



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**ПІВНІЧНО-СХІДНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Випуск 136

Харків 2013

УДК 656.2.004.18

У збірнику відображені матеріали та наукові розробки вчених і спеціалістів залізничного транспорту, наукових установ і промисловості з вирішення сучасних завдань і проблем організації перевезень та управління на транспорті, рухомого складу і тяги поїздів, транспортного будівництва та залізничної колії, автоматики, телемеханіки та зв'язку.

Збірник призначений для інженерно-технічних працівників, магістрантів, студентів і науковців залізничного транспорту та промисловості.

З електронною версією збірника можна ознайомитися на сайті:
<http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Znpudazt/texts.html>.

ISSN 1994-7852

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 8617 видане 06.04.2004 р. Друкується за рішенням вченої ради академії, протокол № 2 від 26 лютого 2013 р.

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 р.)

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА РАДА

Члени Ради:

д.т.н., професор М.І. Данько	– голова Ради	д.т.н., професор – С.В. Лістровий
д.т.н., професор Д.В. Ломотько	– заступник голови	д.т.н., професор – С.І. Приходько
к.т.н., професор А.О. Каграманян	– заступник голови	д.е.н., професор – Л.О. Позднякова
завідувач НДЧ	– заступник голови	д.т.н., професор – А.А. Пługін
д.т.н., професор – А.Б. Бойнік		д.т.н., професор – Ю.В. Соболев
д.т.н., професор – Т.В. Бутько		д.т.н., професор – Е.Д. Тартаковський
д.е.н., професор – В.Л. Дикань		д.т.н., професор – Л.А. Тимофєєва
д.т.н., професор – С.А. Єроценков		д.т.н., професор – А.П. Фалендиш
д.т.н., професор – Г.І. Загарій		д.т.н., професор – Я.В. Щербак
д.т.н., професор – А.М. Котенко		

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Рухомий склад залізниць

д.т.н., професор Е.Д. Тартаковський – головний редактор
д.т.н., професор А.П. Фалендиш
д.т.н., професор О.Б. Бабанін
д.т.н., професор Я.В. Щербак
д.т.н., професор В.Г. Пузир
д.т.н., професор І.Е. Мартинов
д.т.н., професор Ю.С. Калабухін

Експлуатація залізниць

д.т.н., професор Т.В. Бутько – головний редактор
д.т.н., професор М.М. Бабаєв
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор А.М. Котенко
д.т.н., професор О.Г. Шибаєв
д.т.н., професор В.Я. Негрей
д.т.н., професор В.Н. Бобровський
д.т.н., професор І.В. Жуковицький
д.т.н., професор Є.С. Альошинський

Телекомунікаційні системи та управління ними

д.т.н., професор С.І. Приходько – головний редактор
д.т.н., професор О.А. Серков
д.т.н., професор В.І. Хаханов
д.т.н., професор Г.В. Альошин
д.ф.-м.н., професор М.М. Горобець
д.т.н., професор С.В. Лістровий
д.т.н., професор М.М. Бабаєв
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор С.В. Панченко

Будівельні матеріали та конструкції

д.т.н., професор А.А. Пługін – головний редактор
д.х.н., професор А.М. Пługін
д.т.н., професор В.С. Софронов
д.т.н., професор О.В. Шапка
д.т.н., професор Г.М. Шабанова
к.т.н., професор В.П. Шраменко
к.т.н., доцент Г.Л. Ватуля

Технологія металів та матеріалознавство

д.т.н., професор Л.А. Тимофєєва - головний редактор
д.т.н., професор Є.А. Фролов
д.т.н., професор Е.С. Геворкян
д.т.н., професор В.І. Мороз
д.т.н., професор О.Я. Мовшович
д.т.н., професор С.А. Клименко

За загальною редакцією к.т.н., доцента С.В. Михалківа

ISSN 1994-7852

Зареєстровано 2 червня 2007 р.
у ISSN International Centre 20, Rue
Vachautmont, 75002 PAPIIS, FRANCE

©Українська державна академія
залізничного транспорту, 2013

ЗМІСТ

Експлуатація залізниць

<i>Огар О.М.</i> Розрахунок раціональних конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок на основі системного підходу	7
<i>Кулешов В.В.</i> Аналіз перспектив розвитку сортувальних станцій за кордоном та на залізницях України в умовах реформування транспорту	13
<i>Куценко М.Ю.</i> Дослідження динамічних та енергетичних характеристик полого-східчастого поздовжнього профілю сортувальних гірок	20
<i>Крячко К.В., Шалімова О.М., Кабанець Є.В.</i> Технічне забезпечення необхідної пропускної спроможності внутрішньовузлових ходів	31
<i>Брусенцов В.Г., Ворожбян М.И., Бугайченко И.И., Брусенцов О.В., Аладышева Л.В.</i> Личностные особенности как фактор работоспособности железнодорожных операторов	36

Рухомий склад залізниць

<i>Данько В.М.</i> Шляхи формалізації процесу навчання локомотивних бригад	39
<i>Мороз В.І., Братченко О.В., Бобрицький С.В., Громов В.І.</i> Удосконалення технології проектування тягових зубчатих передач моторвагонного рухомого складу	44
<i>Устенко А.В.</i> Развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта	49
<i>Бабанін О.Б., Коваленко О.С.</i> Організація проведення випробувань силового обладнання тягового рухомого складу з урахуванням ефективного ризику	56
<i>Шелейко Т.В.</i> Дослідження характеристик гальмівних систем з використанням методів математичної статистики	61
<i>Труфанова А.В.</i> До питання визначення надійності буксових вузлів вантажних вагонів	72
<i>Груник І.С.</i> Розрахунок подачі осьової оливи в моторно-осьовий підшипник локомотива з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях тертя	77
<i>Жалкін Д.С.</i> Прогнозування показників використання локомотивів	82
<i>Капіца М.І., Кислий Д.М.</i> Визначення тривалості вибігу локомотива при переході з режиму тяги в режим гальмування	86
<i>Логвіненко О.А., Астахова К.В., Громов В.І.</i> Порівняльний аналіз пружно-диси-пативних параметрів механізмів газорозподілу тепловозних дизелів Д80 та Д49	93

<i>Тищенко В.С.</i> Дослідження особливостей формування навантажень на шийки колінчатого вала енергетичних установок тепловозів 2ТЕ116	98
<i>Бабанін О.Б., Грищенко Ю.М.</i> Технологія відцентрової регенерації синтетичних фільтрів тепловозів	103
<i>Братченко О.В.</i> Особливості аналітичного дослідження кінематичних характеристик механічної системи регулювання швидкості дизель-поїзда ДР1А	107
<i>Павишенко А.В.</i> Особливості визначення кінематичних характеристик рамно-трапецеїдального струмознімального пристрою	114
<i>Акімов О.І., Акімова Ю.О.</i> Підвищення ефективності профілактичних випробувань кабельних ліній електропередачі	119
<i>Мартинов І.Е., Ільчишин В.М., Семененко А.П.</i> Аналіз технічного стану буксових вузлів критих вантажних вагонів	122
<i>Мартинов І.Е., Ільчишин В.В., Калмиков О.С., Троцька М.В.</i> Дослідження динамічних навантажень, що діють на візки пасажирських вагонів нового покоління	125
<i>Трихліб О.Д.</i> Удосконалення вимірів рівня палива при автоматизованому контролі його витрати	130

Автоматизовані системи електричного транспорту

<i>Блиндюк В.С.</i> Керування електропоїздами метрополітену на основі нейронних мереж адаптивної резонансної теорії. Частина 2. Розробка методу оптимізації руху поїзда метрополітену на основі дискретної нейронної мережі АРТ-1	135
<i>Яцько С.І., Карпенко В.В., Василенко Д.Ю.</i> Обґрунтування вибору методів контролю нагрівостійкості тягових електричних машин	146
<i>Яровой Г.І., Ніконенко Д.В., Шкурпела О.О., Тукалов І.О.</i> Побудова математичної моделі електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02	152

Будівельні матеріали та конструкції

<i>Шраменко В.П., Бронза С.Д., Коростельов Є.М.</i> Кваліметрична модель діяльності колійної бригади при поточному утриманні колії	163
<i>Афанасов Г.М.</i> Дослідження швидкості зношування пари тертя «Поршневе кільце – гільза циліндрів» тепловозних дизелів при обробці моторних олиव електростатичним полем	168
<i>Федоренко О.Ю., Рищенко М.І., Присяжна Л.В.</i> Технологія, структура та властивості керамічного клінкеру для брукування доріг	172
<i>Фалендиш А.П., Ватуля Г.Л.</i> До питання раціоналізації конструкції комбінованих систем	177

<i>Аманова М.В.</i> Возможности интеграции транспортной системы Казахстана в мировую экономическую систему	183
<i>Омарова Б.А.</i> Оценка промерзания земляного полотна железных дорог в регионах Казахстана	188
<i>Касимов Б.Р.</i> Влияние внешних факторов на путевую безопасность промышленного транспорта	194
<i>Омарова Г.А.</i> Влияние качества выправки пути при его устройстве на темпы накопления просадок	198
<i>Слободяник В.А., Козарь Л.М.</i> Вопросы обоснования модернизации кранов мостового типа как альтернативы покупки нового крана	204
<i>Афанасьев А.В.</i> Анализ материалов для защитных покрытий железобетонных и металлических конструкций искусственных сооружений железных дорог	208
<i>Штомпель А.М.</i> Есплуатаційна довговічність елементів проміжного пружного скріплення	212
<i>Мельник П.І., Борцов В.А., Ніколенко А.М., Богданова Т.Є., Гришина І.М.</i> Проблеми формування сучасного світогляду: крона та корені	217
<i>Ахмед Абдульсахіб Абдуль Амер.</i> Джерела фінансового забезпечення організаційно-технологічних рішень процесу оздоблювальних робіт	222
<i>Даренський О.М.</i> Математична модель просторових жорсткостей скріплення типу ДО	227

Телекомунікаційні системи та управління ними

<i>Приходько С.И., Волков А.С., Штомпель Н.А., Боцул А.В.</i> Метод построения алгебраических сверточных кодов перемежения	232
<i>Вовк Р.В., Гресь В.Ю., Назыров З.Ф.</i> Оптимизация диффузии кислорода в катодных материалах для твердотопливных оксидных элементов	235
<i>Гребенюк В.Ю.</i> Нейро-нечеткое моделирование процессов работы индуктивно-проводного датчика	241

Технологія металів та матеріалознавство

<i>Кондусова Н.В.</i> Підвищення ефективності роботи служб матеріально-технічного забезпечення підприємств	248
<i>Тимофєєва Л.А., Альохін М.С.</i> Удосконалення термічної та хіміко-термічної обробки залізовуглецевих сплавів	252
<i>Тимофеев С.С.</i> Повышение ресурса деталей плунжерных пар	257

<i>Мельник О.М.</i> Эффективность горячего прессования с прямым пропусканьем тока системы $ZrO_2-Al_2O_3$ в отношении особенностей формирования структуры с различной топологией исходных нанопорошков	260
<i>Останчук В.Н.</i> Совершенствование процесса термомеханического упрочнения колес цельнокатаных	266
Тези доповідей 75-ї міжнародної науково-технічної конференції	
Автоматика, телемеханіка, зв'язок	271
Рухомий склад і тяга поїздів	299
Транспортне будівництво та залізнична колія	350
Організація перевезень і управління на транспорті	370
Економіка транспорту	412
Гуманізація науки і освіти на транспорті	441

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

УДК 656.212.5

Д-р техн. наук О.М. Озар

РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК НА ОСНОВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. На даний момент сортувальні гірки є одним з основних споживачів паливно-енергетичних і виробничих ресурсів на транспорті і відповідальною ланкою за скорочення простоїв вагонів на станціях. Використання вказаних ресурсів суттєво підвищують такі фактори, як недосконалість існуючої технології регулювання швидкості скочування відчепів і технічних засобів, що забезпечують це регулювання, відсутність комплексної автоматизації процесу розформування составів на залізничних станціях України, зокрема систем підтримки прийняття рішень оперативним персоналом, застосування традиційної конструкції поздовжнього профілю, наявність у ряді випадків надлишкової висоти гірок та низький рівень урахування параметрів метеорологічних умов у процесі експлуатації сортувальних пристроїв. Слід також зазначити, що випадковий характер вказаних параметрів, а також системний підхід до експлуатації та розрахунку сортувальних гірок не в повній мірі враховуються на стадії їх проектування або реконструкції, що відповідним чином відображається на якості проектів.

