономически показатели и отношения, както и кратките им означения, които се използват и в статията и трета-основна част на статията. В нея се дават бележки по метода и се представя математически апарат, чрез който се подобрява и обобщава методът. Посочени са възможности за подобряване още на метода. За това помагат математическите познания на автора, както и притежаваният от него лиценз за оценител на цели предприятия от АП.

#### 1. ОПИСАНИЕ НА МПСО. ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ.

Целта на всички методи за оценка е да се получи справедлива пазарна стойност (Fair Market Value) за оценяваното предприятие. МПСО използва еталонни предприятия с които се сравнява оценяваното предприятие.

**Еталонното предприятие** трябва да отговаря на следните условия:

-акциите му се търгуват на фондовата борса или то е било обект на покупко-продажба в непосредствена близост до датата на оценката;

-характеристиките му като обект за инвестиции (т.е. за покупката му) са подобни с тези на оценяваното предприятие.

**Пазарен множител (ПМ)** е отношение на цената на еталонното предприятие, реализирана на пазара, към определен икономически показател. Най-често използвани множители са:

Цена/Печалба (Price/Earnings)

Цена/Печалба преди облагане или  
(Price/Profit before taxes)

Цена/Паричен поток(брутен, чист)  
(Price/Cash Flow)

Цена/Приходи (Price/Sales, Revenues)

Цена/Дивидент (Price/Dividend)

Цена/Собствен капитал (Price/Book Value).

Същността на метода се състои в следното.

Ако е избрано подходящо еталонно предприятие и за него е известен избраният от оценителя ПМ, то стойността на оценяваното предприятие ще се получи от следното съотношение :

$$\frac{\text{Цена}_{\text{еталон}}}{\text{Показател}_{\text{еталон}}} = \text{ПМ} = \frac{\text{Стойност}_{\text{оц. пр.}}}{\text{Показател}_{\text{оц. пр.}}},$$

от тук следва, че

$$\text{Стойност}_{\text{оц. пр.}} = \text{ПМ} \cdot \text{Показател}_{\text{оц. пр.}}$$

**Пример:** Оценява се предприятие с годишна нетна печалба 12млн.лв. Избрано е еталонно предприятие, чийто пазарен множител “Цена/Нетна печалба” е 7.

Стойността на оц. пр. = 12.7 = 84млн.лв.

#### Критерии за избор на подходящ ПМ.

Цена/Печалба

-когато печалбата е голяма в сравнение с амортизацията;

-амортизацията реално отразява физическото износване и обезценяването;

-данъчните ставки са нормални.

Цена/Паричен поток (брутен, чист)

-когато печалбата е малка в сравнение с амортизацията;

-амортизацията отчита ниско физическото, функционално и икономическо износване;

Цена/Печалба преди облагане

-когато печалбата е голяма в сравнение с амортизацията;

-амортизацията реално отразява физическото износване и обезценяването;

Цена/Дивидент

-когато печалбата се разпределя нормално и остават достатъчно средства за текущи операции и растеж.

Цена/Приходи от продажби

-когато предприятието има структура на разходите, аналогична с еталона и сравнима рентабилност на продажбите;

-подходящ за комисионен тип дейности, битови и други услуги, търговски предприятия.

Цена/Собствен капитал

-когато може да се установи реална връзка между чистите активи и икономическия резултат (анализира се нормата на възвращаемост на капитала).

Няма да се спираме подробно на всички стъпки от процедурата по прилагане на МПСО, те са дадени като алгоритъм в [1], стъпките там

са 13 на брой. Ще отбележим само първите две и ще преминем към примери за приложение. И така :

Стъпка1. Получаване на финансови отчети на оценяваното предприятие;

Стъпка2. Избор на еталонни предприятия:

-идентифициране на най-големите конкуренти за еталонни, ако акциите им се котират на борса или са претърпели сливане или продажба;

-идентификация на отрасъла и търсене на допълнителни потенциални еталонни предприятия, включително от списания, брокери и т.н.;

.....

Повече информация читателят може да намери в [1], [2] и [3].

## 2. ПРИМЕРИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА. ОСНОВНИ ОТНОШЕНИЯ.

Ще дадем определение на основни икономически отношения, подредени по критериите, които те характеризират.

#### РЕНТАБИЛНОСТ:

Нетна Печалба/Приходи (НП/П)

Възвращаемост на Капитала (ВК), дефинира се като отношение на Нетната Печалба върху Собствения Капитал;

Възвращаемост на Активите (ВА), дефинира се като отношение на Нетната Печалба върху Активите общо;

#### РЕСУРСНА ЕФЕКТИВНОСТ:

Оборот на Активите =  $\frac{\text{Приходи}}{\text{Активи}}$  (ОА);

Оборот на Запасите =  $\frac{\text{Приходи}}{\text{Запаси}}$  (ОЗ);

Средна Продължителност на Вземанията ;

#### ФИНАНСОВИ ОТНОШЕНИЯ:

Краткосрочна Ликвидност (КЛ), дефинира се като отношение на Краткосрочни активи върху Краткосрочни задължения ;

Бърза Ликвидност (БЛ), дефинира се като сумата на вземанията и финансовите средства, разделени на краткосрочните задължения ;

Дълг/Собствен Капитал (Д/СК);

Коеф. на Покритие на Лихвите (КПЛ).

Ще разгледаме примери за конкретно прилагане на МПСО.



Таблица 1.

Предприятие	Възвр. на Капитал (ВК)	P/BV
А	12%	1.1
Б	13%	3.6
В	14%	2
Г	18%	4.2
Д	20%	4.6

**Пример 1.** Да се определи пазарният множител "P/BV" на фирма "Е", за която е известно, че ВК е 17%. Разполагаме със данните от Таблица 1 за еталонните фирми.

Пазарният множител ще определим по метода на най-малките квадрати чрез линейна регресия:

Таблица 2.

X=ВК	Y=P/BV	X <sup>2</sup>	XY
12	1,1	144	13,2
13	3,6	169	46,8
14	2	196	28
18	4,2	324	75,6
20	4,6	400	92
Σ=77	Σ=15,5	Σ=1233	Σ=255,6

Известно е, че методът на линейната регресия се свежда до решаване на системата:

$$\begin{cases} b n + a \sum X_i = \sum Y_i \\ b \sum X_i + a \sum X_i^2 = \sum Y_i X_i \end{cases}$$

тогава за коефициентите получаваме:

$$a = \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \text{ и}$$

$$b = \frac{(\sum Y_i) \sum X_i^2 - (\sum X_i Y_i) \cdot (\sum X_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

За коефициентите на линейното регресионно уравнение  $Y=a.X+b$  в конкретния случай получаваме:

$$a = \frac{5.255,6 - 77. 15,5}{5.1233 - 77^2} = 0,358;$$

$$b = \frac{15,5 - 0,358 \cdot 77}{5} = -2,41. \text{ Тогава имаме:}$$

$$P/BV = -2,41 + 0,358 \cdot ВК = -2,41 + 0,358 \cdot 17 = 3,7.$$

**Пример 2.** Оценява се предприятието "А", чрез две еталонни предприятия "Е1" и "Е2". Икономическите им характеристики са зададени чрез Таблица 3.

В последните три реда на дадената по-долу Таблица 3 са дадени няколко пазарни множители, изчислени за "Е1" и за "Е2", по различни икономически показатели. В останалите части са посочени по критерии основните икономически отношения. Цената на "Е1" е P1=96млн. лв., а на "Е2" е P2=72млн.лв.

За оценяваното предприятие "А" ни е известно още следното, че "А" има годишни приходи в размер общо на стойност от 150 милиона лева, както и собствен капитал изчислен общо

	E1	E2	A
НП/П	1.8%	3.9%	-1%
ВК	10.8%	10.9%	-1.7%
ВА	1.9%	5.7%	-1.1%
ОА	1.1	1.5	1.1
ОЗ	5.2	2.9	3.1
СПВ	67.2	60.3	12
КЛ	2.0	1.7	1.2
БЛ	1.1	0.7	0.3
Д/СК	1.4	0.1	0.1
КПЛ	2.4	5.5	1.4
P/S	0.5	0.6	
P/BV	3.2	1.6	
P/E	27.7	15.4	

на стойност 46 милиона лева.

Таблица 3.

От сравненията между основните фактори, влияещи върху цената се вижда кои от тях са по-добри, кои са по-лоши и кои сравними с тези на предприятията-еталони. Тъй като фирма "А" е работила на загуба в последните години, то пазарният множител "P/E" не може да се използва. Пазарният множител "P/S" за фирмите аналози е 0,5 и 0,6. Поради по-слабите показатели на "А", пазарният множител за него може да се вземе около 0,45. Поради същите причини, пазарният множител "P/BV" за оценяваното предприятие може да се избере със стойност около 1,5.

Тъй като “А” има годишни приходи от 150млн.лв. и собствен капитал 46млн.лв., то стойността му е:

а) чрез “P/S”  $150 : 0,45 = 67,5$ млн.лв.;

б) чрез “P/BV”  $46 \cdot 1,5 = 69$ млн.лв.

Ако няма други съображения то справедливата пазарна стойност FMV по метода на пазарните аналози може да се вземе като средноаритметична стойност между двете оценки, т.е. около 68млн.лв.

Приведените два примера и решенията им са взети почти дословно от [1].

### 3. БЕЛЕЖКИ ПО МПСО И МАТЕМАТИЧЕСКИ СРЕДСТВА ЗА ПОДОБРЯВАНЕТО МУ.

Бележка 1. За получаване на справедлива пазарна стойност FMV е необходимо получената оценка по МПСО да се умножи с коефициент за риск  $\gamma$ , който зависи от различния риск при оценяването и еталонно предприятие. Чрез него предприятията се привеждат към идеални (близки до безрискови) условия. След получаване на стойността  $P_0$ , то за получаване на FMV имаме  $FMV = \gamma \cdot P_0$ .

Коефициентът на риска зависи от страната, в която се намира предприятието, например от нивото на което се купуват дълговете й на международните пазари (борси), усреднени в един период от две-три години. Това се прави, за да не зависи от някои непазарни моменти, напр. предварителна информация по намерения за валутни операции на правителство или мениджъри на предприятия, които изменят нивото на дълговите инструменти. Това показва колко важно за страната и предприятията в нея е да има стабилност и сигурни пазарни отношения, което намалява риска. За продажба на по-малки предприятия и обекти, рискът зависи от други фактори. Такива са районът, където се намират те, дали са близо до населено място, има ли електрификация и др. По принцип еталонните предприятия се считат за приведени към безрискови условия.