Таким чином, подальший розвиток теорії експлуатації та методів розрахунку параметрів сортувальних гірок на основі системного підходу з урахуванням

випадкового характеру чинників, що впливають на швидкість скочування відчепів з гірки, являє собою актуальну науково-прикладну проблему.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенням і розвитком теорії експлуатації, методів розрахунку та оцінки конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок займалися такі вчені та практики, як: Л.В. Абуладзе, Є.В. Архангельський, К.С. Ахвердієв, М.М. Бабаєв, П.В. Бартенев, І.В. Берестов, С.А. Бессоненко, В.І. Бобровський, М.П. Божко, В.Я. Болотний, Т.В. Бутько, Є.А. Гібшман, А.Н. Гуда, Ю.Т. Гурічев, М.І. Данько, М.Г. Дашков, О.М. Долаберідзе, Ю.І. Єфіменко, І.В. Жуковицький, В.М. Іванченко, В.К. Івашкевич, А.М. Карпов, Д.М. Козаченко, А.М. Козлов, О.М. Лебединська, М.Н. Луговцов, І.М. Малишев, С.С. Мацкель, Ю.А. Муха, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, В.Д. Нікітін, В.М. Образцов, В.Є. Павлов, А.С. Писанко, М.В. Правдін, М.О. Рогинський, В.М. Рудановський, І.Є. Савченко, І.І. Страковський, Л.Б. Тішков, М.М. Уздін, М.І. Федотов, О.М. Шабельніков, В.П. Шейкін, В.І. Шелухін, О.Г. Шепілова, А.П. Шипулін та інші [1-15].

Аналіз відомих теоретичних підходів до експлуатації та розрахунку параметрів сортувальних гірок довів, що:

1) не в повній мірі вирішено проблеми якісного регулювання швидкості скочування відчепів і вибору раціональної конструкції поздовжнього профілю;

2) недостатньо уваги приділено проблемі ресурсозбереження при гальмуванні відчепів вагонними уповільнювачами і формуванні структур гіркових горловин;

3) не в повній мірі вивчено можливості і ефективність систем підтримки прийняття рішень для гіркових операторів.

Основним недоліком теорії експлуатації та методів розрахунку параметрів сортувальних гірок є відсутність наукових підходів, що одночасно визначають і стратегію функціонування сортувального пристрою на період життєвого циклу, і його раціональні конструктивно-технологічні параметри. Тобто комплексно рішення вказаних задач не розглядалось.

Мета дослідження. Метою даних досліджень є забезпечення заощадження паливно-енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів при виконанні операцій гіркового технологічного процесу шляхом удосконалення наукового підходу до розрахунку раціональних конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок.

Основна частина. Підвищення ефективності сортувального процесу на залізничних станціях України може бути забезпечено шляхом удосконалення конструкції і технології роботи сортувальних гірок. Оскільки конструкція поздовжнього профілю і число вагонних уповільнювачів залежать від заданої швидкості розпуску составів, визначення раціональних конструктивно-технологічних параметрів сортувальної гірки слід здійснювати за умовою мінімізації видів витрат системи з наростаючим підсумком (E) за період життєвого циклу ($t_{жц}$)

$$E = \int_0^{t_{жц}} E(V_p, V_{вих1}, V_{вих2}, t) dt \rightarrow \min,$$

де $E(V_p, V_{вих1}, V_{вих2}, t)$ – миттєві експлуатаційні витрати системи з наростаючим підсумком, млн грн;

$V_{вих1}, V_{вих2}$ – допустимі швидкості виходу відчепів відповідно з I і II гальмових позицій, м/с.

Мінімізація цільової функції здійснюється при таких обмеженнях-нерівностях

$$\begin{cases} 0,8 \leq V_p \leq V_p^{\max}; \\ V_{вих1}^{PB} \leq V_{вих1} \leq V_{вих1}^{XB}; \\ V_{вих2} \leq V_{вих2}^{XB}, \end{cases}$$

де V_p^{\max} – максимально можлива швидкість розпуску составів, м/с;

$V_{вих1}^{PB}, V_{вих1}^{XB}$ – швидкість виходу з I гальмової позиції відповідно дуже поганого (ДП) і хорошого бігунів (ХБ) при вільному скочуванні, м/с;

$V_{вих2}^{XB}$ – швидкість виходу ХБ з II гальмової позиції при вільному скочуванні, м/с.

Швидкість розпуску составів і режими гальмування відчепів, які визначаються швидкостями $V_{вих1}$ і $V_{вих2}$, при прийнятих числі і типі гіркових локомотивів та вагонних уповільнювачів на спускній частині і підгіркових коліях впливають на такі показники, як витрати електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів $G_{ел}$, число ушкоджених вагонів $n_{ушк}$ і додатковий простій составів у парку приймання в очікуванні розформування $t_{оч}^{nn}$. Крім того, від швидкості розпуску составів залежать витрати палива на насув і розформування составів G_n . Вказані показники розраховуються з використанням моделі функціонування сортувальної гірки, яка наведена далі.

У реальному масштабі часу швидкість виконання маневровим локомотивом окремих операцій гіркового технологічного процесу (заїзду, перестановки, насуву, розпуску і осаджування) ($V_l(t)$) можна вважати єдиним керованим вхідним впливом на систему „Сортувальна гірка”. Це пов’язано з тим, що вказана швидкість встановлюється на підставі діючих нормативних документів або спеціальних розрахунків. Позначимо множину впливів, що здійснюють цілеспрямовану зміну стану системи „Сортувальна гірка”, через $U(t)$.

До множини некерованих вхідних впливів $V(t)$ належать параметри, що відображають поточний стан метеорологічних умов (температура зовнішнього повітря ($t^o(t)$), швидкість ($V_B(t)$) та напрямок ($\beta(t)$) вітру), та інтенсивність вхідного вагонопотоку у момент часу t ($\lambda(t)$).

Стан системи „Сортувальна гірка” у момент часу t можна записати у такому вигляді:

$$Q(t) = F^o(t, Q_o, Z(t), P(t), U(t), V(t)),$$

де F^o – оператор стану системи;

Q_o – початковий стан системи;

$Z(t)$ – характеристики системи, які залежать від множини вхідних впливів $U(t) \cup V(t)$ на систему;

$P(t)$ – множина параметрів керування, які можуть змінюватись у процесі функціонування системи та забезпечувати підвищення її якості.

Початковим станом системи є множина таких параметрів: число гіркових локомотивів (N_{zl}), крутизна елементів поздовжнього профілю насувної частини гірки ($I_{нч}$), крутизна елементів поздовжнього профілю спускної частини

гірки ($I_{сч}$), число вагонних уповільнювачів, що розташовані на спускній частині ($N_{сч}$), число вагонних уповільнювачів, що розташовані на сортувальних коліях ($N_{ск}$), потужність ($P_{лок}$) і довжина ($l_{лок}$) гіркового локомотива, число стрілочних переводів ($N_{стр}$) і кривих дільниць колій ($N_{кр}$), координати центрів переводів ($x_{цп}, y_{цп}$) і вершин кутів повороту ($x_{вк}, y_{вк}$), кути повороту на стрілочних переводах ($\alpha_{стр}$) та кривих дільницях колій ($\alpha_{кр}$), радіуси перевідних кривих стрілочних переводів ($R_{стр}$) і кривих дільниць колій ($R_{кр}$), радіуси вертикальних кривих (R_v), число колій у парку приймання (m_k), годинні витрати палива гірковим локомотивом ($q_{год}$), витрати електроенергії на одне спрацювання вагонного уповільнювача ($q_{ел}$), вартість дизельного палива (e_n) і електроенергії ($e_{ел}$), вартість вагонних уповільнювачів (K_{yn}) і гіркових локомотивів ($K_{лок}$), тарифні ставки робітників, що обслуговують вагонні уповільнювачі ($C_{мс}^{yn}$) і гіркові локомотиви ($C_{мс}^{лок}$), нормативні працевитрати на технічне обслуговування вагонних уповільнювачів ($T_{мо}^{yn}$) і гіркових локомотивів ($T_{мо}^{лок}$), вартість вагоно-годин простою ($e_{ваг-год}$), об’єм (V_3) і вартість проведення (e_3) земляних робіт, вартість систем автоматизації ($C_{авт}$).

Основною характеристикою системи, що залежить від множини вхідних впливів $U(t)$ і $V(t)$, є рівень годинного завантаження гірки у момент часу t

($\rho_z(t)$). До параметра керування слід віднести миттєву питому роботу гальмових сил при гальмуванні відчепів на спускній частині і підгіркових коліях ($h_z(t)$).

Виходом системи „Сортувальна гірка” є множина параметрів

$$Y(t) = (G_n(t), G_{el}(t), n_{yukk}(t), t_{oc}^{mn}(t)),$$

де $G_n(t)$ – сумарні витрати палива гірковими локомотивами на насув і розпуск составів;

$G_{el}(t)$ – сумарні витрати електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів;

$n_{yukk}(t)$ – сумарне число ушкоджених вагонів на гірці;

$t_{oc}^{mn}(t)$ – сумарний простій составів у парку приймання в очікуванні розформування.

Значення вихідних параметрів $Y(t)$ є координатами фазової траєкторії у фазовому просторі та залежать від вхідних впливів $U(t)$ і $V(t)$, внутрішньої характеристики системи $Z(t)$ і параметра керування $P(t)$. Таким чином, виходячи із системного підходу [16], закон функціонування системи „Сортувальна гірка” буде мати такий вигляд:

$$Y(t) = G^o(t, Q_o, Z(t), P(t), U(t), V(t), S(t))$$

або

$$Y(t) = G^o(t, Q_o, \rho_z(t), h_z(t), V_n(t), t^o(t), V\beta(t), \beta(t), \lambda(t), S(t)),$$

де G^o – оператор виходу;

$S(t)$ – вектор структурної перебудови;

$$Q_o = (N_{zl}, I_{нч}, I_{сч}, N_{сч}, N_{ск}, P_{лок}, l_{лок}, N_{стр}, N_{кр}, x_{цп}, y_{цп}, x_{вк}, y_{вк}, \alpha_{стр}, \alpha_{кр}, R_{стр}, R_{кр}, R_v, m_k, q_{год}, q_{ел}, e_n, e_{ел}, K_{уп}, K_{лок}, C_{тс}^{уп}, C_{тс}^{лок}, T_{то}^{уп}, T_{то}^{лок}, e_{ваг-год}, V_z, e_z, C_{авт}).$$

Структурною перебудовою системи може бути зміна:

- 1) конструкції поздовжнього профілю сортувальної гірки;
- 2) конструкції плану колійного розвитку сортувальної гірки;
- 3) числа вагонних уповільнювачів на гальмових позиціях;
- 4) типів гіркових локомотивів;
- 5) режимів регулювання швидкості скочування відчепів з гірки;
- 6) систем автоматизації сортувального процесу.

Структурна перебудова може відбутися внаслідок:

- 1) зміни розрахункових метеорологічних умов скочування відчепів з гірки;
- 2) зміни обсягу і структури вагонопотоку, що переробляється;
- 3) переоснащення гальмових позицій;
- 4) природного погіршення технічних характеристик гіркових локомотивів і вагонних уповільнювачів;
- 5) перебудови (реконструкції) передгіркової горловини;

6) зміни вартості паливно-енергетичних ресурсів;

7) зміни тарифних ставок робітників, що обслуговують гіркові локомотиви і вагонні уповільнювачі;

8) зміни нормативних працевитрат на технічне обслуговування гіркових локомотивів і вагонних уповільнювачів;

9) зміна вартості вагоно-годин простою.

Конфігурація фазового простору Φ системи визначається з урахуванням обмежень на вхідний керований вплив $V_l(t)$, некеровані вхідні впливи $t^o(t)$, $V\epsilon(t)$, $\beta(t)$, $\lambda(t)$, характеристику системи $\rho_2(t)$ та параметр керування $h_2(t)$

$$\Phi \in E_k$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 \leq V_l(t) \leq V_3^{\max} \text{ nput } t_{n.3} \leq t \leq t_{3.3}; \\ 0 \leq V_l(t) \leq V_n^{\max} \text{ nput } t_{n.n} \leq t \leq t_{3.n}; \\ 0 \leq V_l(t) \leq V_u^{\max} \text{ nput } t_{n.u} \leq t \leq t_{3.u}; \\ |V_l(t) - V_p| \leq 0,14 \text{ nput } t_{n.p} \leq t \leq t_{3.p}; \\ 0 \leq V_l(t) \leq V_{oc}^{\max} \text{ nput } t_{n.oc} \leq t \leq t_{3.oc}; \\ t_{\min}^o \leq \bar{t}^o(t) \leq t_{\max}^o, \quad 0 \leq V\epsilon(t) \leq V\epsilon_{\max}; \\ 0 \leq \beta(t) \leq 360, \quad \lambda_{\min} \leq \lambda(t) \leq \lambda_{\max}; \\ \rho_2(t) \leq 0,85, \quad 0 \leq h_2(t) \leq h_2^{\max}, \end{array} \right.$$

де $V_3^{\max}, V_n^{\max}, V_u^{\max}, V_{oc}^{\max}$ – максимальна швидкість відповідно заїзду гіркового локомотива у парк приймання, перестановки состава з парку приймання на витягну колію, насуву состава на гірку та осаджування вагонів на сортувальних коліях, м/с;

$t_{n.3}, t_{3.3}, t_{n.n}, t_{3.n}, t_{n.u}, t_{3.u}, t_{n.p}, t_{3.p}, t_{n.oc}, t_{3.oc}$ – моменти часу відповідно початку і закінчення заїзду гіркового локомотива у парк приймання, перестановки состава з парку приймання на витягну колію, насуву состава на гірку, розпуску состава з гірки та осаджування вагонів на сортувальних коліях, с;

t_{\min}^o, t_{\max}^o – відповідно мінімально і максимально можлива температура зовнішнього повітря, °С;

$V\epsilon_{\max}$ – максимально можлива швидкість вітру, м/с;

$\lambda_{\min}, \lambda_{\max}$ – відповідно мінімально і максимально можлива інтенсивність вхідного вагонопотоку, ваг/год;

h_2^{\max} – максимально можлива питома робота гальмових сил при гальмуванні вагонів на спускній частині і підгіркових коліях, кДж/кН.

Швидкість розпуску і режими гальмування відчепів, що забезпечують мінімальні види витрат системи з наростаючим підсумком за період життєвого циклу, визначають стратегію її експлуатації. Реалізація цієї стратегії шляхом ефективного керування процесом розформування составів має наближувати функціонування системи до нормальної фазової траєкторії, що може бути представлено такою моделлю:

$$\int_0^{t_1} |E_p(t) - E_\phi(t)| dt \rightarrow 0,$$
$$0 \leq t_1 \leq t_{жц},$$

де $E_p(t), E_\phi(t)$ – миттєві експлуатаційні витрати системи відповідно при її раціональних конструктивно-технологічних параметрах і фактичні, млн грн.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Запропонований системний підхід до визначення раціональних конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок дозволяє отримати комплексне рішення задач раціоналізації вказаних параметрів, визначити стратегічний напрямок експлуатації сортувальних пристроїв, у динаміці оцінити якість конструкції і технології роботи існуючих сортувальних гірок та скорегувати параметри їх керування.

Список літератури

1. Образцов, В.Н. Основные данные для проектирования железнодорожных станций [Текст] / В.Н. Образцов. – М. : Государственное издательство, 1929. – 344 с.
2. Нагорный, Е.В. Научные основы и разработка комплексной технологии поточной и непрерывной переработки вагонов на сортировочных станциях [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Е.В. Нагорный. – Харьков, 1994. – 54 с.
3. Берестов, И.В. Оптимизация параметров систем регулирования скорости движения отцепов на путях сортировочных парков [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / И.В. Берестов. – Л., 1988. – 24 с.
4. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях [Текст] / Ю.А. Муха, И.В. Харланович, В.П. Шейкин и др. – М.: Транспорт, 1985. – 248 с.
5. Иванченко, В.И. Новый подход к управлению процессом роспуска составов на сортировочной горке [Текст] / В.И. Иванченко, Н.Н. Лябах, А.А. Сепетый // Труды РИИЖТа. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 34-41.
6. Лебединская, Е.Н. Математическая модель программы роспуска составов с сортировочной горки [Текст] / Е.Н. Лебединская, Е.Г. Шепилова // Междунар. сб. научн. тр. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 1998. – С. 31-37.
7. Шелухин, В. И. Универсальный модуль управления тормозными позициями [Текст] / В.И. Шелухин, И.Н. Малышев // Автоматика, связь, информатика. – 2000. – № 5. – С. 12-14.
8. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст]: монография / В.И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Н.П. Божко и др. – Днепропетровск: Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.
9. Ахвердиев, К.С. Оптимальный горочный профиль и динамика скатывания отцепа по нему [Текст] / К.С. Ахвердиев, Б.И. Алибеков, В.П. Жуков // Транспорт: наука, техника, управление. – 1991. – № 8. – С. 13-18.
10. Жуковицкий, И.В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 1. Модель системы [Текст] / И.В. Жуковицкий, Г.И. Загарий, Н.И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 5. – С. 10-15.
11. Жуковицкий, И.В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 2. Модель системы [Текст] / И.В. Жуковицкий // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2002. – № 4. – С. 17-20.
12. Бобровский, В.И. Теоретические основы совершенствования конструкции и технологии работы железнодорожных станций: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.20 / В.И. Бобровский. – Днепропетровск, 2002. – 534 с.

13. Шабельников, А.Н. Разработка теории и методов автоматизации управления сложными процессами на сортировочной станции [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / А.Н. Шабельников. – М., 2005. – 344 с.

14. Бессоненко, С.А. Теория расчета сортировочных горок для различных климатических зон [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / С.А. Бессоненко. – М., 2010. – 411 с.

15. Правдин, Н.В. Расчет параметров сортировочной горки с учетом случайных ходовых свойств отцепов [Текст] / Н.В. Правдин, С.А. Бессоненко // Транспорт: наука, техника, управление. – 2007. – № 7. – С. 8-15.

16. Общая теория систем [Текст] / А.М. Иванов, В.П. Петров, И.С. Сидоров, К.А. Козлов. – С.Пб.: Научная мысль, 2005. – 480 с.

Ключові слова: сортувальна гірка, конструктивно-технологічні параметри, системний підхід, модель функціонування.

Анотації

Проаналізовано діючий науковий підхід до комплексного розрахунку і проектування висоти та поздовжнього профілю сортувальних гірок. Обґрунтовано необхідність застосування системного підходу до розрахунку раціональних конструктивно-технологічних параметрів. Наведено модель розрахунку вказаних параметрів.

Проанализирован действующий научный подход к комплексному расчету и проектированию высоты и продольного профиля сортировочных горок. Обоснована необходимость применения системного подхода к расчету рациональных конструктивно-технологических параметров. Приведена модель расчета указанных параметров.

Operating scientific approach to the complex calculation and planning of sorting humps height and longitudinal type is analysed. The necessity of application of systems approach to calculation of rational structural-technological parameters is grounded. The model of the indicated parameters calculation is resulted.

УДК 656.212:656.225

Канд. техн. наук В.В. Кулешов

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ЗА КОРДОНОМ ТА НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТУ

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Основне призначення сортувальних станцій

у вузлових точках мережі – переробка вагонопотоків, розформування та формування поїздів дальніх призначень. Для виконання цих робіт типова

сортувальна станція має спеціальні колії, маневрові засоби, сортувальний комплект (систему), що включає, як правило, парки приймання, сортування, відправлення, сортувальні пристрої, пристрої підприємств локомотивного, вагонного господарств та інші.

У Європі споруджувалися переважно односторонні сортувальні станції, що мають об'єднані парки колій для всіх напрямків руху поїздів. У США перевага була віддана двостороннім станціям. Техніка і технологія переробки вагонопотоків особливо інтенсивно вдосконалювалася у країнах Західної Європи (Німеччина, Франція, Великобританія) і США, а останнім часом – в Японії. Великий внесок у проектування і розвиток сортувальних станцій зробили фахівці залізничного транспорту Росії, України, Білорусі та інших держав СНД.

На початку незалежності у 1991 р. на мережі залізниць України перероблялося і відправлялося понад 850 млн т вантажів на рік. Через 8 років цей обсяг зменшився на дві третини із темпами 12,5 % на рік, протягом наступних 8 років почав поступово збільшуватися з темпами 5,6 % на рік. У зв'язку із переходом економіки країни до ринкових відносин виникає необхідність в аналізі стану і перспектив розвитку сортувальних станцій залізниць України та дослідженні закордонного досвіду експлуатації вказаних станцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У нормативних документах, підручниках та навчальних посібниках [1-6] не в повній мірі відображено питання раціонального розташування сортувальних станцій та їх інформаційні технології, за допомогою яких можливо забезпечити підвищення якості перевезень. У дослідженнях [7-10] було розглянуто сучасні підходи до визначення технічного рівня сортувальних станцій при перерозподілі сортувальної роботи з урахуванням ринкових умов та прогнозування попиту на вантажні

перевезення. Малодослідженим на даний момент є питання перспектив розвитку сортувальних станцій на базі удосконалення взаємодії залізничних адміністрацій і власників рухомого складу на умовах ресурсозбереження. При цьому слід зазначити, що в Україні частка власних вагонів складає більше 65 % від загального парку вагонів.

Мета дослідження. Аналіз перспектив розвитку сортувальних станцій за кордоном і на залізницях України в умовах реформування залізничного транспорту.

Основна частина. Внаслідок скорочення обсягів перевезень на ряді залізниць України частка сортувальних станцій віднесена до дільничних або вантажних. Наприклад, на Південній залізниці за призначенням і основним характером роботи визначено 3 сортувальних станції (Основа, Кременчук, Куп'янськ-Сортувальний) та 11 дільничних станцій (Лозова, Мерефа, Харків-Сортувальний, Люботин, Смородине, Гребінка, Полтава-Південна, Прилуки, Ромодан, Ромни, Куп'янськ-Вузловий).

У зв'язку із зменшенням обсягів перевезень та переходом на контейнерні перевезення автомобільним транспортом останнім часом багато сортувальних станцій закриваються. Зокрема, закриті всі сортувальні станції Великобританії, Норвегії, Данії, Японії та Австралії.

Відомо, що на залізницях США, Канади, Франції, ФРН здійснено роботи з модернізації існуючих сортувальних станцій, оснащених сучасним обладнанням. На цих станціях у більшості випадків концентрується сортувальна робота, що виконувалася раніше на декількох невеликих непродуктивних станціях. У результаті концентрації досягається прискорення просування вагонів, зменшення кількості працівників, числа маневрових локомотивів і в кінцевому підсумку зниження експлуатаційних витрат [5]. Нове залізничне будівництво практично

не ведеться. Надмірність мережі США дозволила оптимізувати її конфігурацію, вивести з експлуатації нерентабельні лінії. Особливості реконструкції сортувальних станцій закордоном такі:

- застосування сортувальних станцій одностороннього типу. Їх переробна спроможність при сучасному обладнанні значно підвищилася і у багатьох випадках забезпечує прогнозовані розміри роботи;

- укладання великої кількості колій в основних сортувальних парках і побудова, крім того, на багатьох станціях з великим місцевим вагонопотоком групвальних або місцевих парків з додатковим сортувальним комплексом для повторного сортування;

- використання сучасного обладнання, що забезпечує автоматизацію гальмування, управління стрілками і інформатизацію інших процесів на основі сучасних телекомунікаційних систем та ін.

Поряд з цим розвиток сортувальних станцій у кожній країні має деякі особливості.

У США функціонує більше 60 односторонніх (ОСС) і двосторонніх (ДСС) сортувальних станцій. Станція Конвей має 107 колій в обох сортувальних парках і переробну спроможність 9000 ваг/доб. У числі односторонніх великі станції Янг, Гейтвей, Альфред Перлман та ін. У парках приймання і відправлення число колій сягає 20. Також є додаткові парки (для відстою порожніх, несправних вагонів та ін.) На односторонніх станціях число колій менше (в об'єднаному парку приймання приблизно 12-15 колій), а в парках відправлення по 5-6 колій у кожному напрямку.

У Канаді п'ять великих автоматизованих односторонніх станцій: Монктон, Монреаль, Сімінгтон, Торонто і Алайт. На станції Монреаль послідовно з основним сортувальним парком із 84 коліями розміщується другий сортувальний парк (40 колій) для сортування місцевих вагонів і формування багатогрупних поїздів з механізованою двопозиційною гіркою.

Для залізниць Франції також характерна концентрація сортувальної роботи на меншій кількості станцій. Характерною є наявність великої кількості колієпровідних розв'язок маршрутів приймання та відправлення поїздів і внутрішньостанційних пересувань. Ряд колишніх двосторонніх станцій перебудовано в односторонні (Вкльнев, Жеврей, Бурже).

Особливістю організації вантажного руху та сортувальної роботи на залізницях Франції є спеціалізація станцій або парків для прискорених вантажних поїздів. В одних випадках для цього призначаються окремі станції (Лілль-Сен-Совер), в інших – одна система парків служить для переробки прискорених, інша – звичайних вантажних поїздів (станції Трапп, Сотвіль). Формування звичайних поїздів концентрується на 38, а прискорених – на 29 станціях.

У Федеративній Республіці Німеччини проводиться концентрація сортувальної роботи, яка супроводжується повним або частковим закриттям окремих малопотужних станцій. Кілька великих сортувальних станцій (Брауншвейг, Гремберг, Мангейм, Корнвестгейм, Бебра та ін.) реконструйовані з метою збільшення переробної спроможності. Двосторонні станції Брауншвейг, Оффенбург, Соте перевлаштовані в односторонні. На двосторонній станції Мангейм реконструйована сортувальна система, що працює зі сходу на захід, при цьому число колій в сортувальному парку було збільшено до 42 за рахунок допоміжної (третьої) системи. У Гамбурзькому вузлі двостороння сортувальна станція Maschen Rbf (Махен) з 64 і 48 коліями у сортувальних парках має переробну спроможність 9200 вагонів на добу. При реконструкції число колій у парках приймання збільшилось до 12, в парках відправлення – до 9, у сортувальному – до 32-42 колій. Довжина колій у парках приймання і відправлення 700-800 м, у сортувальному – 800-900 м.