Бележка 2. Ако разгледаме отново пазарните множители  $m_i = \frac{P_E}{x_{i,E}}$ , където:

$P_E$  е цената на фирмата-еталон, а

$x_{i,E}$  е стойността на  $i$ -тия му показател.

Очевидно за стойността на оценяваното

предприятие се търси приближение с полином от първа степен от вида  $P = m \cdot x$ , относно само един показател. Ясно е, че цената почти винаги зависи и трябва да се приближава чрез полином, който зависи от два и повече икономически параметъра, например  $k$  на брой. Значи трябва да търсим за приближение на  $P_0$ , стойността на оценяваната фирма, полином  $P$  от вида:

$$P = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k$$

За целта трябва да имаме повече наблюдения (предприятия еталони), напр.  $n$ . След това ще използваме многофакторен анализ и по-точно множествен регресионен анализ (модификация на метода на най-малките квадрати).

Преди да приведем описание на споменатия математически апарат за приближение ще отбележим, че понякога е възможно да се използват и точни методи вместо приближени. Ще илюстрираме това на основата на вече разглеждания Пример 2. със съответната Таблица 3. Там се използват два еталона и оценката се получава като средно между оценки получени чрез два пазарни множителя (показателя). Важно в случая е, че броя на еталоните е равен на икономическите показатели, които се използват в оценката.

**Пример 3.** При данните от Пример 2, дадени основно в Таблица 3, там се използваха пазарни множители, основани на приходи и на собствен капитал. Нека ги означим за краткост съответно с  $x_1$  и  $x_2$ . Ще търсим стойността (цената) на предприятието като тяхна линейна комбинация  $P_0 = a \cdot x_1 + b \cdot x_2$ , т.е. ще търсим коефициентите  $a$  и  $b$  в нея. Те трябва да са такива, че при заместване на  $x_1$  и  $x_2$  със стойностите им, известни за фирмите “Е1” и “Е2” да се получават известните за тях цени, съответно  $P_1$  и  $P_2$ . И така при конкретните данни имаме:

$$\begin{cases} 96 = 192 \cdot a + 30,0 \cdot b \\ 72 = 120 \cdot a + 37,5 \cdot b \end{cases}$$

Разделяме всяко от уравненията на десните страни и получаваме:

$$\begin{cases} 1 = \frac{a}{m_{E1,1}} + \frac{b}{m_{E2,2}} \\ 1 = \frac{a}{m_{E2,1}} + \frac{b}{m_{E2,2}} \end{cases}$$

където  $m_{Ei,j}$  е пазарният множител относно  $j$ -тия показател на фирмата  $Ei$ . В конкретния случай имаме:

$$\begin{cases} 1 = 2a + \frac{10b}{32} \\ 1 = \frac{10a}{6} + \frac{10b}{16} \end{cases}$$

Решаваме системата и получаваме, че  $a = \frac{3}{7}$

и  $b = \frac{16}{35}$ . Тогава за стойността (цената)  $P_0$  имаме

$$P_0 = \frac{3}{7} \cdot 150 + \frac{16}{35} \cdot 46 = 85.3 \text{ млн. лв.}$$

За да получим справедлива пазарна цена, то трябва да отчетем, че оценяваното предприятие е на загуба и показателят му възвращаемост на капитала (ВК) е отрицателен, докато за еталонните фирми той е положителен и е на едно и също ниво. Имаме  $ВК_{E1} = 10.7$  и  $ВК_{E2} = 10.8$ , докато  $ВК_A = -1.7$ . Тази разлика трябва да се компенсира, дори с повече, заради средствата необходими за нейното заличаване. Обикновено трябва да се вземе най-малкото цяло число по-голямо от разликата. В случая имаме за компенсацията:

$$K = [\max(ВК_{E1}, ВК_{E2}) - ВК_A] + 1 = ]0.8 + 1.7[ = 13.$$

Цената трябва да бъде намалена с толкова процента или имаме:

$$FP_0 = 0,87 P_0 = 0,87 \cdot 85,3 = 74,2 \text{ млн. лв.}$$

Виждаме, че тази цена е по-голяма от получената в Пример 2. Това става въпреки, че цената се коригира с 13% (може би за някои това са "прословутите 10%"). Ще отбележим, че тази корекция е необходима, защото иначе в процеса на преговорите купувачът ще предяви (понякога и не без основания) и по-големи претенции.

Сега да се върнем към математическата постановка на задачата от многофакторния анализ и по-точно от линейния множествен регресионен анализ. И така търсим полином от първа степен по факторите

$$PP = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k,$$

който да приближава функцията  $y$  по  $n$  измервания на нейната стойност, получени при съответни стойности от тези измервания на промен-

ливите  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . Ще използваме следните означения:

$y_j$ -стойността на  $y$  при  $j$ -тото измерване,

$x_{ji}$ -стойността на  $x_i$  при  $j$ -тото измерване.

Ще търсим коефициентите да са такива, че отклонението да е минимално или иначе казано, да се минимизира израза:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - PP_i)^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (b_0 + b_1x_{i1} + \dots + b_kx_{ik})]^2,$$

където  $PP_i$  е стойността на полинома  $PP$  при стойности на променливите от  $i$ -тото измерване. След пресмятане на частните производни по всички коефициенти  $b_j$   $j = 0, 1, 2, \dots, k$  и приравняването им на нула се стига до системата:

$$\begin{aligned} nb_0 + b_1 \sum x_{i1} + \dots + b_k \sum x_{ik} &= \sum y_i \\ b_0 \sum x_{i1} + b_1 \sum x_{i1}^2 + \dots + b_k \sum x_{i1}x_{ik} &= \sum y_i x_{i1} \\ \dots & \dots \\ b_0 \sum x_{ik} + b_1 \sum x_{i1}x_{ik} + \dots + b_k \sum x_{ik}^2 &= \sum y_i x_{ik} \end{aligned}$$

Записана в матричен вид тя има вида:

$$(X^* X)B = X^* Y, \text{ където}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix},$$

а матрицата  $X$  се състои от всички стойности на разглежданите фактори, получени при измерванията (наблюденията):

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} \dots & x_{nk} \end{bmatrix}, \text{ а } Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}.$$

Матрицата  $X^*$  е транспонираната на  $X$  матрица. За решението на системата в матричен вид трябва да я умножим отляво с обратната матрица (ако тя съществува) на квадратната матрица

$(X^* X)$  и имаме:

$$(X^* X)^{-1} (X^* X)B = (X^* X)^{-1} (X^* Y),$$

$(X^* X)^{-1} (X^* Y) = E$ , където  $E$  е единичната матрица. Тогава решението в матрична форма се записва по следния начин:

$$B = (X^* X)^{-1} (X^* Y).$$

Всеки коефициент на полинома на линейната регресия може да се намери по формулата:

$$b_j = \sum_{i=0}^n c_{ij} \sum_{i=1}^n y_i x_{ij},$$

където  $c_{ij}$  елементите на обратната матрица  $(X^* X)^{-1}$ .

Ще отбележим отново, че броят на наблюденията (опитите или измерванията) се предполага, че е по-голям от броя на факторите (променливите). Този метод в теорията на апроксимациите всъщност е метода на най-малките квадрати (дискретно средноквадратично приближение) за решаване на преопределени системи.

В конкретния случай за извършване на оценка на фирма и изчисляване на нейната справедлива пазарна стойност имаме следното. Функцията  $y$  за нас е стойността на фирмите (или обектите), а стойностите  $y_i$  при нас са цените  $P_i$  на предприятията (обектите), взети за еталонни, а по-точно на  $E_i$ . За нас икономическите показатели са  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , а стойностите им например на  $i$ -тия икономически показател в  $j$ -тата фирма е:  $x_{ji}$   $i = 1 \div k$ ;  $j = 1 \div n$ . Ние приближаваме стойността  $P_0$  на оценяваното предприятие по следния начин: след като намерим полинома  $PP$  и заместим променливите  $x_1, x_2, \dots, x_k$  със стойностите им за оценяваното предприятие, то полученото число вземаме за стойност  $P_0$  на оценяваното предприятие

(обект).

Ще отбележим, че така описаният математически метод, обобщава случая, когато се използва един фактор (променлива), както и случая когато броят на променливите е равен на броя на опитите (наблюденията).

Такива бяха случаите, описани и разглеждани в Пример 1 и Пример 3. За по-прецизно пресмятане и предварително или последващо доуточняване, може да се приложат методите от множествения корелационен анализ за изясняване на връзката между различните параметри и вземане на само значимите от тях.

В настоящата статия няма да разглеждаме този въпрос. За повече по тази тематика читателят може да се обърне например към [4].

Ясно е, че близостта за окото между два обекта в равнината или пространството се задава най-добре чрез Хаусдорфово разстояние. За повече информация виж например [5] и [6].

Авторът на тази статия има изследвания и за приложение на Хаусдорфовото разстояние с параметър за оценка на цели предприятия по метода на пазарните сравнения. Там параметърът зависи от степента на риска, в който работят оценяваното предприятие и предприятията, които са взети за еталонни. Тези резултати обаче все още не са публикувани.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Гувески И, Курс за оценители на цели предприятия, София, ЦККДМАС, 1997
2. West T.L., Jones J.D., Handbook of Business Valuation, John Wiley & Sons Inc., 1992
3. Guide to Business Valuations, vol.1, vol.2, Practitioners Publishing Company, Inc., 1991
4. Львовский Е.Н., Статистические методы построения эмпирических формул, Москва, Высшая школа, 1988
5. Михалев Др.Й., Равномерно и Хаусдорфово приближение на функции с полинома на Бернщайн върху многомерен симплекс, Трета научно-техническа сесия на ВВТУ "Т. Каблешков", София, 1992
6. Сендов Бл.Хр., Хасдорфовые приближения, София, БАН, 1979.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### ИЗПОЛЗВАНЕ НА МЕТОДА НА “ГЛОБАЛНАТА СИМУЛАЦИЯ” В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФРЕНСКИ ЕЗИК

Е. Таслакова

#### АНОТАЦИЯ

*Методът на глобалната симулация се използва в обучението по френски език, като чужд .Възможностите, които той дава на преподавателя са в игрова ситуация, максимално близка до реалната , да предизвика активното участие на обучаемите в усвояването на нова лексика по езика чрез цялостно проиграване на реална ситуация в съответната област от икономиката /напр. Организация на производство на дадена стока, маркетингова и рекламна стратегия и конкретните резултати от тях/ .Ролята са разпределени стриктно между обучаемите, като те включват и отговорност за резултатите.Изборът на конкретната ситуация се прави от преподавателя.За целта той трябва да подготви предварително т.н ”.досие”, което се коригира и обогатява в процеса на симулацията от самите обучаеми. Резултатите от прилагане на метода са както по посока на развиване на говорни умения и навици по езика така и по посока на развиване на умения и навици за адекватна реакция и вземане на решения в конкретна работна ситуация.*

#### 1.Какво се крие зад термина “глобална симулация”?

Днес за “глобална симулация” се говори много в областта на методиката на обучение по чужд език.В обучението по френски език като чужд, като втори език, като роден, както и в областта на обучението на възрастни съществуват вече най-различни от тематична гледна точка глобални симулации. Напр. ”Предприятието”, “Жилището”, “Селото”, но така също и “Хотелът”, “Пътешествието”, Болницата”. Тези глобални симулации се прилагат все по-често и то в най-различен педагогически контекст. За тях се пише много като се описват най-вече конкретни резултати и постигнатото от обучаемите. Но какво представлява все пак методът на “глобалната симулация”?

За да се обясни е необходимо да се определят два основни принципа. И така, за да се при-

стъпи към глобална симулация трябва да се създадат

Място и тема:

#### **Фиктивна идентичност**

#### **А/ Създаване на Място и тема:**

Състои се в това да се насочи въображението на група обучаеми върху място, което функционира като среда и като тема. Напр. жилище, село, хотел, завод, международна конференция. Това позволява да бъдат събрани и фокусирани в една точка всички дейности за устно и писмено изразяване, които се извършват при традиционния урок. По този начин те биват координирани помежду си, независимо от това дали става дума за размисли, творчески дебати или просто лексически и граматически упражнения. Целта е те да придобият смисъл и динамика, наречена от Франсис Дебизе “комбинативна динамика и динамика на натрупване” при колек-

тивното изграждане на една Вселена, при което всеки активно участва. Всъщност става дума за разширяване на симулацията, често практикувана от педагозите по различни дисциплини. Тази техника е особено полезна при обучението по живите езици, при което придобиването на комуникативна компетентност по чужд език преминава през наподобяване на комуникативни ситуации. В сравнение с тези прости симулации, като напр. симулиране на разговор, сделка, вземане на решение и дори преговори, **глобалната симулация** си поставя по-амбициозни задачи - а именно да се създаде постепенно с групата или класа едно пространство на тотален разговор, със своите персонажи, среда и като се използват личния и колективен опит на обучаемите, техните контакти и взаимодействия. Това е колективно построяване на един вече преживян свят, на една символика и следователно на една споделена култура, но на чужд език”.

По този начин мястото на глобалната симулация ще бъде не само там където се свързват различните дейности на класа но и там където се срещат опита и културата на отделните индивиди. Това е идеалното място за среща с човека до теб.

Б/Създаване на **Фиктивна идентичност**

Да създадеш **Фиктивна идентичност** означава да поставиш ”в скоби” своята реална идентичност и ”да влезеш в кожата” на персонаж когото ще олицетворяваш т.е.” ще му вдъхнеш душа “.

Следователно глобалната симулация се състои в това” да се престориш”:

- **че живееш на място различно** от училищното пространство и чрез парадоксално движение да излезеш от него чрез силата на въображението и да внесеш в класа избраните място и тема;
- **че си някой друг**, като потърсиш в себе си скритите възможности, които биха ти позволили да създадеш правдоподобен образ и чрез парадоксалното движение между собственото си аз и непознатото в него /това последното е фиктивната идентичност/ да успееш да се изразяваш по-свободно, отколкото ако останеш в тесните рамки на своята истинска идентичност.
- **Другояче казано, глобалната симулация е начин да се пусне действителността във класната стая, тази същата действителност, която много често е**

**оставяна на прага и която присъства ката нереален призрак или най-малкото твърде епизодично и непоследователно по време на дебатите по въпросите на битието.**

## 2. Области на приложение

Глобалната симулация може да се използва предимно в два случая: при езиковото обучение или с цел обучение при междуличностните връзки.

### А Езиково обучение

- **При обучението по френски език като чужд**

Глобалната симулация представлява матрица, която позволява на преподавателя да създаде свой собствен метод. Тя може да се адаптира в зависимост от нивото на обучаемите и на вида обучение - общо или специализирано.

- с начинаещите може да се работи по началните фази на една симулация напр. Измисляне на места и персонажи /това упражнение свързано с първите уроци по методика/;

- при напредналите може да се стигне дори до колективно съчиняване на роман.

Тук трябва да отбележим че някои видове глобални симулации са създадени за специализирано обучение по френски език: ХОТЕЛЪТ-за обучение по френски език за занимаващите се с хотелиерство и туризъм, ПРЕДПРИЯТИЕ-ТО-за деловия френски; МЕЖДУНАРОДНАТА КОНФЕРЕНЦИЯ за френския език като език на дипломатията; БОЛНИЦАТА - за френския език в медицината и т.н.

Те дават възможност да се създаде рамка, посредством която се отива отвъд простата ролева игра и се създават автентични комуникативни ситуации.

- **При обучението по френски език като роден**

Опити са правени в класове с интензивно обучение. Специфичността на някои от упражненията /съчиняване на биографии, описателни фишове, изготвяне на планове и карти/ поставя този начин на обучение на кръстопът между различните дисциплини. Упражненията са характерни за т.н. **активна педагогика**, при която изучаването на средата и активиращите упражнения намират точното си място.

- **Обучение при междуличностните връзки**

Глобалните симулации не се използват само в рамките на обучението по езиците. При обучението на възрастни, те имат за цел да разви-

ват творческите умения, работата в екип и взимането на решения.

За групите в които има обучаеми от различни националности, възможността да изживеят подобен опит заедно допринася за културния обмен между участниците.

### **3. Зараждане на глобалната симулация**

**Идентифицира се с историята на Бюрото за изследвания в областта на лингвистиката BELC.**

#### **1970 - Началото**

Изследванията в тази насока се основават на тезите на известни теоретици на езиковата дидактика по това време / Чомски, Якобсон, Бенвенист/. По същото време BELC се разкъсва от противоречия: от една страна сюрреалистите провъзгласяват пълната свобода като условие за творчество, а от друга се отчита и факта, че правилата и принудата могат да бъдат ценен помощник на въображението.

**Следователно Глобалната симулация не се е зародила случайно - тя се явява пресечна точка на различни идеи и практики.**

Франсис Дебизе, зам. Директор на BELC и един от идеолозите на метода обяснява че той е създаден с цел да се обединят в едно всички творчески практики. През 1973-74 той публикува една след друга три статии, които са програмни за новия метод.

В стотния брой на списанието "Льо Франсе дан льо монд" от 1973, той провъзгласява "Смъртта на учебниците и на методологическата илюзия", констатира провала на всички методи за обучение по френски като чужд език и проповядва използването на симулацията при обучението по езиците.

В следващите 104 и 105 брой /1974 същият автор подчертава, че от комуникативна гледна точка при изучаването на език е съществено да се използват придобитите знания в реални ситуации. Точно както за да се научиш да плуваш трябва да влезеш във водата, така и за да научиш чужд език трябва да влезеш в комуникативна ситуация.

**И така от историческа гледна точка идеята за глобалната симулация се заражда заедно с идеята, че учебниците трябва да изчезнат. Самият термин "Глобална симулация" е предложен от BELC с цел разширяване на комуникативните аспекти при обучението.**

Идеята да бъдат обединени всички изразни дейности на един въображаем остров или жилище си пробива път постепенно по време на летните стажове, организирани от BELC. По

това време там се водят многобройни спорове по въпроса за удоволствието и мотивацията при обучението. Подобни изследвания се правят и в областта на приложната психология. Посредством глобалната симулация в класната стая влиза играта, а това не е без значение в една епоха когато обществото се ориентира към удоволствията, а играта бива реабилитирана като благородна дейност в училище.

**Перспективи на развитие на глобалните симулации**

1. Идеята за **едновременност** на творческия момент и момента на обучение;
2. Необходимостта да бъде създаден метод за обучение на преподавателите по чужд език, при който да се държи сметка не само за езиковите или културни аспекти, но и за етичните и естетически страни на преподавателския труд - а именно възможността преподавателят да се намесва по един отговорен начин при творческия процес.
3. Необходимостта да се създават нови глобални симулации при **обучението по специализиран френски език.**
4. Използването на новите технологии за набирането на информация, полезна за реализация на глобалните симулации напр. CD Rom .
5. Необходимостта да бъде прилаган метода на глобалната симулация и при обучението по други дисциплини. В тази област се правят експерименти за създаване на глобална симулация обединяваща научния и технически аспект - напр. ДРУГАТА ПЛАНЕТА.

В някои отношения Глобалната симулация прилича на компютърна игра - тя позволява на обучаемите да станат активен фактор при придобиването на нови знания.

Опитът показва, че е най-удачно да се проведе интензивно обучение по този метод към края на обучението по езика. По този начин обучаемите ще имат възможност да оценят сами нивото си на компетентност.

Характерно за този метод е, че при него обучаемите извършват учебните дейности не с цел да бъдат оценени, а с цел да участват по-пълно в създаването на една измислена реалност. Така например те пишат текстове не само заради оценката, а за да поддържат фикцията. Текста е санкциониран единствено чрез погледа на групата. Тук трябва да се подчертае важноста на прочитането на глас, тъй като всеки текст е раз-



личен от останалите.

Често може да се установи, че обучаемият е склонен да направи усилие да поправи сам написаното, ако знае, че писмото му ще бъде сложено в плик и изпратено, а после донесено от ”Пощальон” и прочетено пред всички. Този критичен прочит е по-близо до реалната санкция отколкото санкцията-оценка, наложена от преподавателя.

Ето защо може да се каже, че глобалната симулация всъщност е начин учебната дейност да излезе извън училище, което отчасти вече беше постигнато посредством въвеждането на медиите в обучението. Същото важи и за обучението по чужди езици. Това е област, която все повече излиза извън училищните рамки посредством езиковите стажове, пътувания в чужбина, самообучение и др.