У Швейцарії сортувальна робота сконцентрована на 15 основних станціях (у тому числі на 6 прикордонних) з переробкою від 1500 до 6000 вагонів (Женева Кіассо, Лозанна) і на 22 допоміжних. На станції Цюрих-Ліматталь запроектовано 6 колій у парку приймання (довжиною 750 м), 65 колій у сортувальному парку (довжиною 650-850 м) і 15 колій у парку відправлення (довжиною 750 м). У хвості сортувального парку розташована допоміжна гірка із підгірковим парком на 12 колій для формування місцевих і багатогрупних поїздів.

У Польщі сортувальна робота у 2012 р. сконцентрована на 55 станціях (26 основних і 29 допоміжних) замість 102 станцій.

В Японії є 37 сортувальних станцій, у тому числі 6 гіркових. Станції Коріяма, Такасака побудовані за комбінованою схемою з розташуванням приймальних парків паралельно сортувальному. У сортувальному парку 36 колій, а в двох приймально-відправних – по 10. Переробна спроможність цієї станції 4300 вагонів на добу.

Основні завдання подальшого розвитку сортувальних станцій при зростанні розмірів вантажних перевезень у власному парку вагонів і збільшенні розмірів переробки вагонопотоків полягають у підвищенні їх пропускної і переробної спроможності при використанні сучасних методів експлуатації та оснащенні досконалыми засобами автоматики, телемеханіки і зв'язку.

Сортувальну станцію, яка формує поїзди на магістральні лінії, слід розглядати не ізольовано, а у взаємодії з іншими сортувальними станціями даного полігону мережі, для чого можливо застосувати метод рою часток (МРЧ) (англ. Particle Swarm Optimization, PSO) – метод чисельної оптимізації, для використання якого не потрібно знати точного градієнта функції, що оптимізується. МРЧ оптимізує функцію, підтримуючи популяцію

можливих рішень, названих частками, і переміщуючи ці частки в просторі рішень згідно із простою формулою. Перевезення підкорюються принципу найкращого знайденого в цьому просторі положення, що постійно змінюється при знаходженні частками більш вигідних положень [12].

Основні відомості про колійний розвиток сортувальних станцій України та закордонних залізниць наведено у таблиці.

Позначення: П – парк приймання; Г – сортувальна гірка; С – сортувальний парк; В – парк відправлення; Тр – транзитний парк; ПВ – суміщений приймально-відправний парк; МП – парк для місцевих вагонів; РП – ранжирний парк.

Тривалість перебування вагона з переробкою на сортувальній станції – показник, який потрібно мінімізувати:

$$f(T^n) \rightarrow T \rightarrow \min, \quad (1)$$

де n – кількість вагонів різних власників та операторів перевезень як множина часток у рої, кожна з яких має координату $x_i \in T^n$ у просторі рішень і швидкість доставки вантажу $v_i \in T^n$;

p_i – краще з відомих положень частки i ;

g – найкращий відомий стан рою в цілому.

Для кожної частки $i = 1, 2, 3, \dots, n$ потрібно виконати таке:

1) згенерувати початкове положення частки за допомогою випадкового вектора $x_i \sim U(b_{lo}, b_{up})$, що має багатовимірне рівномірне розподілення (b_{lo} і b_{up} – відповідно нижня і верхня границі простору рішень);

2) привласнити кращому відомому положенню частки його початкове значення: $x_i \rightarrow p_i$. Якщо $f(p_i) < f(g)$, то оновити найкращий відомий стан рою: $p_i \rightarrow g$;

3) привласнити значення швидкості частки:

$$v_i \sim U(-(b_{up} - b_{lo}), (b_{up} - b_{lo})). \quad (2)$$

Основні відомості про колійний розвиток сортувальних станцій України та закордонних залізниць

Держава	Кількість СС	Назва СС	Тип СС	Опис схеми СС	Кількість колій у парках				Корисна довжина колій, м	Оприлюднена переробна спроможність, ваг/доб
					П	С	В/Тр	Гр		
Україна		Основа	ДСС	-В ₁ -С ₁ -Г ₁ -П ₁ - -П ₂ -Г ₂ -СВ ₂ - -Тр-	8+8	27+20	12/ 10	-	594-1023	-
		Купянськ-Сорт.	ДСС	-С ₁ -Г ₁ -П ₁ - -П ₂ -Г ₂ -С ₂ -В ₂ -	5+7	15+22	4+7/4	-	792-1161	-
		Кременчук	ОСС	-П-Г-С-В-	8	24	15	-	847-991	-
Росія	73	Екатеринбург-Сортувальний	ДСС	-П ₁ -Г ₁ -С ₁ -В ₁ - -В ₂ -С ₂ -Г ₂ -П ₂ -	8+11	36+36	8+15	-	-	8000
		Санкт-Петербург-Сортувальний – Московський	ДСС	-П ₁ -Г ₁ -С ₁ -В ₁ - -В ₂ -С ₂ -Г ₂ -П ₂ -	9+14	35+27	14+ 15	-	-	7000
США	більше 60	Бейли Ярд	ДСС	-	-	50 + 64	-	-	-	-
		Конвей	ДСС	-П ₁ -Г ₁ -С ₁ -В ₁ - -МП-РП- -В ₂ -С ₂ -Г ₂ -П ₂ -	20	107	20	-	1200- 1700	9000
		Янг	ОСС	-П ₁ -Г-С-МП-РП -В ₁ -/-В ₂ -	15	72	5+6	-	600-1670	-
Канада	5	Монреаль	ОСС	-П-Г-С-В-	19	67-84	13	-	-	-
Франція	12	Вуаппі	ОСС	-П-Г-С-В-	14	48	10	-	-	3000-3500
ФРН		Махен	ДСС	-П ₁ -Г ₁ -С ₁ -В ₁ - -В ₂ -С ₂ -Г ₂ -П ₂ -	12	64 + 48	9	-	-	9200
Швейцарія	12	Цюріх-Лімаггаль	ОСС	-П-Г-С-В-	6	65	15	12	-	-
Японія	37	Коріяма	ОСС	-П-Г-С-В-	10	35	10	-	-	4300

До досягнення заданої кількості ітерацій або необхідного значення цільової функції повторювати алгоритм:

- згенерувати випадкові вектори r_p ,

$$r_g \sim U(0,1);$$

- поновити швидкість часток:

$$v_i \leftarrow \omega v_i + \varphi_p r_p \times (p_i - x_i) + \varphi_g r_g \times (g - x_i), \quad (3)$$

де операція \times означає покомпонентне множення;

- поновити положення частки переносом x_i на вектор швидкості:

$$x_i \leftarrow x_i + v_i. \quad (4)$$

Якщо виконується умова ($f(x_i) < f(p_i)$), то поновити краще відоме положення частки $x_i \rightarrow p_i$.

Якщо виконується умова ($f(p_i) < f(g)$), то поновити кращий відомий стан рою в цілому $p_i \rightarrow g$.

Тепер g містить найкраще із знайдених рішень перевезення вагонів різних власників та оператора перевезень.

Параметри ω , φ_p , і φ_g вибираються обчислювачем і визначають поведінку та ефективність методу в цілому.

Теоретичні дослідження і накопичений досвід переконливо показують, що обґрунтована концентрація сортувальної роботи на обмеженому числі потужних і добре технічно оснащених станцій дає можливість:

- зменшити витрати на розвиток станцій і, зокрема, на обладнання гірок;

- знизити число переробок вагонів на шляху прямування і прискорити їх просування, зменшити простой вагонів, а також вартість сортувальної роботи на мережі залізниць;

- підвищити рівень використання технічних пристроїв і продуктивність праці, забезпечити високу економічну ефективність засобів автоматизації.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Узагальнення закордонного досвіду дозволяє зробити висновок, що роботи в напрямі автоматизації сортувальної роботи, використання ЕОМ при плануванні і управлінні усім сортувальним процесом ведуться як у нашій країні, так і в ряді країн (Росії, США, Канаді, ФРН, Японії та ін.). Однак повністю відпрацьованих систем ще немає.

Що ж стосується принципів проектування за кордоном односторонніх сортувальних станцій з об'єднаними парками, то вони не є для України новими. Заслугує на увагу укладання великого числа сортувальних колій в основних сортувальних парках та спорудження у багатьох випадках додаткових парків для повторного сортування та групування місцевих вагонів, що прямують на станції прилеглих ділянок, вантажні райони та під'їзні колії. Також становлять інтерес схеми станцій з коліями в сортувальному парку меншої корисної довжини у порівнянні з парками приймання і відправлення, що дозволяє при реконструкції розмістити станцію на більш короткій площадці без великих робіт з реконструкції підходів головних колій.

Сортувальну станцію, яка формує поїзди із вагонів різних власників та операторів перевезень на магістральні лінії, слід розглядати не ізольовано, а у взаємодії з іншими сортувальними станціями даного полігону мережі. Для чого можливо застосувати метод чисельної оптимізації, наприклад, метод рою часток.

При інженерному проробленні планів формування і графіка руху поїздів

необхідне урахування ринкових методів та удосконалення порядку планування перевезень.

Існуючу систему технічного нормування експлуатаційної роботи залізниць необхідно замінити технологічним нормуванням використання

парків рухомого складу на принципах екстериторіальності у рамках динамічних транспортних схем перевезень вантажів у вагонах певного типу, сполучаючи при цьому методи керування знеособленим парком і адресною прив'язкою вагонів конкретних операторів перевезень.

Список літератури

1. Концепція державної програми реформування залізничного транспорту України [Текст] / Схвалено розпорядженням КМУ 27.12.2006. №651-р. – К.: Магістраль, № 1 (1179). – 10–16 січня 2007 р. – С. 6.
2. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалена розпорядженням КМУ 16.12.2009 р. № 1555-р.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/](http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/) 10.12.2009. – Загол. з екрана.
3. Програма економічних реформ України на 2010–2014 рр.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: president.gov.ua/docs/Programa_reform_FINAL_1.pdf](http://www.president.gov.ua/docs/Programa_reform_FINAL_1.pdf). – Загол. з екрана.
4. ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]. Замінює СНиП II-39-76; введ. 26.01.2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 122 с.
5. Особенности и характерные примеры развития зарубежных сортировочных станций: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www/URL: http://www.jd-st.ru/4-sortirovochnye-stancii/6-osobennosti-i-harakternye-primery-razvitiya-zarubezhnyx-sortirovochnyx-stancij/](http://www.jd-st.ru/4-sortirovochnye-stancii/6-osobennosti-i-harakternye-primery-razvitiya-zarubezhnyx-sortirovochnyx-stancij/). – Загол. с екрана.
6. Крячко, В.І. Розрахунки і проектування основних пристроїв на залізничних станціях [Текст]: навч. посібник / В.І. Крячко. – Харків: УкрДАЗТ, 2000.
7. Сіконенко, Г.М. Удосконалення методів визначення технічного рівня сортувальних станцій [Текст]: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.20 / Г.М. Сіконенко; Укр. держ. акад. залізнич. тр-ту. – Харків, 2005. – 18 с.
8. Бутько, Т.В. До питання визначення оптимальної кількості сортувальних станцій [Текст] / Т.В. Бутько, М.І. Данько, Г.М. Сіконенко // Коммунальное хозяйство городов. – Харьков: Техника, 2002. – № 45. – С. 237 – 242.
9. Данько, М.І. Формування вимог до технології взаємодії залізничних адміністрацій і власників рухомого складу [Текст] / М.І. Данько, Д.В. Ломотько, В.М. Запара, В.В. Кулешов // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 5-11.
10. Данько, М.І. Удосконалення організаційно-технологічної моделі використання вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України [Текст] / М.І. Данько, Д.В. Ломотько, В.В. Кулешов // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 5-12.
11. Кулешов, В.В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем [Текст] / В.В. Кулешов // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 83-90.
12. Метод рою часток [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://uk.wikipedia.org/wiki/](http://uk.wikipedia.org/wiki/). – Загол. з екрана.

Ключові слова: вагон, колійний розвиток, концентрація сортувальної роботи, метод рою часток, реформування залізничного транспорту, сортувальна станція.

Анотації

Виконаний аналіз колійного розвитку сортувальних станцій України та закордонних залізниць. Виділені основні питання закордонного досвіду застосування систем автоматизації процесу сортувальної роботи. Для чисельної оптимізації роботи сортувальної станції у взаємодії з іншими сортувальними станціями даного полігону мережі можливо застосувати метод рою часток. Обґрунтована концентрація сортувальної роботи на обмеженому числі потужних і добре технічно оснащених станцій.

Выполнен анализ путевого развития сортировочных станций Украины и зарубежных железных дорог. Выделены основные вопросы зарубежного опыта применения систем автоматизации процесса сортировочной работы. Для оптимизации работы сортировочной станции во взаимодействии с другими сортировочными станциями данного полигона сети возможно применить метод роя частиц. Обоснована концентрация сортировочной работы на ограниченном числе мощных и хорошо технически оснащенных станций.

The analysis of the gridiron sorting stations in Ukraine and foreign railways. The basic questions of international experience of process automation systems sorting work. To optimize the yard in collaboration with other yards of landfill network may use the method of particle swarm. Justified the concentration of sorting on a limited number of powerful and technically well-equipped stations.

УДК 656. 212. 5

Канд. техн. наук М.Ю. Куценко

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛОГО-СХІДЧАСТОГО ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК

Представив д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Вступ. При розробленні проектної документації сортувального пристрою основною задачею є вибір оптимального варіанта його конструкції і технічного оснащення. В сучасних умовах функціонування залізничного транспорту особливе місце у системі критеріїв оцінки його роботи займають економічність і якість сортувального процесу. Конструктивні параметри переважної більшості існуючих вітчизняних

сортувальних гірок були отримані в середині минулого сторіччя. Варто зазначити, що відомі на той час методики їх розрахунку були спрямовані на інтенсифікацію сортувального процесу для забезпечення переробки зростаючих обсягів вагонопотоків. Крім того, тогочасний парк вантажних вагонів відрізнявся своїми ходовими якостями від сучасного, а саме значно більшим значенням основного питомого опору руху.

При цьому питання отримання енерго-ефективних конструктивних параметрів з метою зменшення експлуатаційних витрат не було найбільш актуальним.

Аналіз попередніх досліджень. У різні часи питанням удосконалення поздовжнього профілю сортувальних гірок займалися такі вчені, як: Є.В. Архангельський, К.С. Ахвердієв, П.В. Бартенєв, І.В. Берестов, С.А. Бессоненко, В.І. Бобровський, М.П. Божко, Є.А. Гібшман, А.М. Гуда, Ю.Т. Гурічев, М.Г. Дашков, О.М. Долаберідзе, І.В. Жуковицький, А.М. Козлов, Ю.О. Муха, Є.В. Нагорний, В.М. Образцов, О.М. Огар, В.Є. Павлов, А.З. Пестременко, А.С. Писанко, М.В. Правдін, М.О. Рогинський, В.М. Рудановський, І.І. Страковський, Л.Б. Тішков, В.П. Шейкін, А.П. Шипулін та ін.

Аналізуючи роботи [1-11], можна зазначити, що у минулому сторіччі у відношенні облаштування профілю гірки від вершини до останньої розділової стрілки на той час існувало два напрямки:

- перший – найбільш розповсюджений, зокрема в СРСР, – створення сприятливого для спокійного спуску вагонів профілю з відносно великою кількістю уклонів, що послідовно знижувалися, зі швидкісними уклонами 40 – 50% довжиною 50 – 60 м;

- другий – у Німеччині – облаштування гірок крутим (35-65 %) швидкісним уклоном, за яким проміжний уклон (13-15 %) переходив у горизонтальну площадку.

Діючі в Україні Правила та норми проектування сортувальних пристроїв (ПНПСР) [1] висувають такі вимоги щодо профілю спускної частини сортувальних гірок.

Швидкісний елемент спускної частини гірки проектується найбільш крутим (до 50 %) для отримання потрібних інтервалів на вершині гірки при вільному скочуванні відцепів. Що стосується нижнього обмеження крутизни швидкісної ділянки, то бажано, щоб вона була не

менше 40 % на гірках великої і підвищеної потужності, 30-40 % на гірках середньої потужності і 25-30 % на гірках малої потужності. Різниця крутизни швидкісного елемента і наступного за ним допускається не більше 25 %.

Перша гальмова позиція гірок підвищеної, великої і середньої потужностей необхідно розміщувати на спуску крутизною не менше 12 %, а на гірках малої потужності (з однією гальмовою позицією на спускній частині) – більше 7 %.

Другу гальмову позицію необхідно проектувати на спуску крутизною, що забезпечує в несприятливих умовах рушення з місця розрахункових поганих бігунів, але не менше 7 %, а в холодних температурних зонах – не менше 10 %. За умовами мінімізації потужності паркової гальмової позиції стрілочна зона має розташовуватися на неприскорюючому уклоні.

Крутизна ділянки стрілочної зони повинна проектуватися в межах від 1 до 1,5 %, у крайніх пучках – до 2 % для гірок з кількістю колій до 30 і до 2,5 % для гірок з кількістю колій більше 30 і в холодних температурних зонах.

Паркова гальмова позиція при обладнанні її уповільнювачами і розташуванні в кривій проектується на уклоні до 2 %, на прямій – до 1,5 %.

Сортувальні колії також мають розташовуватися на неприскорюючому уклоні. Їх слід проектувати на рівномірному спуску крутизною 0,6 %.

Слід зазначити, що на сьогодні багатьма вченими продовжуються пошуки оптимального поздовжнього профілю сортувальних гірок.

Мета статті. Метою даної статті є дослідження динамічних та енергетичних характеристик полого-східчастого поздовжнього профілю сортувальних гірок у порівнянні з поздовжнім профілем, який рекомендований ПНПСР.

Основна частина. Автором були проведені експериментальні дослідження, метою яких був розрахунок конструктивних параметрів сортувальних гірок для типових гіркових горловин за методикою, запропонованою в [1], з подальшим імітаційним моделюванням процесу скочування бігунів. За імітаційну модель було обрано модель, розроблену у [12].

З метою всебічного характеру дослідження було обрано типові гіркові горловини, що рекомендовані до застосування відповідно на гірках малої потужності (ГМП), гірках середньої та великої потужності (ГСП та ГВП) [13]:

- на 8 колій з єдиною парковою гальмовою позицією (ППП) та з однією гальмовою позицією (ГП) на спускній частині (відповідно 1 та 2 варіант);
- на 24 колії (3 варіант);

- дві горловини на 32 колії з розміщенням 1 ГП до та після першої розділової стрілки (відповідно 4 та 5 варіант).

Дослідження проводилися при таких вихідних умовах:

- оскільки дані про структуру вагонопотоку відсутні, то, згідно з [1], за розрахункову приймається легка вагова категорія з вагою розрахункового бігуна 245,25 Кн;
- вітер зустрічний зі швидкістю 3 м/с;
- розрахункова температура – 10 °С;
- кут між напрямком вітру та віссю дільниці колії, по якій рухається відцеп, дорівнює 20°;
- решта умов приймається з відповідних таблиць [1].

За результатами імітаційного моделювання побудована узагальнена табл. 1 та діаграма щодо пробігу розрахункового бігуна до розрахункової точки за відповідними варіантами (рис. 1).

Таблиця 1

Узагальнені результати імітаційного моделювання

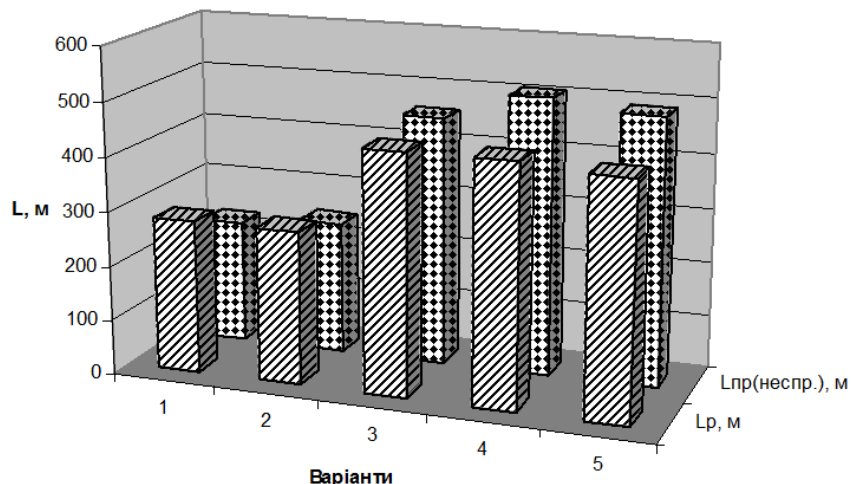
Варіант горловини	T_0^{\max} , с	H_p , м	L_p / L_{np}^{PE} , м	$V_{ex}^{ГП}$, м/с		$h_{гал}^{ГП}$, кДж/кН	$V_{ex}^{ППП}$, м/с		$h_{гал}^{ППП}$, кДж/кН	$V_{ex}^{ППП}$, м/с		$h_{гал}^{ППП}$, кДж/кН
				ДХ (Х)	ДП		ДХ (Х)	ДП		ДХ (Х)	ДП	
1	17,50	1,33	282,11 / 228,65	-	-	-	-	-	-	3,42	0,74	0,474
2	11,70	1,43	282,11 / 244,87	4,08	3,83	0,484	-	-	-	2,70	1,64	0,278
3	10,00	3,18	441,15 / 458,82	5,02	4,61	-	6,44	5,09	1,905	3,09	2,65	0,403
4	8,23	3,66	441,80 / 509,05	5,43	4,99	0,030	7,22	5,92	2,116	3,98	3,52	0,735
5	8,23	3,83	429,85 / 491,31	6,75	5,95	0,048	7,27	6,01	2,082	3,86	3,44	0,686

З цих даних очевидно, що для обох ГМП (варіанти 1,2) пробіг розрахункового бігуна до розрахункової точки у несприятливих умовах не забезпечується, а отже, згідно з [1], дані сортувальні гірки не відповідають вимогам безпеки скочування вагонів та безперебійності виробничого

процесу. Натомість, у варіантах 3-5 спостерігається перепробіг розрахункового бігуна. Це пояснюється завищеною висотою гірки, що, в свою чергу, призводить до збільшення витрат на гальмування дуже хорошого бігуна у процесі скочування та не сприяє

ресурсозбереженню. Між тим потужність 1 ГП на умову забезпечення необхідних інтервалів на розділових елементах та допустимої швидкості входу на 2 ГП

використовується тільки у 4 та 5 варіантах та складає лише 0,029 та 0,048 кДж/кН відповідно.



Варіанти	1	2	3	4	5
▨ Lp, м	282,11	282,11	441,15	441,8	429,85
▣ Lpr(неспр.), м	228,65	244,87	458,82	509,05	491,31

Рис. 1. Результати імітаційного моделювання щодо пробігу розрахункового бігуна до розрахункової точки за варіантами

Вищенаведене свідчить про те, що розрахункова висота та поздовжній профіль, які були отримані за методикою [1], не є оптимальними; в деяких випадках це призводить до необґрунтовано завищених та нераціонально застосованих енерговитрат, якими супроводжується сортувальний процес, а в деяких до неможливості забезпечення його безпеки та безперебійності.

Розроблене у [12] програмне забезпечення дозволило провести комплексний розрахунок щодо визначення оптимального поздовжнього профілю сортувальних гірок виходячи з мінімізації потрібної потужності уповільнювачів спускної частини.

Результати розрахунків наведені у табл. 2 і на рис. 2-6, що подані у вигляді порівняння рекомендованих конструк-

тивних параметрів з тими, що були отримані за методикою ПНПСП.

Аналіз результатів проведених розрахунків свідчить про таке:

- конструктивні параметри сортувальних пристроїв, отримані згідно із запропонованою процедурою їх комплексного розрахунку, на відміну від тих, що були визначені згідно з вимогами ПНПСП, характеризуються полого-східчастим поздовжнім профілем спускної частини;

- враховуючи встановлену у [12] незначну залежність потрібної потужності ПП від зміни уклону стрілочної зони (до 5,8 %), проектування відповідної дільниці виконувалося на максимально допустимому уклоні 2 %, наслідком чого стало зменшення профільної висоти дільниці від вершини гірки до початку стрілочної зони, що, відповідно, призвело

до зменшення потрібної потужності розташованих на ній уповільнювачів;

- для ГМП з єдиною ПГП (1 варіант) забезпечення умови докочування розрахункового бігуна до розрахункової точки в зимових несприятливих умовах стало можливим внаслідок збільшення висоти сортувальної гірки на 18 % (рис. 2). При цьому потрібна потужність єдиної ПГП збільшилася на 19,4 %;

- використання полого-східчастого типу профілю для ГМП з однією гальмовою позицією на спускній частині (2 варіант, рис. 3) дозволило забезпечити виконання вимоги щодо безпеки та

безперебійності сортувального процесу та залишити висоту сортувальної гірки незмінною (1,43 м). Незмінною залишилася сумарна потрібна потужність гальмової позиції спускної частини (1,280 кДж/кН);

- застосування рекомендованого поздовжнього профілю спускної частини дозволило зменшити висоту для ГСП (3 варіант, рис. 4) та обох варіантів ГВП (4 варіант рис. 5 і 5 варіант рис. 6) відповідно на 21,8, 33,1 та 30,1 %. При цьому сумарна потрібна потужність гальмових позицій спускної частини зменшилася на 26,7, 39,8 та 36,1 % відповідно.