В този ред на мисли една специализирана глобална симулация предназначена за транспортни специалисти би била от полза. Транспортът обединява в себе си идеята за мобилност и за комуникация, които са и водещите идеи на ме-

тода, описан по горе. Считаме, че прилагането му /разбира се след внимателна преценка на необходимата предварителна подготовка/ като отделен модул от обучението по френски език във ВТУ би било от полза за активиране на обучаемите с цел усвояване на необходимата лексика и граматика при условията на работа в екип и в неформална атмосфера.

Възможните теми за глобални симулации са напр. ГАРАТА, ТРАНСПОРТНАТА ФИРМА и др. При подготовката им може да се ползва опита на BELC, а резултатите да бъдат споделени на някоя от следващите конференции по въпросите на обучението на транспортни специалисти.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

[1] Francis Yaiche, *Les simulations globales-mode d'emploi*, Hachette- Paris-1996.

[2] Corinne Bombardieri; Philippe Brochar Jean- Baptiste Henri, *L'entreprise-Hachette-Paris 1996*.



## „ТРАНСПОРТ 2002“

### КОМПЮТЕРИЗИРАНА ЛАБОРАТОРИЯ ПО ДИСЦИПЛИНАТА МАШИННИ ЕЛЕМЕНТИ

Иван Коларов

#### АНОТАЦИЯ

*The Computer registration of physical and mechanical quantities gives a lot of possibilities of machine elements and mechanisms research. The advantages of well-organized computer laboratory both technical and methodological, namely: Registration and on-line observation of a number of processes with random speed; replacement of high-cost specialized laboratory equipment; mathematical data processing; solving educational problems by modern technologies; dealing both with machine objects and ICT by oneself.*

**Ключови думи:** професионално обучение, лабораторно оборудване

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Типични физикомеханични параметри за изследване в лабораторията по “Машинни елементи” са величините сила (момент), линейни и ъглови деформация и скорост. Тяхното експериментално определяне дава важна информация за работоспособността, техническото състояние и свойства на машинни елементи и механизми.

Класическото изследване на машинните елементи и механизми се провежда на специално разработени за целта стендове, създаващи условия на работа на обектите, близки до реалните. Едновременно се изследват един, два или повече параметъра. Регистрирането на резултатите се извършва най-често чрез механични, електромеханични, електропневматични устройства и др. За получаване на по-пълна информация за изследваните процеси са произведени

електронни устройства за регистрация на бързи процеси и за математическа обработка на данните. Последните имат висока цена и са специализирани за тесен кръг от операции.

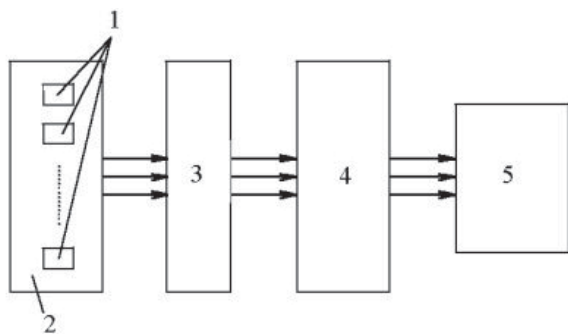
Обучението в лабораторните упражнения по “Машинни елементи” трябва да съчетава класическите модели от общотехническите дисциплини с бързоразвиващата се измервателна техника, включително с приложението на компютърната техника за измерване. В условията на една учебна лаборатория е удачно използването на универсални компютърни устройства и софтуер за регистрация и математическа обработка на електрически величини, получени от стендове по различни теми.

Цел на доклада е да покаже приложението на универсална компютърна система за регистриране и математически анализ на физикомеханични величини в лабораторията по “Машинни елементи” на ВТУ Тодор Каблешков.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

В лабораторията по “Машинни елементи” на ВТУ Тодор Каблешков се изучават широк кръг от теми, обхващащи почти целия набор от машинни елементи и механизми в практиката. Основа на всяко изследване е измерване на характерни параметри за определяне на функционална годност. Често пъти търсените параметри динамично се променят по стойност. Те се определят по теоретичен път чрез утвърдени в механиката модели и експериментално, като се прави оценка на отклонението на резултатите. Това спомага да се създаде убеждение в студентите, че съществуващите от механиката теоретични модели вярно отразяват действителността. Това спомага за цялостно подобряване на инженерно образование. Но за реализиране на тези дейности е необходимо наличието на прецизна измерителна техника, позволяваща достоверното и безинерционно регистриране на бързи на бързи процеси.

За провеждането на лабораторните упражнения по машинни елементи се тества компютърна система, съставена от универсален интерфейс със софтуер и компютър. Системата е интегрирана в съществуващата материална база чрез реализиране на схемата, показана на фиг. 1.



**Фиг. 1.** Схема за измерване на физико-механични параметри; 1 – сензор, 2 – стенд, 3 – усилвател, 4 – универсален интерфейс, 5 – компютър.

Използвани са сензори и предусилватели, зависещи от физическата същност на измерваните. За регистриране на физикомеханическите параметри е използван 8 битов интерфейс и софтуер Niscore (модул от пакет Prolab, предоставен от д-р Славко Коцианчиц от Педагогическия факултет на Университета в Люблина за съвместна работа по проект по SI143008 ComLabSciTech проект) за регистрация и харак-

терни за техниката математически обработки.

За регистриране на стойността  $N$  на един физикомеханичен параметър се въвежда уравнение във вида:

$$N = a + b.V + c.V^2 + d.V^3 + e.V^4 \quad (1)$$

където  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$  са коефициенти,  $V$  – входно напреже в интерфейса. Предвидена е възможност и за индиректно въвеждане на уравнение (1) – чрез задаване на числени стойности на параметрите след измерване на напрежението  $V$  в цифров вид.

Софтуерът е инсталиран в средата на WINDOWS 95/98. Изследванията са проведени за нуждите на упражнения на тема “Критични обороти на прав вал”, “Еластичен съединител”.

## РЕЗУЛТАТИ

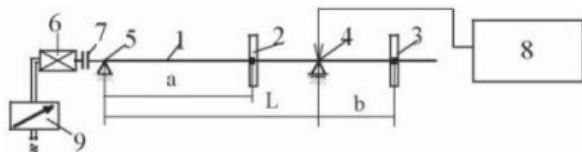
1. Упражнение “Критични обороти на прав вал”

В упражнението теоретично и експериментално се изследва явлението “собствена честота на механизъм”. Явлението се наблюдава при въртене на прав вал с неподвижно закрепени маси (фиг. 2). Критичната ъглова скорост  $\omega_{cr}$  по теоретичен път се определя с уравнението

$$\omega_{cr} = \sqrt{\frac{g}{f_1 + f_2}}, \quad (2)$$

където  $g$  е земното ускорение,  $f_1$  и  $f_2$  – независими деформации на вала под масите 2 и 3 от отделното въздействие на собствените тегла на масите. За измерване на критичната скорост се изследва вибрационното поведение на една от опорите на вала (4 или 5) в процес на плавно изменение на оборотите на вала. При съвпадение на собствената честота на въртящата се система с честотата на въртене на системата (вала със закрепените маси) настъпва явлението “резонанс”. То се характеризира с извънредно големи амплитуди на вибрация на вала, респективно, на опората на вала [1].

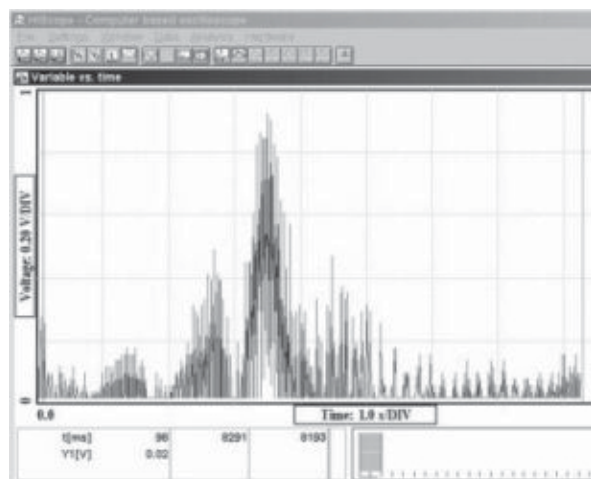
Геометричните параметри на изследвания стенд са  $a = 0.67$  m,  $b = 0.1$  m,  $L = 0.8$  m, а масата на окачените тежести е 7 kg. Диаметърът на вала е 0.02 m. При тези параметри теоретичната ъглова скорост на въртене на вала е в рамките на 250 – 260 rad/s в зависимост от метода за определя-



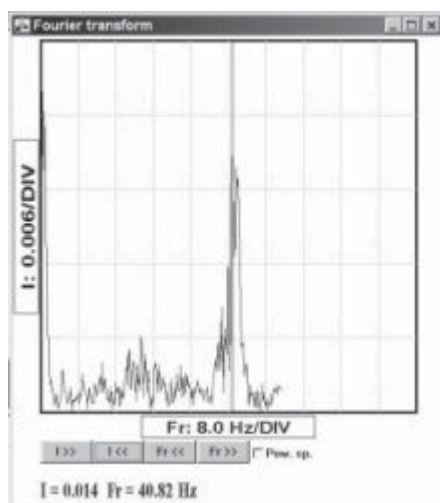
**Фиг. 2.** Схема на стенд “Критични обороти на прав вал”, 1 – вал, 2 и 3 – маси, 4 и 5 – опори, 6 – електродвигател, 7 – съединител, 8 – компютърна система за измерване, 9 – устройство за плавно изменение на оборотите.

не на деформациите.

За регистрация на преместването в опората е използван пиезокристален виброакустически сензор и специализиран усилвател. Сензорът е



**а**



**б**

**Фиг. 3.** Експериментални резултати, получени при изследване на критична ъглова скорост; а – регистриран сигнал, б – резултати, получени след анализ по Фурие

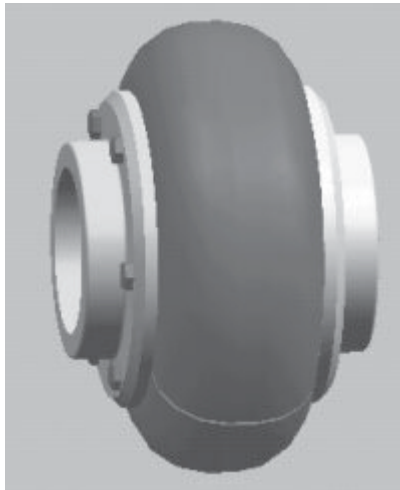
закрепен посредством магнит към опората. Измерва се вибропреместването в опората при плавно изменение на ъгловата скорост на вала в диапазона 0 – 300 rad/s. За усилване на сигнала от датчикът е използвано линейно стъпало от виброапаратура “Роботрон”, така че големината на регистрираното преместване  $S$  е пропорционално на напрежението  $V$  ( $S = a \cdot V$  mm). Типични резултати за преместването в опората 4 (фиг. 2) са показани на фиг. 3 а. Изменението на оборотите води до регистриране на виброускорение с различна амплитуда и честота. Основната честота на вибропреместването е равна на честотата на въртене на вала, а максималната амплитуда се регистрира при критична честота на въртене [2]. Ясно се забелязва характерен максимум на регистрираното напрежение, респективно, на преместването в опората, което показва, че в този момент валът се е движел с критични обороти.