Таблиця 2

Базисний та рекомендовані варіанти конструктивного виконання поздовжнього профілю сортувальних гірок

Варіант горловини	Варіант профілю	$i_{шв1}, \%$	$i_{шв2}, \%$	$i_{шв3}, \%$	$i_{1ГП}, \%$	$i_{пр}, \%$	$i_{2ГП}, \%$	$i_{сз}, \%$	$i_{ПГП}, \%$	$i_{РТ}, \%$	$H_p, \text{ м}$
1	ПНПСП	26,2	7,0	–	–	–	–	2,0	1,5	0,6	1,33
	рекоменд.	19,9	22,7	–	–	–	–	2,0	1,5	0,6	1,57
2	ПНПСП	30,6	–	–	7,0	–	–	2,0	1,5	0,6	1,43
	рекоменд.	19,2	–	–	21,4	–	–	2,0	1,5	0,6	1,43
3	ПНПСП	44,8	–	–	19,8	7,0	7,0	2,0	1,5	0,6	3,18
	рекоменд.	29,7	–	–	7,0	3,1	25,3	2,0	1,5	0,6	2,61
4	ПНПСП	50,0	–	–	25,0	8,0	7,0	2,0	1,5	0,6	3,66
	рекоменд.	33,1	–	–	7,2	2,4	25,7	2,0	1,5	0,6	2,75
5	ПНПСП	50,0	25,0	21,2	12,0	7,0	7,0	2,0	1,5	0,6	3,83
	рекоменд.	31,2	30,9	12,9	7,1	1,6	13,1	2,0	1,5	0,6	2,94

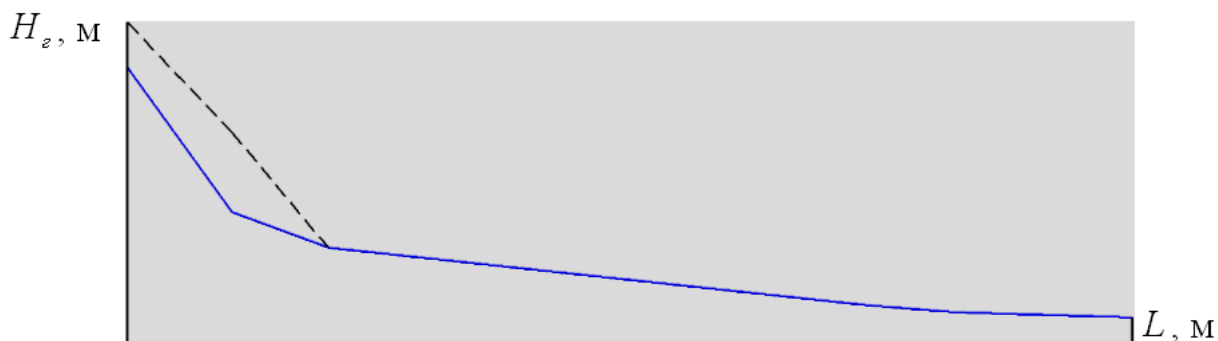


Рис. 2. Конструктивні параметри ГМП з єдиною ПГП, рекомендовані ПНПСП (суцільна лінія) та отримані за результатами їх комплексного розрахунку (штрихова лінія)

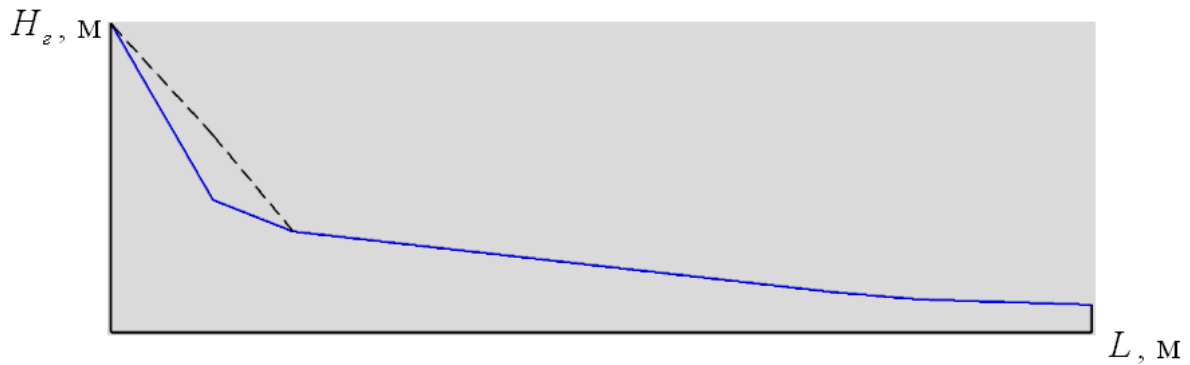


Рис. 3. Конструктивні параметри ГМП з 1 гальмовою позицією на спускній частині рекомендовані ПНПСП (суцільна лінія) та отримані за результатами їх комплексного розрахунку (штрихова лінія)

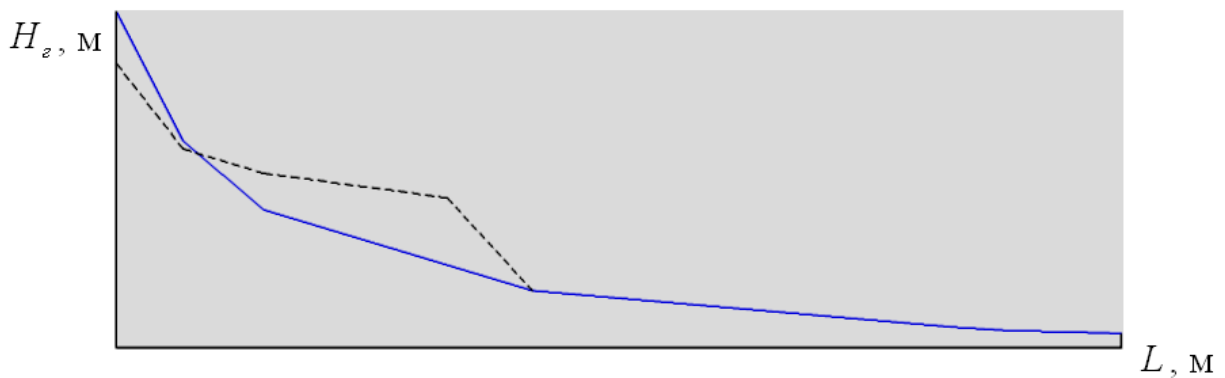


Рис. 4. Конструктивні параметри ГСП, рекомендовані ПНПСП (суцільна лінія) та отримані за результатами їх комплексного розрахунку (штрихова лінія)

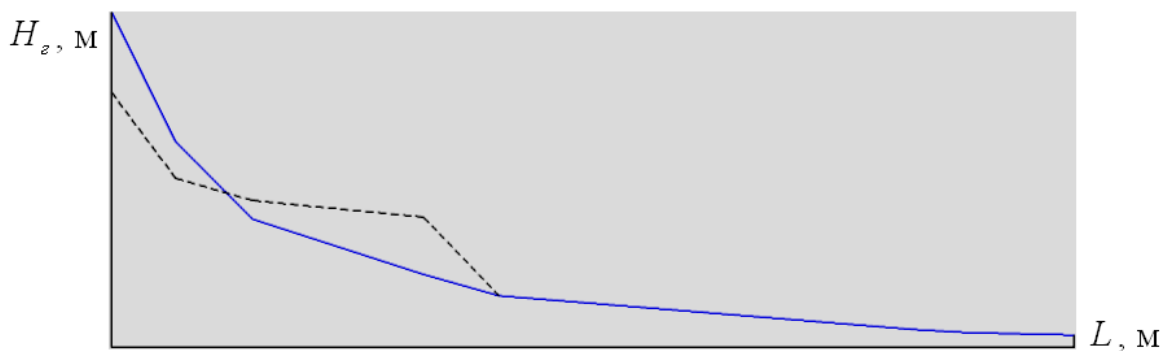


Рис. 5. Конструктивні параметри ГВП з розташуванням 1 ГП до 1-ї розділової стрілки, рекомендовані ПНПСП (суцільна лінія) та отримані за результатами їх комплексного розрахунку (штрихова лінія)

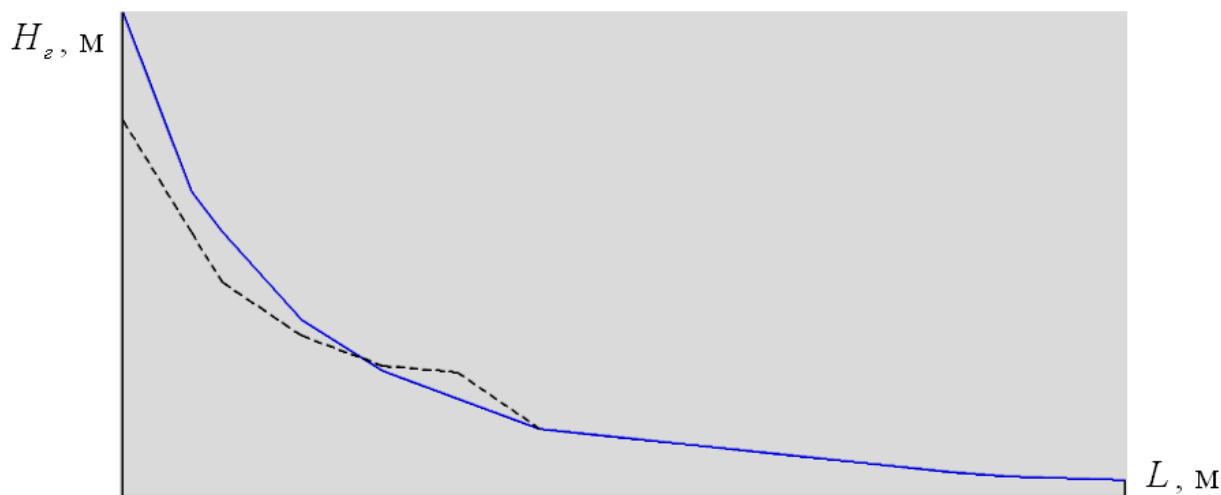


Рис. 6. Конструктивні параметри ГВП з розташуванням 1 ГП після 1-ї розділової стрілки, рекомендовані ПНПСП (суцільна лінія) та отримані за результатами їх комплексного розрахунку (штрихова лінія)

Вищенаведені результати відносно зміни величини сумарної потрібної потужності гальмових позицій спускної частини при застосуванні рекомендованого типу поздовжнього профілю у випадках варіантів 3-5 свідчать про доцільність його застосування. Результати, отримані для ГМП з єдиною ПГП (1 варіант), попри збільшення висоти гірки та потрібної потужності ПГП, також є такими, що дозволяють рекомендувати до застосування полого-східчастий тип поздовжнього профілю, який у даному випадку забезпечує виконання умови стосовно безпеки та безперебійності сортувального процесу.

Отримані вище конструктивні параметри сортувальних гірок визначалися з одночасним проведенням імітаційного моделювання процесу скочування розрахункових бігунів та перевіркою їх на забезпечення пробігу розрахункового бігуна в зимових несприятливих умовах до розрахункової точки.

Результати імітаційного моделювання процесу скочування розрахункових бігунів при поздовжньому профілі ПНПСП та полого-східчастому профілі наведені відповідно в табл. 3 та 4. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити такі висновки.

Пробіг розрахункового бігуна до розрахункової точки в зимових несприятливих умовах скочування забезпечується в усіх випадках у повній мірі.

Висота сортувальних пристроїв та конструкції їх поздовжнього профілю задовольняють вимоги забезпечення можливості реалізації встановленої швидкості розпуску в усіх випадках.

У 1 варіанті (ГМП з єдиною ПГП), внаслідок зміни конструктивних параметрів (збільшення висоти гірки та застосування полого-східчастого поздовжнього профілю спускної частини), величина гальмування хорошого бігуна (ХБ) на ПГП за умови виходу з неї з допустимою швидкістю збільшилася як в несприятливих, так і сприятливих умовах скочування на величину 56,2 та 18,5 % відповідно. В той же час, потрібна потужність ПГП, яка повинна забезпечити зупинку дуже хорошого бігуна (ДХБ) у літніх сприятливих умовах та є вирішальною при виборі остаточної потрібної потужності та кількості уповільнювачів, збільшилася не дуже суттєво – на 16,2 %. Обґрунтуванням для застосування таких конструктивних параметрів даної ГМП служить забезпечення виконання вимоги стосовно безпеки та безперебійності сортувального процесу.