Точната стойност на критичната ъглова скорост се определя след математически анализ на данните по Фурие (фиг. 3 б). След провеждане на анализа се забелязва ясно изразен максимум на амплитудата при честота 40.87 Hz, по което може да се съди, че тя се причинява от вибрации във вала в резултат на явлението “резонанс”. Определената по експериментален път критична ъглова скорост  $\omega_{cr}$  се определя от зависимостта  $\omega_{cr} = 2 \cdot p \cdot n$ . Получена е стойността 256.79 s<sup>-1</sup>. Относителната разлика между теоретичната и експерименталната стойности е в рамките на 5 %.

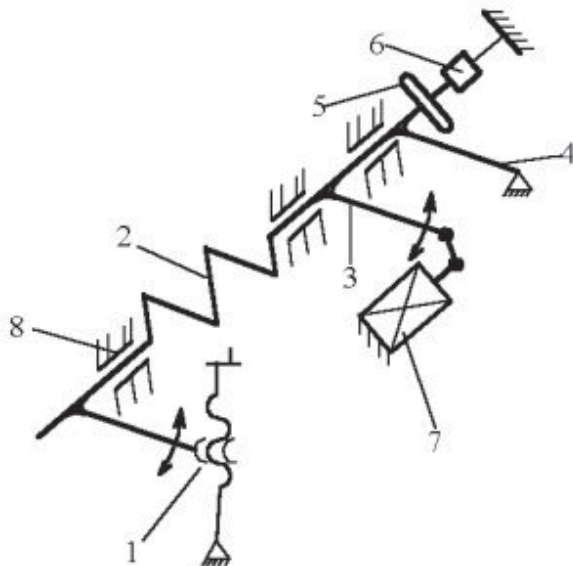
## 2. Упражнение “Еластичен съединител”

Основна функция на еластичния съединител е да намалява (да демпфира) динамичните натоварвания между свързваните валове. В лабораторните упражнения се изследва съединител тип “Перифлекс” с еластичен елемент от каучук (фиг. 4 а). Каучукът е материал с вътрешно триене при еластично деформиране. Това е причина динамичните натоварвания между свързваните валове да бъдат демпфирани.

Еластичният съединител се натоварва статично и динамично на специален стенд (фиг. 4 б). Действието на стенда е следното: Съединителят (5) се натоварва статично на усукване чрез винтогаечната предавка (1) и пружината (2). Съединителят се натоварва динамично чрез електродвигател и коляномотовилков механизъм (7). Усукващият момент в съединителя се измерва посредством тензометричния вал (6), а ъгловата му деформация – чрез тензометрич-



а



б

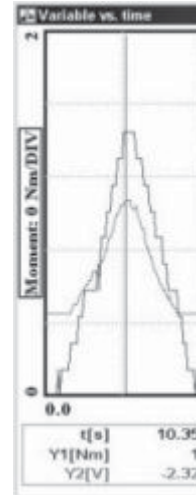
**Фиг. 4.** Изображение на еластичен съединител (а) и на схема на стенд за статично и динамично изследване (б); 1 – винтогаечна предавка, 2 – цилиндрична пружина, 3 – плоска пружина, 4 – тензометрична греда за измерване на ъгъла на усукване, 5 – еластичен съединител, 6 – тензометричен вал за измерване на усукващия момент, 7 – електродвигател с коляномотовилков механизъм, 8 – опори.

на греда (4). Сигнали от тензометричните вал (6) и греда (4) се подават на специализиран усилвател и се регистрират от компютърна система (фиг.1).

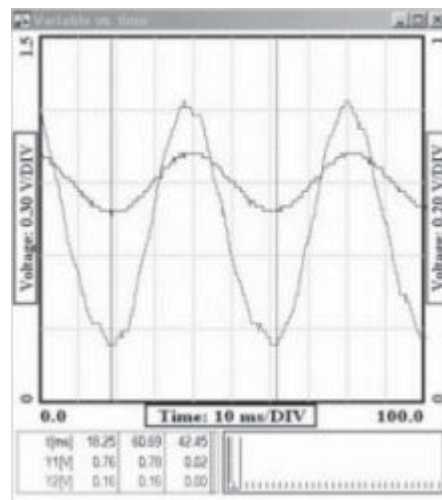
Коефициентът на демпфиране  $\Psi$  на еластичния съединител се определя от [1]:

$$\psi = \frac{A_{\text{damp}}}{A_{\text{poten}}} \quad (3)$$

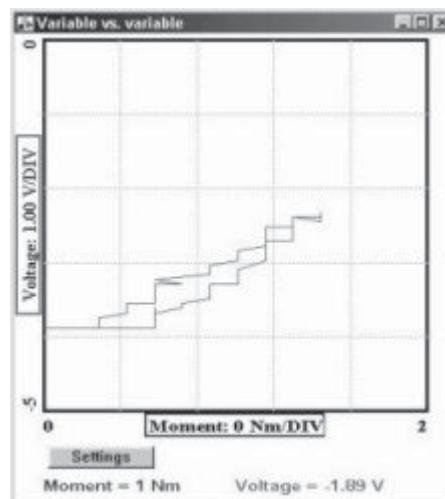
където  $A_{\text{damp}}$  е работата на силите на вътрешно триене в съединителя при деформация на еластичния елемент,  $A_{\text{poten}}$  - механичната работа за деформация на съединителя.



а

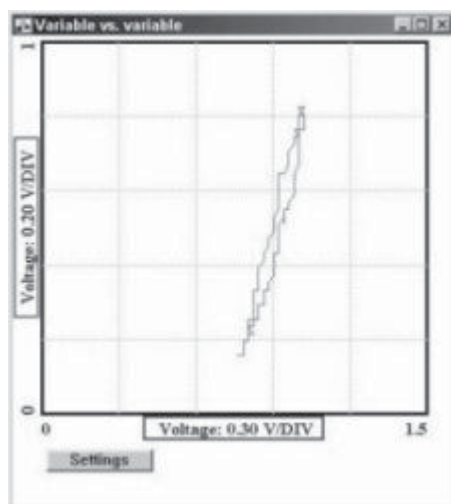


б



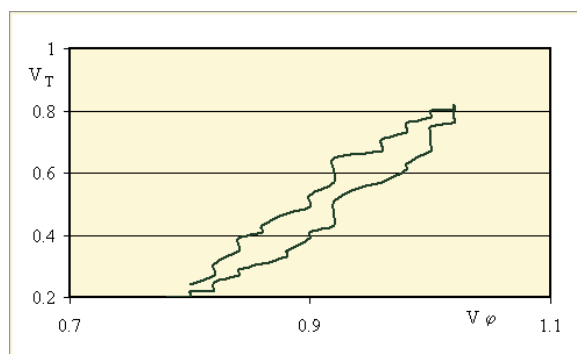
в





г

**Фиг. 5.** Резултати, получени при статично (а) и динамично (б) натоварване на съединителя; (в) и (г) – резултати за демпфиращата способност при статично и динамично натоварване.



**Фиг. 6.** Резултати за зависимостта на момента на усукване ( $V_T$ ) от ъгъла на усукване ( $j_T$ ), получени чрез програма за математическа обработка на данни.

Типични резултати, регистрирани при статично и динамично натоварване на еластичния съединител са показани на фиг. 5 а и б. На базата на тези регистрирани стойности е получена демпфиращата способност при статично и динамично натоварване (фиг. 5 в и г). Динамичното изследване е проведено при стойност на статичния момент 0.8 N.m и амплитуда на динамичния момент 0.32 N.m. Подобни на фиг. 5 (в) и (г) графически изображения са получени след запис на данните в цифров вид и въвеждането

им в специализирана програма за математическа обработка. На фиг. 6 са показани резултати за гасящата способност на еластичния съединител, получени чрез допълнителна програма за математическа обработка на данните. Забелязва се подобие на изобразените чрез двата софтуера зависимости. За коефициента на гасене при статично и динамично изследване на съединителя са получени стойности 0.12 и 0.08.

## ДИСКУСИЯ

На базата на проведеното тестване на компютърната система сензор - усилвател – универсален интерфейс – компютър са получени ценни за обучението по дисциплината “Машинни елементи резултати”. Компютърната система е използвана като осцилоскоп с широки възможности за регулиране на временния интервал за записване на резултатите за регистриране на физико-механични параметри. С помощта на вградените в софтуера Hiscore функции се получават бързо амплитудно-честотен анализ на динамично изменящи се величини. Тази възможност на софтуера го прави приложим при решаване на важни за машиностроенето задачи и да замести високо ценови промишлени електронни специализирани устройства. В софтуера е вградена и функция за автоматизирано изчертаване на двумерни зависимости между експериментално регистрирани параметри. Това позволява след проведените измервания бързо да се визуализират двумерни графики без помощта на допълнителна математическа програма.

След проведените значителен на брой експериментални изследвания се препоръчва въвеждане на компютеризираната система в редовното обучение в лабораторията по “Машинни елементи”.

Работата е извършена по проект SI 143008.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Арнаудов К. Б. и кол. Машинни елементи. С., Техника. 1980, 537 с.
- [2] Минчев Н, В. Григоров н. Вибродиагностика на ротационни и бутални машини. Техника, София, 1988, 279 с.



## “ТРАНСПОРТ 2002”

### КАЧЕСТВЕН КОНТРОЛ И ТЕХНИЧЕСКИ ПРИЕМ НА СПИРАЧНИТЕ ДИСКОВЕ

Владимир Александров 1  
Ранко Раканович 2

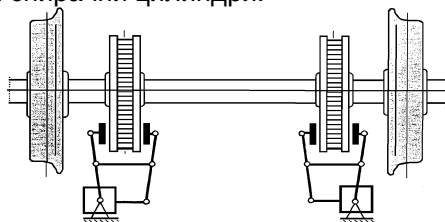
**Резюме:** В работата се говори за методологията и критериите за контрол на качеството и технически прием на спирачните дискове за което, за разлика от осите и колелета на колосите, не съществуват достатъчно национални и международни стандарти.