Результати імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів (поздовжній профіль ПНПСП)

Варіант горловини	T_0^{\max} , с	H_p , м	L_p , м	Умови скочування	L_{np}^{PB} , м	V_{ex}^{1GP} , м/с		$h_{гал}^{1GP}$, кДж/кН		V_{ex}^{2GP} , м/с		$h_{гал}^{2GP}$, кДж/кН		$V_{ex}^{ППП}$, м/с		$h_{гал}^{ППП}$, кДж/кН		$h_{зуп}$, кДж/кН	$H_{тсч}$, кДж/кН
						ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДП				
1	17,50	1,33	282,11	неспр	228,65	-	-	-	-	-	-	-	3,42	0,74	0,474	1,173	1,370		
				сприят.	316,29	-	-	-	-	-	-	4,58	2,70	1,007					
2	11,70	1,43	282,11	неспр	244,87	4,08	3,83	0,484	-	-	-	2,70	1,64	0,278	0,647	1,280			
				сприят.	358,95	4,33	4,14	0,772	-	-	-	3,29	3,22	0,481					
3	10,00	3,18	441,15	неспр	458,82	5,02	4,61	-	6,44	5,09	1,905	3,09	2,65	0,403	2,573	3,230			
				сприят.	672,33	5,05	4,71	-	6,64	5,70	2,019	3,47	4,62	0,545					
4	8,23	3,66	441,80	неспр	509,05	5,43	4,99	0,030	7,22	5,92	2,116	3,98	3,52	0,735	3,097	3,830			
				сприят.	778,26	5,46	5,09	-	7,42	6,51	2,147	4,47	5,37	0,961					
5	8,23	3,83	429,85	неспр	491,31	6,75	5,95	0,048	7,27	6,01	2,082	3,86	3,44	0,686	3,121	4,070			
				сприят.	736,72	6,82	6,24	-	7,49	6,60	2,159	4,26	5,18	0,866					

Результати імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів (рекомендований варіант профілю)

Варіант горловини	T_0^{\max} , с	H_p , м	L_p , м	Умови скочування	L_{np}^{PB} , м	$V_{вх}^{1ГП}$, м/с		$h_{гал}^{1ГП}$, кДж/кН		$V_{вх}^{2ГП}$, м/с		$h_{гал}^{2ГП}$, кДж/кН		$V_{вх}^{3ГП}$, м/с		$h_{гал}^{3ГП}$, кДж/кН		$h_{зуп}$, кДж/кН	$H_{тсч}$, кДж/кН
						ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДП	ДХ(Х)	ДХ(Х)			
1	17,50	1,57	282,11	неспр	282,11	-	-	-	-	-	-	-	4,76	2,32	1,082	1,400	1,660		
				сприят.	375,91	-	-	-	-	-	-	5,03	3,40	1,235					
2	11,70	1,43	282,11	неспр	282,11	3,22	2,66	0,819	-	-	-	3,09	2,32	0,406	0,630	1,280			
				сприят.	376,69	3,26	2,80	0,862	-	-	-	3,25	3,41	0,464					
3	10,00	2,61	441,15	неспр	441,15	3,35	2,88	0,583	3,03	2,55	0,955	3,06	1,77	0,393	1,728	2,550			
				сприят.	567,45	3,38	2,99	0,384	3,77	3,28	1,239	3,32	3,73	0,490					
4	8,23	2,75	441,80	неспр	441,80	3,96	3,50	0,705	3,50	3,26	0,863	3,72	2,22	0,631	1,813	2,740			
				сприят.	604,94	3,99	3,61	0,496	4,16	3,89	1,051	4,12	4,06	0,805					
5	8,23	2,94	429,85	неспр	429,85	5,52	4,69	0,935	4,32	4,48	0,682	3,59	2,23	0,583	1,695	2,990			
				сприят.	590,35	5,59	4,95	0,708	4,93	5,06	0,886	3,99	4,04	0,752					

У 2 варіанті (ГМП з однією гальмовою позицією на спускній частині) при використанні рекомендованого типу поздовжнього профілю спостерігається збільшення необхідної величини гальмування ХБ на І ГП на 40,9 та 10,4 % відповідно в несприятливих та сприятливих умовах скочування. Зважаючи на те, що остаточна потужність цієї ГП має визначатися в сприятливих умовах, то отримана зміна необхідної потужності гальмування (10,4 %) не є значною. Потрібна величина гальмування ХБ на ППП у несприятливих умовах збільшилася на 31,5%, а у сприятливих зменшилася на 3,5%, при цьому потрібна потужність для забезпечення зупинки ДХБ у літніх сприятливих умовах зменшилася на 2,6 %.

У 3-5 варіантах потрібна величина гальмування ХБ (для ГСП) та ДХБ (для ГВП) на І ГП для забезпечення допустимої швидкості входу на ІІ ГП та вимог інтервального регулювання швидкості скочування вагонів була значно збільшена в усіх випадках як в несприятливих, так і сприятливих умовах скочування. Однак, зважаючи на те, що за умови застосування поздовжнього профілю, отриманого згідно з вимогами ПНПСП, величина необхідного гальмування на І ГП перебувала в межах від 0,0 до 0,048 кДж/кН (що свідчить про нераціональне використання потужності І ГП), вищезгадане її збільшення є цілком обгрунтованим. Натомість, необхідна величина гальмування на 2 ГП для забезпечення допустимої швидкості входу на ППП та вимог інтервального регулювання швидкості скочування вагонів у цих варіантах була зменшена в несприятливих (відповідно на 49,9, 59,2 та

67,2 %) та сприятливих умовах скочування (відповідно на 38,6, 51,1 та 59 %). Крім того, необхідна величина гальмування на ППП для забезпечення допустимої швидкості виходу бігунів також була зменшена як у несприятливих (на 2,5, 14,2 та 15 % відповідно), так і сприятливих умовах (на 10,1, 16,2 та 13,2 % відповідно).

На відміну від конструктивних параметрів, отриманих згідно з вимогами ПНПСП, необхідна величина гальмування на 2 ГП для забезпечення в її кінці зупинки ДХБ у літніх сприятливих умовах скочування для 3-5 варіантів була зменшена на величину 32,8, 41,5 та 45,7% відповідно.

Висновки. Проведені комплексні розрахунки конструктивних параметрів для типових гіркових горловин дозволили рекомендувати як оптимальний положосхідчастий тип поздовжнього профілю спускної частини. Результати імітаційного моделювання процесу скочування розрахункових бігунів, що були отримані із застосуванням рекомендованих конструктивних параметрів сортувальних гірок, свідчать про забезпечення пробігу розрахункового бігуна до розрахункової точки в зимових несприятливих умовах скочування (що свідчить про забезпечення вимог безпеки та безперервності сортувального процесу) та можливість реалізації встановленої швидкості розпуску в усіх випадках.

Запропоноване виконання конструктивних параметрів сортувальних гірок забезпечує найбільш раціональне та енергоефективне використання потужності кожної з гальмових позицій.

Список літератури

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР [Текст] // ВСН 207–89 / МПС. – Нормативное производственно-практическое издание. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.
2. Образцов, В. Н. Станции и узлы. [Текст] / В.Н. Образцов. – М.: Трансжелдориздат, 1929. – Ч. 2. – 90 с.

3. Рогинский, М.О. Механизация сортировочных горок [Текст] / М.О. Рогинский. – М.: Трансжелдориздат, 1938. – 87 с.
4. Бартенев, П.В. Станции и узлы [Текст] / П. В. Бартенев. – М.: Трансжелдориздат, 1945. – 127 с.
5. Павлов, В.Е. Брохистохрома применительно к сортировочной горке [Текст] / В.Е. Павлов // Сб. науч. трудов. – Л.: ЛИИЖТ, 1969. – № 300. – С. 76-85.
6. Нагорный, Е.В. Научные основы и разработка комплексной технологии поточной и непрерывной переработки вагонов на сортировочных станциях [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук / Е.В. Нагорный. – Харьков, 1994. – 365 с.
7. Бессоненко, С.А. Расчет продольного профиля спускной части сортировочной горки [Текст] / С.А. Бессоненко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов / Труды БелИИЖТа. – Гомель, 1984. – С. 69-76.
8. Огарь, А.Н. Повышение ресурсосбережения и эффективности функционирования сортировочных горок при оптимизации продольного профиля [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / А.Н. Огарь. – Харьков, 2002. – 194 с.
9. Правдин, Н.В. Комплексный расчет уклонов продольного профиля спускной части и высоты сортировочной горки по вероятностным показателям [Текст] / Н.В. Правдин, С.А. Бессоненко // Транспорт: наука, техника, управление. – 2006. – № 7. – С. 12-19.
10. Огар, О.М. Аналіз і особливості конструкції гіркових горловин вітчизняних сортувальних пристроїв [Текст] / О.М. Огар, О.В. Розсоха, С.М. Светличний // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 85. – С. 57–64.
11. Гуричев, Ю.Т. Об одном подходе к задаче нахождения оптимальных параметров горки [Текст] / Ю.Т. Гуричев, А.Н. Гуда, С.Н. Дегтярев, Н.Н. Новгородов // Микропроцессорные системы управления на железнодорожном транспорте / Труды РИИЖТа. – Ростов-на-Дону, 1984. – Вып. 54. – С. 35-38.
12. Куценко, М.Ю. Підвищення енергоефективності функціонування сортувальних пристроїв на основі комплексної оптимізації конструктивних параметрів [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / М.Ю. Куценко. – Харків, 2009. – 268 с.
13. Конструкции и параметры стрелочных горловин автоматизированных и механизированных сортировочных горок [Текст] / под ред. А.П. Гоголева. – Л.: Гипротрансигнальсвязь, 1983. – 63 с.

Ключові слова: сортувальна гірка, оптимізація конструктивних параметрів, полого-східчастий поздовжній профіль.

Анотації

У статті проведено дослідження динамічних та енергетичних характеристик полого-східчастого поздовжнього профілю сортувальних гірок. Результати імітаційного моделювання процесу скочування розрахункових бігунів свідчать про забезпечення вимог безпеки та безперебійності сортувального процесу. Запропонований полого-східчастий тип поздовжнього профілю дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати на забезпечення сортувального процесу.

В статье проведено исследование динамических и энергетических характеристик полого-ступенчатого продольного профиля сортировочных горок. Результаты имитационного моделирования процесса скатывания расчетных бегунов свидетельствуют об обеспечении требований безопасности и бесперебойности сортировочного процесса.

Предложенный полого-ступенчатый тип продольного профиля позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы на обеспечение сортировочного процесса.

In this paper a study of dynamic and energetic characteristics of the hollow-stage longitudinal profile marshalling humps. Simulation results of the process rolling settlement runners indicate that ensuring safety and security of the sorting process. Proposed a hollow-step type longitudinal profile can significantly reduce the operational costs of providing sorting process.

УДК 656.21.02.001.6(07)

*Канд. техн. наук К.В. Крячко,
О.М. Шалімова, Є.В. Кабанець,*

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ВНУТРІШНЬОВУЗЛОВИХ ХОДІВ

Представив д-р техн. наук, професор В.М. Запара

Вступ та актуальність проблеми.

Залізничні вузли – це дуже складні системи, що розташовані на перехрещенні або злитті трьох та більше магістральних ліній і включають до свого складу, як правило, декілька станцій, з'єднаних внутрішньовузловими ходами, розв'язки на підходах та всередині вузла, обхідні колії, необхідні сполучення між промисловими підприємствами і магістральними роздільними пунктами.

В Україні нараховується близько 150 залізничних вузлів різних типів, з яких понад 70 % складають вузли з однією об'єднаною станцією, яка не завжди навіть є технічною, але виконує в повних обсягах пасажирську, технічну, сортувальну та вантажну роботу. Пропускна спроможність таких вузлів визначається згідно з Інструкцією [1] і не повинна бути меншою, ніж пропускна спроможність примикаючих до них підходів.

Серед інших залізничних вузлів майже дві третини складають вузли з послідовним розташуванням основних станцій – пасажирських (ПС) і сортувальних (СС), пропускна спроможність яких залежить, в

першу чергу, від кількості головних колій у межах вузла та їх взаємного розташування відносно цих станцій.

Протягом 18 років незалежності України довжина залізниць скоротилась майже на 2 тис. км; у зв'язку із зменшенням обсягів руху поїздів, була ремонтвана частина не тільки станційних, але і головних колій на перегонах та в межах залізничних вузлів. Незважаючи на наявність інструктивних вказівок щодо розрахунку необхідної пропускної спроможності, на даний час не існує чіткої типової методики визначення кількості головних колій на внутрішньовузлових ходах, тому дана проблема є актуальною при будь-яких обсягах руху поїздів.