**Ключови думи:** железница, вагони, дискови спирачки, спирачни дискове, контрол на качество.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

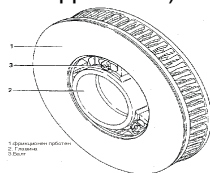
Освен спирачките с калодки една от най-разпространените фрикциони спирачки на вагоните са дисковите спирачки. Числото на спирачните дискове по колоос е от 1 до 4. На пътническите вагони за скорости до 200 km/h се слагат по два спирачни диска по колоос. На товарните вагони за високи скорости ( $v > 160$  km/h), както и на вагоните с голяма товароносимост, а които се намират в пътническите подвижни състави (най-често това са вагони за транспорт на автомобили) се използват по три диска по колоос. На високоскоростните вагони и някои тягови средства ( $v = 200-300$  km/h, и повече) се слагат и по 4 спирачни диска по колоос.

На ЈЗ над 50% от инвентарния парк на пътническите вагони са оборудвани с дискови спирачки, с по два спирачни диска по колоос. На фиг.1 е показан колоос с два спирачни диска, с отделни спирачни цилиндри.



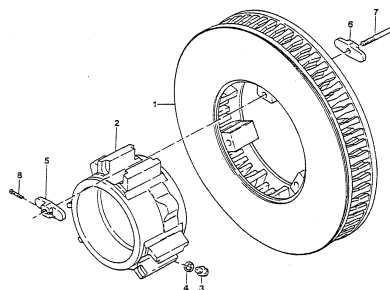
Фиг.1 Колос с два спирачни диска с отделни спирачни цилиндри

На фиг.2 е показан, в перспектива, конструкционния възел на спирачния диск BSI, а на фиг.3 - съставните части на спирачния диск (конкретно, спирачен диск BSI).



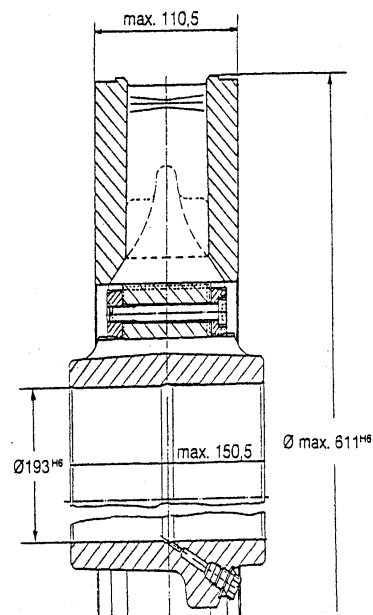
фиг.2 Конструкционен възел на спирачния диск BSI

Н.с.инж Владимир Александров, ЖП "Белград" 1  
Проф. д-р. Ранко Раканович, КУ, Югославия 2



Фиг.3 Съставни елементи на спирачния диск BSI

Названията на съставните части на спирачния диск  $\varnothing 160 \times 110$  mm ( фиг.3) са приведени в табл. 1, а геометрическите му размери - на Фиг.4



Фиг.4 Размери на спирачния диск BSI  $\varnothing 160 \times 110$  mm



Технически данни:	
Маси	
- спирачен диск комплект	сса120 kg
- фриксионен пръстен	сса 90 kg
- главина	сса 23 kg
- осигуряващи елементи	сса 1 kg

Таблица 1

Позиция на фиг.3	Название	Количество (по един диск)
1.	Фрикционен пръстен Ø 610	1
2.	Главина	1
3.	Болт	1
4.	Уплътнител	1
5.	Осигурителна плочка	3
6.	Осигурителна плочка	3
7.	Болт М 10 х 104	3
8.	Осигурител 2,5 х 25 (DIN 94)	3

Контрол на качеството и технически прием (количествен и качествен) на спирачните дискове, без значение дали става дума за нови или ремонтвани, изпълняват контролно - приемни органи (КПО) на железницата (купувача) в цеха на производителя (продавача) или в ремонтния цех.

КПО (приемниците) на купувача са, най-често експерти по тази област на железницата с, необходимо, изкуство на прием на вагонни колооси и тяхните съставни елементи, в.т.ч. и спирачните дискове.

Изработката, приема и контрола на качеството на спирачните дискове се върши строго в съгласие на стандартите на VIC и договорената техническа документация между Купувача и Продавача. Докато техническия прием на основните съставни части на колоосите (осите и колелата) са "покрити" с изобилие на международни и национални стандарти, тоба не може да се каже и за спирачните дискове. Именно това подстрекна автора да, в продължението на работата, напише нещо по конкретно за тази материя за да облекчи работата на КПО и подобри качествения прием на спирачните дискове.

### 1. КАЧЕСТВА НА МАТЕРИАЛИТЕ ЗА ИЗРАБОТКА НА СПИРАЧНИ ДИСКОВЕ

Условият които трябва да изпълнява материала за изработка на спирачните дискове, като съставни части на колоосите, за сега още не са дефинирани с расписанията на UIC, но само с националните стандарти за подходящи материали.

Избора на материалите за изработка на спирачни дискове е обусловен с механичните, топлинните и динамичните напрежения. Най-важни механични характеристики на материала за изработка на спирачните дискове са: якост на опън, относително удължение и жилавост.

От физическите характеристики найважни са: спроводливост на топлината и съдържание на топлината.

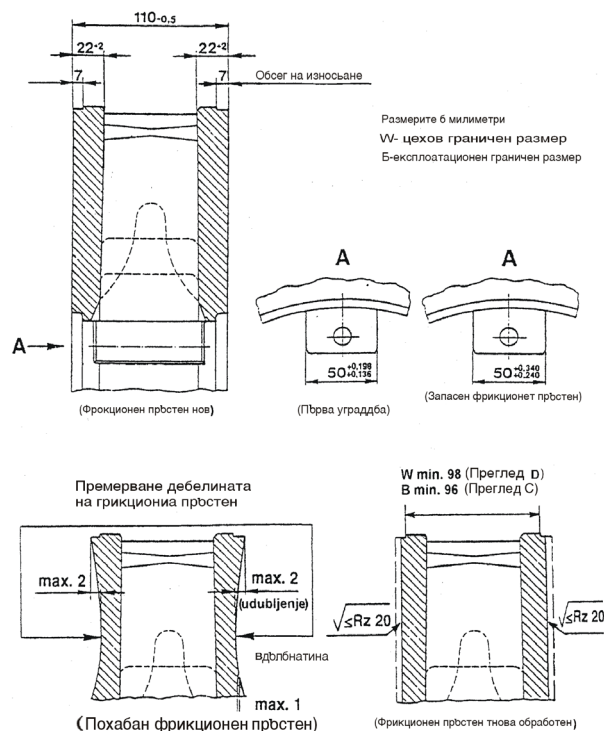
От технологическите характеристики трябва да се напомнят: устойчивост на топлинни удари, износоустойчивост, корелация с фриксионите материали.

Оптималност на напред наведените характеристики се получава, обикновено, с леяна стомана GS- 52 (DIN 1681), т.е. ČL.0501 (JUS Č.J3.018) с якост на опън от 80 daN/mm<sup>2</sup> при температура на фриксионата повърхност на диска от 400<sup>0</sup> C (задоволнително за пътнически вагони за скорости до 200 km/h). За случай на повисоки експлоатационни температури (500 до максимално 700<sup>0</sup>C) използва се специална леяна стомана легирана с молибден и хром, като на пример, GS-26 CrMo4 с якост на опън от 75 daN/mm<sup>2</sup>. Ако пък от спирачния диск се изиква повисока износоустойчивост, препоръчва се перлитно леяно жезло GS-25 (DIN 1691) т.е. SL.26 (JUS DJ2.02).

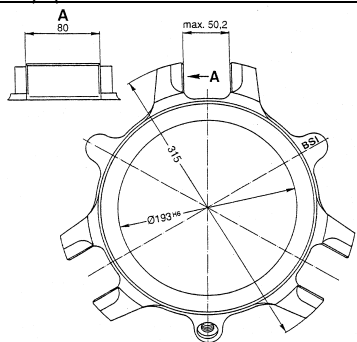
### 2. ОБРАБОТКА И МОНТАЖ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА СПИРАЧНИЯ ДИСК

Главни размери (с допуските) на спирачния диск BSI Ø610h110 mm са назначени на фиг.4.

Граничните цехови и експлоатационни размери на фриксионния пръстен и на главината на диска които се контролират показани са на фиг.5, респективно фиг.6



фиг.5, Гранични размери на фриксионния пръстен на спирачния диск



фиг.6 Гранични размери на главината на спирачния диск

При изработка на нови дискове не са позволени никакви дефекти на елементите на диска, докато при ремонт на диска се толерират някои както що са повърхностни пукнатини от умора и износ на фрикционния пръстен, разбира се в строго определени граници, но това не е предмет на доклада.

Всички повърхности на диска обработени на конечни размери които не се монтират ведната на колоосите, трябва да бъдат антикорозионо защитени

### 3. ПОДГОТОВКА НА СПИРАЧНИТЕ ДИСКОВЕ ПРЕДИ МОНТАЖ НА КОЛОСИТЕ

Спирачни дискове които се монтират на колосите е неопходимо да одговарат на стандартите на материала от който са избратени а размерите му - на чертежа одобрен од железницата. Преди да бъдат вградени в колоса трябва да се извърши подготовка на спирачните дискове. Диаметъра на отвора на главината, параметрите, допуските на параметрите, формата и положенето на детайлите, както и качествота на обработка трябва да са съгласни с чертежа който е одобрен, т.е. заверен од железницата.

Аналогно свързването на колелото с оста, така съществуват и два начина на свързване на диска с оста: студенопресово и горещопресово. Най-масово распространение има студенопресовата цилиндрична зглобка с хидравлични преси с които се върши запресоването на колелата поради, преди всичко, възможността на регистриране на силата на запресоване което е невъзможно при горещопресовото свързване.

При студенопресовото свързване стегнатостта при дадените размери на главината се избира съгласно договора между железницата и производителя на спирачния диск, относно колооса. Стегнатостта неопходима за осъществяване на неопходимата сила на запресоване зависи от: границата на еластичността на материалите на оста и диска, от мазилното средство с което се мажат повърхностите при запресоването, от конструкцията на спирачния диск, от грапавостта на повърхнините на подглавинната част и отвора на главината, от скоростта на запресоването и пр.

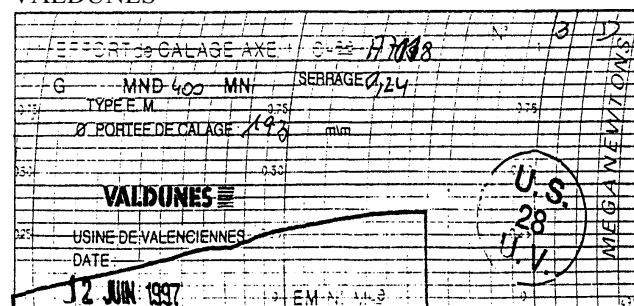
Най-голямата стегнатост може да се определи по формулата

$$C_s \max = \frac{1,5D}{100} + 0,6 [mm],$$

а най-малката:  $C_s \min = \frac{0,9D}{100} [mm]$ , където е

$D [mm]$  – диаметър на подглавинната част на оста

Запресоването на спирачните дискове е напълно индентнично с запресоването на колелата. Поради по-големия диаметър на подглавинната част под диска от подглавинната част под колелото първо се върши запресоване на спирачните дискове, а след това на колелата. И при запресоването на спирачните дискове обвезателно е регистриране на силата на запресоване със заснемане на идикаторни диаграми. На фиг.7 е изобразена една реална диаграма на запресоване на спирачен диск BSI на колоос VALDUNES, заснета в цеха на VALDUNES



Фиг.7 Диаграма на напесоване на спирачния диск на колооса VALDUNES

Силата на запресоване се пресмята по формулата

$F = aD [kN]$ , където е  $a (kN/m)$  – коефициент който зависи от мазилното средство и от конструкцията на диска

$a = 2,3 - 2,8$  – за едноделен спирачен диск и подмачкване с растително масло

$a = 1,8 - 2,5$  – за дводелен спирачен диск и подмачкване с растително масло

$D [mm]$  – диаметър на подглавинната част на оста под диска

Скороостата на запресоването изнася  $10 - 5 \text{ mm/s}$ , непрекъсната.

### 4. МОНТАЖ НА СПИРАЧНИЯ ДИСК НА ОСТА

Преди монтажа на спирачния диск нужно е да се извършат следните подготовки:

- всички дефекти на подглавинната част или на отвора на главината, които могат да се случат при транспорт или невнимателно ръкуване, трябва да бъдат одстранени,

- спирачния диск и оста трябва да са в една и съща простория най-малко 24 часа поради изедначаване на температурите им,

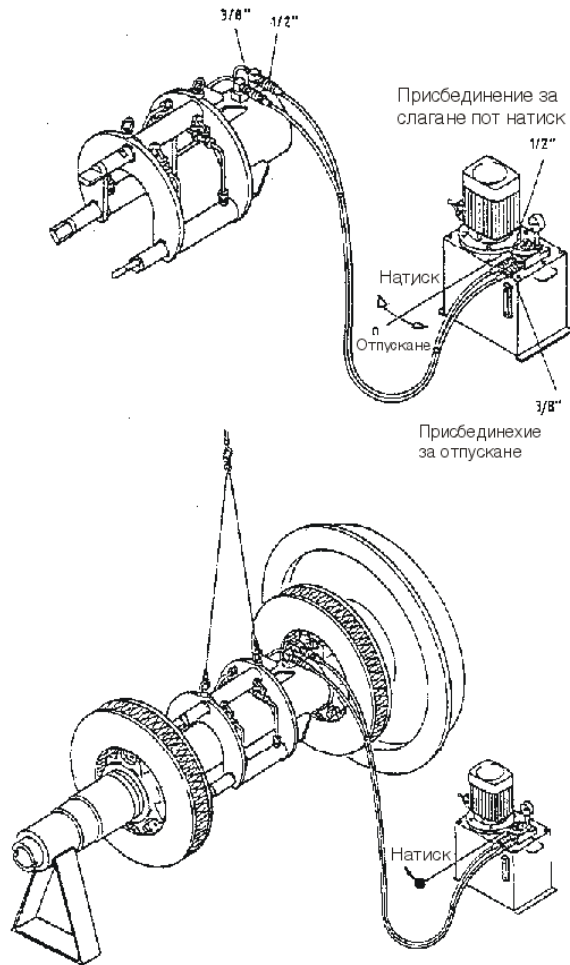
- размерите на поглавинната част и отвора на главината да бъдат проверени чрез измерване, за да се провери да ли са постигнати нужните допуски,

- ако на оста трябва да се монтират повече од два диска трябва да се определи

оптимална комбинация на допуските за да се спречат "лошите" пресови съединения.

Горещопресовата зглобка на спирачните дискове се върши с нагряване на диска в пещ с помощ на инертен газ който се загръва с електрически нагреватели. Диска с така проширен отвор на главината (поради нагряването до  $250^{\circ}\text{C}$ ) свободно се навлича на поглавинната част и пуска да одстои така най-малко 12 часа неопходиммо за истиване на диска с което се получава здраво пресово съединение.

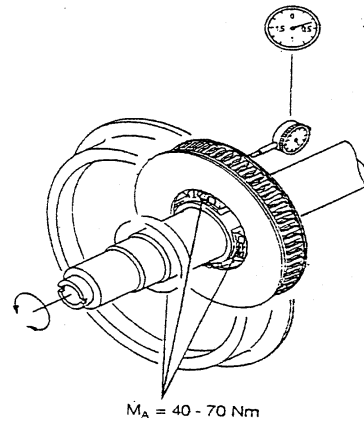
Студенопресовата зглобка на спирачните дискове вече е описана в предварителната точка на труда. Принципиелна схема на уред за "навличене" и свличене" на спирачните пръстени на, относно от главините на дисковете, показана е на фиг.8.



Фиг.8 Принципиелна схема на уред за навличане на спирачните пръстени на главината на дисковете.

Пресата, с която се върши запресоването на спирачните дискове на оста трябва да е оборудвана с манометър и пишещо устройство което чертае в мащаб зависимостта на силата от преместването на главината (индикаторна диаграма).

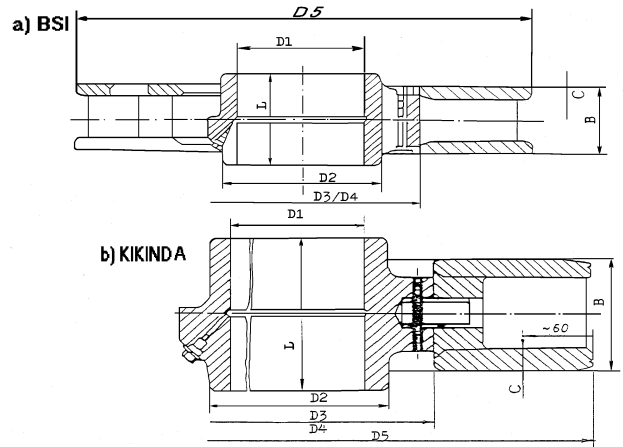
Проверка на отклонението на фрикционната повърхност на спирачния диск от вертикалната равнина и позволения момент на затягане на болтовете за връска на пръстена с



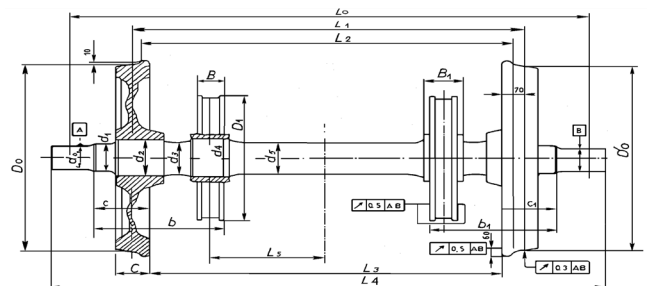
Фиг.9 Проверка на отклоняване на фрикционната повърхност на диска от вертикалната равнина и допустим момент на стягане на болтовете за връска на пръстена с главината на диска

### 5. РАЗМЕРНИ СХЕМИ ЗА ПРИЕМ НА СПИРАЧНИТЕ ДИСКОВЕ

Заради по-лека, оперативна, работа при приема на спирачните дискове, овтора на труда предлага размерна схема за прием на нови (обработени) спирачни дискове BSI, относно КИКИНДА (домашна субституция), показана на фиг.10.



Фиг.10 Размерна схема за спирачен диск



фиг.11 Размерна схема за прием на нови обработени колооси VALDUNES

## ДВАНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

	Производител	1	2	3	.	8	9	10
Номер на спирачкия диск								
Номер на плавката								
D1:	BSI							
	Кикинда							
D2:	BSI							
	Кикинда							
D3:	BSI							
	Кикинда							
D4:	BSI							
	Кикинда							
D5:	BSI							
	Кикинда							
L:	BSI							
	Кикинда							
B:	BSI							
	Кикинда							
C:	BSI							
	Кикинда							
Фабрични размери	Измерени размери при приема							

Ако приема на спирачните дискове се върши на вече коплектувани колооси, трябва да се използва размерната схема показана на фиг.11, направена, също тако от автора на тази работа, конкретно за прием на вагонни колооси VALDUNES. прием

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спирачните дискове които са ползвани до сега и сега още се ползват на ЖЗ са скъпи елементи и купуват се, все още, в чужбуна. Главен лиферант на спирачните дискове за ЖЗ е световно известната фирма БСИ (Бергисхе Стахл Индустрије). Дори преди няколко години назад Югославата фирма "Ливница КИКИНДА" успя да субституира скъпите вносни спирачни дискове.

Докато приема на осите и колелета на вагонните колооси е добре "покрит" с фишите на УИЦ, това не е случай и с приема на спирачните дискове. Всъщност заради това, автора на работата, със завидно изкуство на на приеми на вагонни колооси и тяхните елементи, смята тази работа като свое скромно приложение за работа на КПО ЖЗ за прием на спирачни дискове.

Назив	1	2	3	.	8	9	10
Номер на колооса							
Номер на плавката на оста							
Номер на плавката на колелето	L						
	D						
До: $\varnothing 920+4/0$							
До-До= $0,5\text{mm}+0,068$							
до: $130+0,043+0,174$							
d1: $160+0,134$							
d2: $185+5/6$							
d3: $160+2/0$							
d4: $193+1.5/0$							
d4: $160+2/0$							
D1: $\varnothing 610$							
L0:2000mm							
L1:1500 mm							
L2:max1426							
B:110							
B1:							
c-c1 0,1 mm							
b-b1 1,0 mm							
c:135+-1							
L3:1360+1/0							
L4:2180 +-1							
L5:450 +-0,5							
Фабрични размери	Измерени размери при приема						

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. АЛЕКСАНДРОВ В, Железничка вучена возила "ЖЕЛНИД", Београд, 2000
- [2]. АЛЕКСАНДРОВ В, Одржаване железничких возила "ЖЕЛНИД", Београд, 2000.
- [3]. АЛЕКСАНДРОВ В, Приручник за пријем моноблок точкова и осовинских склопова VALDUNES, ЖТП "Београд", Београд, 1998.
- [4]. АЛЕКСАНДРОВ Топлотни прорачун диска кочница "Железнице" 1994/7-8.
- [5]. ГРУПА АУТОРА, Путничка кола Z-1 кочна техника (упутство за руковање и одржавање), ЖТП "Београд", Београд, 2000.
- [6]. ПРОСПЕКТИ, фирме BSI

### QUALITY CONTROL AND TECHNICAL ACCEPTANCE OF BRAKE DISCS

Vladimir Aleksandrov, B, Sc.Mech Eng., ZTP "Beograd"  
Ranko Rakanović

**Summary:** *The paper is dealing with the methodology and criteria for quality control and technical acceptance of brake discs for which, differently from axes and wheels of axle sets, there are no national and international standards worked out to the sufficient extension.*

**Key terms:** railways, railway coaches, brakes, disk brakes, braking discs, quality control.



## “ТРАНСПОРТ 2002”

### ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА НЕИЗПРАВНОСТИТЕ НА ВАГОНИТЕ ВЪРХУ НЯКОИ ОТ ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ ИМ ПАРАМЕТРИ

Свилен Борисов Генков, Иванчо Георгиев Симеонов\*  
ВТУ “Т. Каблешков” катедра “Транспортна техника”  
e-mail: [sgenkov@vtu.acad.bg](mailto:sgenkov@vtu.acad.bg)

#### АНОТАЦИЯ

*В статията се разглеждат неизправностите, констатирани при жп произшествия с товарни и пътнически вагони. Особено внимание се отделя на експлоатационните параметри, влияещи върху безопасността и комфорта на пътуване, целостта и опазването на товарите. Анализират се конструктивните недостатъци, констатираните неизправности и извършените ремонти на вагоните в БДЖ. Дават се предложения за подобряване на текущото поддържане на вагоните.*

**Ключови думи:** вагон, безопасност, неизправности.

#### ВЪВЕДЕНИЕ

Комфортът на пътниците и безопасността на движение е приоритет на всяка транспортна фирма, в т. ч. и на БДЖ. Според националната програма на транспортното министерство за реструктуриране на железопътния транспорт е необходимо да се обърне специално внимание на основни експлоатационни параметри, влияещи върху безопасността и комфорта на пътуване. Основен критерий за извършване на оценка за безопасност при движението на железопътни возила е влиянието на неизправностите върху някои експлоатационни параметри при движението им.

Известни са методики за установяване на неизправности и прилагане на статистически анализ за вероятност за безотказна работа на транспортна техника (включително железопътна – локомотиви и вагони), но практически приложение за разкриване на закономерностите и евентуално отстраняване на предпоставките за тях досега не е правен.

Неизправностите по вагоните, констатирани в [1] като процентна извадка от общия брой за изследвания период от време 1982-2000 г. се класифицират на три групи, както следва:

- *конструктивни* 10% ;
- *технологични* 25 %;
- *експлоатационни* 65 %.

---

\* Свилен Борисов Генков, гл. ас. инж. ВТУ “Т. Каблешков” катедра “Транспортна техника” София, ул. “Гео Милев” № 158, България, [sgenkov@vtu.acad.bg](mailto:sgenkov@vtu.acad.bg)

Иванчо Георгиев Симеонов, гл. ас. инж. ВТУ “Т. Каблешков” катедра “Транспортна техника” София, ул. “Гео Милев” № 158, България.

*Конструктивните неизправности* според [2] са заложенi по една или друга причина в конструкцията на вагоните. Те оказват съществено влияние върху безопасността и комфорта на пътуване.

Всички съществуващи стари пътнически и товарни вагони в БДЖ, които са в пределните норми за експлоатация отговарят на всички изисквания за времето си, но понастоящем практически не отговарят на съвременните норми за комфорт и опазване на товарите.

За преодоляване на тази тенденция за пътническият вагонен парк могат да се предприемат три начина: закупуване на нови вагони (много скъпа инвестиция, за която БДЖ няма средства), доставка на вагони втора употреба от Германия, произведени в периода 1985-1990 г. (с малки капиталовложения – офертата е приемлива за условията на БДЖ), рециклиране (големи капитални вложения и поради липсата на опит и недостатъчно технологично ниво се получават лоши резултати).

*Технологичните неизправности* са свързани с технологията на вагоностроенето и ремонтните дейности, извършвани в специализираните вагоноремонтни предприятия (заводи, депа, работилници и др.).

Тези неизправности са поради:

- некачествена приемка след ремонт от страна на инспекторите-приемчици на БДЖ (инспектор по технически контрол);
- некачествени материали (използват се наличните независимо от предписаните по нормативни документи, например най-често за подвески и др.);
- ниска квалификация и технологична дисциплина на ремонтните работници;
- употреба на нестандартни детайли и части;
- недостиг на материали и др.

Всичките тези неизправности се натрупват в експлоатация и водят до получаване на нови и то все по-тежки.

*Експлоатационните неизправности* са констатирани от ревизор вагони, вагонни инструктори, инспектори, и други технически лица по време на експлоатация. Те се записват в специална книга, водена във Вагонните участъци и в отчетните документи на Вагонната картотека на БДЖ [3, 4, 5].

Тези неизправности представляват особен интерес, поради значителния брой и разнообразието им според типа и конструктивните особености на вагоните. Те са в резултат на:

- занижена бдителност и слаб технически контрол;
- ниска квалификация и некомпетентност на обслужващия и експлоатационния персонал;
- поради намеса на недобросъвестни пътници;
- недостатъци в информационната система при взаимодействието на отделните служби (ревизори, шлосери, ел. техници и др.);
- кражби;
- неспазване на технологичното време при обработка на влака;
- материално-техническото снабдяване не е на висота – липса на внос и производство, включително по финансови причини и др.

На таблица 1 са дадени констатираните дерайлирования, довели до жп произшествия за периода 14.09.1982 – 31.12.2000 г. съгласно книга обр. Ж-8-3 с оформените протоколи на оперативни съвещания, водени в отдел "Безопасност" на ЖПУ Горна Оряховица. Използваните съкратени означения за жп произшествия са съответно: **К** – катастрофа, **А** – авария и **Б** – брак.

Таблица 1

година	жп произшествия		
	<b>К</b>	<b>А</b>	<b>Б</b>
1982	2	4	41
1983	13	6	158
1984	12	8	70
1985	10	7	87
1986	12	7	112
1987	13	2	84
1988	18	9	95
1989	11	6	71
1990	12	4	81
1991	7	5	40
1992	2	2	33
1993	4	1	27
1994	1	0	21
1995	3	0	19
1996	0	0	24
1997	3	0	15
1998	5	2	14
1999	1	2	207
2000	2	1	174

В таблица 2 са посочени данни от отчета обр. ДОО-5 за изпълнение графика за движение на влаковете и извършената от тях работа, като справка за придвижени влакове в района на ЖПУ Горна Оряховица за отчетния

## ДВАНАДЕСЕТА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

период от време. Използваните съкратени означения са съответно: **БВл** – бързи пътнически влакове, **ОВл** – обикновени пътнически влакове, **ПВл** – общо пътнически влакове, **ТВл** – товарни влакове и **Вл** – общ брой на влаковете.

Анализирайки получените резултати могат да се направят изводи за експлоатационната натовареност на железопътната мрежа в отделните жп участъци и състоянието на железния път и подвижния жп състав (в частност вагоните). Основни причини за дерайлирането са в състоянието на парка и поддържането на изправността му, които спадат към експлоатационните причини и затова са най-голям процент от извадката.

Таблица 2

год.	Видове влакове				
	БВл	ОВл	ПВл	ТВл	Вл
1983	11325	47477	58802	87090	145892
1984	12691	51968	64659	86875	151534
1985	13391	50934	64325	87784	152109
1986	14325	50228	64553	88462	153015
1987	15003	49488	64491	89655	154146
1988	16023	47026	63049	89304	152353
1989	17492	44621	62113	79369	141482
1990	18234	45564	63798	63129	126927
1991	17296	48092	65388	32593	97981
1992	16677	49849	66526	28062	94588
1993	16732	47323	64055	32450	96505
1994	15586	47980	63566	34751	98317
1995	15769	43449	59218	30545	89763
1996	15523	43200	58723	34427	93150

1997	17381	51687	69068	32115	101183
1998	18581	57498	76079	39590	115669
1999	19823	58570	78393	49262	127655
2000	16521	41469	57990	39113	97103
Общо	288373	876423	1164796	1024576	2189372

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемът с анализиране на причините за неизправности е много сериозен и затова представлява естествен интерес не само от експлоатационния и технически персонал на БДЖ, но и от всички лица във вагонното стопанство. Правилното определяне и анализ на причините, водещи до неизправности е важна информация за всички ръководители в БДЖ и е основа за правилно разпределение на ресурсите и финансирането на отделните служби в железопътните предприятия.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Книга за оперативни съвещания обр. Ж-8-3, ЖПУ Горна Оряховица, отдел Безопасност, 1982-2000.
- [2] Конструктивна документация на товарни и пътнически вагони, МТ/БДЖ, С., 2002.
- [3] Отчетни документи на Вагонна картотека, ЦУ, БДЖ, 1982-2002.
- [4] Анализна книга за извадените вагони на Вагонен участък София, 2002.
- [5] Анализна книга за извадените вагони на Вагонен участък Горна Оряховица, 2002.



ВИСШЕ ТРАНСПОРТНО УЧИЛИЩЕ  
„Тодор Каблешков“  
Дванадесета научна конференция с  
международно участие

Формат	8/70/100
Обем	86 п. к.
Тираж	400 бр.