Аналіз досліджень і публікацій.

Значний внесок у теорію розрахунку технічного забезпечення необхідної пропускної спроможності внутрішньовузлових ходів зробили такі вчені: Земблінов С.В., Скалов К.Ю., Правдін М.В., Акулінічев В.М.

В результаті проведеного аналізу було встановлено, що в сучасних умовах дане питання вимагає додаткових досліджень.

Визначення мети та задачі дослідження. Основною задачею є визначення технічного забезпечення необхідної пропускної спроможності внутрішньовузлових ходів з метою організації стабільної роботи залізничних вузлів і примикаючих залізничних ліній.

Основний матеріал досліджень. Згідно з [2], число головних колій визначається від коефіцієнта заповнення пропускної спроможності:

$$K_{зпс} = N_{ппс} / n_{ппс} \quad (1)$$

де $N_{ппс}$, $n_{ппс}$ – потрібна та наявна пропускна спроможність головних колій, поїзд/доб.

Потрібна пропускна спроможність має забезпечувати пропускання заданого числа поїздів різних категорій на розрахункові терміни експлуатації з урахуванням необхідного резерву.

Оскільки розв'язки підходів до залізничного вузла, відповідно до вимог [3], з урахуванням можливого їх розвитку, повинні проектуватися на п'ятий рік експлуатації, то такий же термін має встановлюватися і при визначенні потрібної пропускної спроможності головних колій у межах вузла. Розрахункове значення $N_{ппс}$ має відрізнятися від максимального на величину резерву (а_{рез}), що враховує технологічні перерви для утримання і ремонту пристроїв та споруд, а також резерв для забезпечення внутрішньодобових коливань обсягів руху поїздів. При проектуванні одноколійних ліній $\alpha_{рез} = 0,2$; а при спорудженні двоколійних ліній, других головних колій та під'їзних колій $\alpha_{рез} = 0,15$.

$$N_{ппс} = (1 - \alpha_{рез}) N_{в} + \sum_{i=1}^k E_i N_i \quad (2)$$

де $N_{в}$ – кількість вантажних поїздів розрахункового року експлуатації (визначається для кожного напрямку окремо), поїзд;

N_i – кількість поїздів різних категорій, які відповідно до організації їх руху або швидкості руху знімають з графіка руху певну кількість вантажних поїздів, поїзд;

E_i – коефіцієнт зняття вантажних поїздів з графіка руху поїздами інших категорій (пасажирськими, збірними, прискореними та ін.).

Залежно від різних факторів E_i набуває відповідних значень, які рекомендується визначати за формулами, згідно з [1], але для попередніх розрахунків можна використовувати такі середні значення:

1. Для одноколійних (через дріб – для двоколійних) дільниць, обладнаних автоматичним блокуванням або диспетчерською централізацією, – $E_{пс} = 1,4/1,8$; $E_{прм} = 1,5/1,6$; $E_{прс}^в = 2,2/2,4$; $E_{прс}^{пi} = 2,6/3,0$; $E_{зб} = 2,8/3,2$.

2. Те ж для дільниць, обладнаних напівавтоматичним блокуванням, – $E_{пс} = 1,3/1,4$; $E_{прм} = 1,4/1,5$; $E_{прс}^в = 2,0/2,2$; $E_{прс}^{пi} = 2,5/2,8$; $E_{зб} = 2,6/2,9$ (значення наведені відповідно для приміських, пасажирських, прискорених вантажних, прискорених або швидких пасажирських та збірних поїздів).

Наявну пропускну спроможність також слід визначати за формулами [1], але середнє значення можна прийняти:

1. Для одноколійних дільниць $n_{ппс} = 30$ поїздів на добу.

2. Для двоколійних дільниць, обладнаних напівавтоматичним блокуванням, – 72 поїзди на добу, автоматичним блокуванням тризначним – 120, чотиризначним – 160, частотним – 240.

Для визначення $N_{ппс}$ слід розглядати шість розрахункових схем розташування основних станцій і головних колій у залізничному вузлі (див. рисунок).

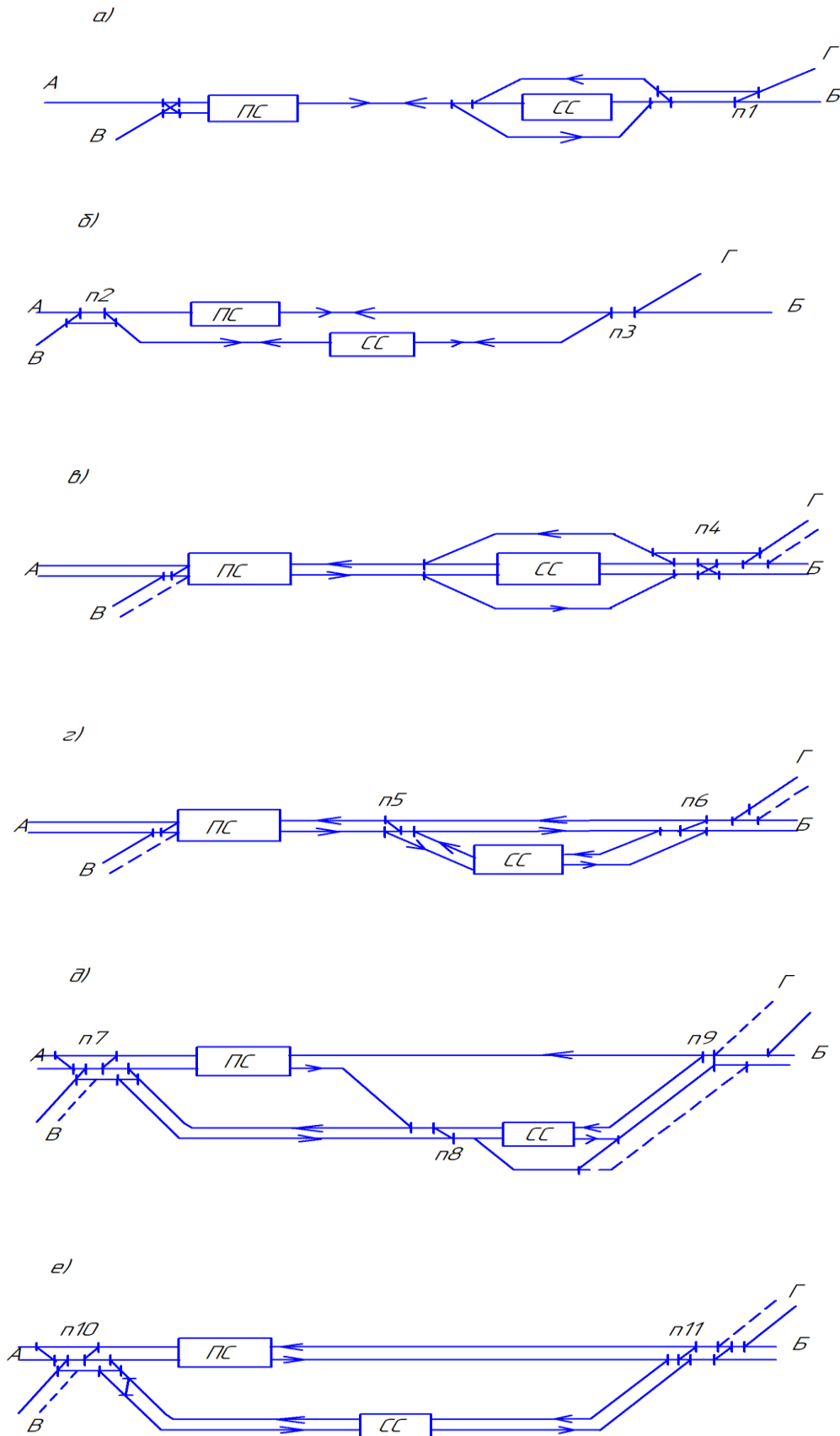


Рис. Розрахункові схеми для визначення потрібної пропускної спроможності внутрішньовузлових ходів

Якщо станції розташовані за схемами 1а, 1в, то:

$$N_{\text{ппс}} = (1 - \alpha_{\text{рез}}) \left\{ N_B + \left[\sum_{j=1}^f E_{ncj} N_{ncj} + E_{\text{прmj}} N_{\text{прmj}} + (E_{\text{прcj}}^B - 1) N_{\text{прcj}}^B + (E_{\text{прcj}}^{nc} - 1) N_{\text{прcj}}^{nc} + (E_{\text{збj}} - 1) N_{\text{збj}} \right] \right\}, \quad (3)$$

де f – кількість підходів до залізничного вузла.

При розташуванні станцій за схемами 1б, 1д, 1е слід окремо визначити $N_{\text{ппс}}$ від розв'язок до ПС і від розв'язок до СС.

$$N_{\text{ППС}}^{\text{ПС}} = (1 - \alpha_{\text{рез}}) \left\{ N_{nc} + \sum_{j=1}^f [(E_{\text{ШВj}} - 1) N_{\text{ШВj}} + (E_{\text{ПРМj}} - 1) N_{\text{ПРМj}}] \right\}, \quad (4)$$

$$N_{\text{ППС}}^B = (1 - \alpha_{\text{рез}}) \left\{ N_B + \sum_{j=1}^f [(E_{\text{ПРСj}} - 1) N_{\text{ПРСj}} + (E_{\text{збj}} - 1) N_{\text{збj}}] \right\}. \quad (5)$$

При цьому слід враховувати, що при розташуванні станцій за схемами 1а та 1б коефіцієнт резерву необхідно приймати 0,2, а за іншими схемами – 0,15. Якщо до вузла примикають підходи з різною кількістю колій, то $\alpha_{\text{рез}} = 0,15$.

В окремих випадках може застосовуватися схема 1г, при цьому від ПС до розв'язки П5 слід визначити $N_{\text{ппс}}$ за формулою (3); від П5 до П6 – за формулою (4), і від СС до П5 та П6 – за формулою (5).

Після розрахунку $K_{\text{зпс}}$ у кожному напрямку слід виконувати аналіз результатів і робити відповідні висновки щодо необхідної кількості головних колій, при цьому необхідно врахувати вимоги ПТЕ [4] щодо визначення інтенсивного та особливо інтенсивного руху на одноколіїних та двоколіїних лініях.

Число головних колій між основними станціями або між розв'язкою та певною станцією пропонується визначити:

$$m_{\text{ГК}} = (K'_{\text{зпс}} + K''_{\text{зпс}}) / (1 - \alpha_{\text{рез}}), \quad (6)$$

де $K'_{\text{зпс}}, K''_{\text{зпс}}$ – коефіцієнт заповнення пропускної спроможності головної колії відповідно у непарному та парному напрямку.

Якщо для схеми 1а $m_{\text{ГК}} \leq 0,8$, то між ПС і СС проектується одноколіїна лінія; при $m_{\text{ГК}} = 0,81 \dots 1,6$ – дві головні колії двосторонньої дії; при $m_{\text{ГК}} \leq 1,6$ та особливо інтенсивному русі поїздів – двоколіїна лінія зі спеціалізацією колій за напрямком руху.

Для схеми 1в при $m_{\text{ГК}} \leq 1,7$ між ПС і СС проектується двоколіїна лінія; при $m_{\text{ГК}} = 1,71 \dots 2,51$ та інтенсивному русі поїздів слід проектувати третю головну колію двосторонньої дії, а при $m_{\text{ГК}} > 2,51$ та при особливо інтенсивному русі – дві двоколіїні лінії, з яких одна пара головних колій спеціалізується для пасажирського, а інша – для вантажного руху, при цьому на примикаючих підходах слід застосовувати частотне автоблокування.

Для схеми 1б висновки такі ж, як і для схеми 1а, тільки відповідна кількість головних колій повинна укладатися від розв'язок до ПС та до СС.

Якщо для схеми 1д і 1е $m_{ГК} \leq 1,7$, то між розв'язками та ПС або СС проектується двоколіїні лінії; при $m_{ГК} = 1,71 \dots 2,51$ та інтенсивному пасажирському русі між розв'язками та ПС проектується третя головна колія двосторонньої дії (як правило, примикаючи підходи із В та Г – одноколіїні), а між розв'язками та СС проектується третя головна колія, що спеціалізується для руху вантажних поїздів у переважному напрямку; а при $m_{ГК} > 2,51$ та особливо інтенсивному русі – між розв'язками і ПС слід укласти дві двоколіїні лінії, з яких одна пара головних колій призначена для дальніх пасажирських, а інша – для місцевих пасажирських та приміських поїздів; а між розв'язками і СС проектується дві головні колії для руху вантажних поїздів у переважному, та дві – у непереважному напрямку (як правило, примикаючи підходи із В і Г – двоколіїні).

Для схеми 1г кількість головних колій між ПС і розв'язкою П5 проектується як і для схеми 1в; між розв'язками П5 і П6 – як і для схеми 1е між ПС і розв'язками, а між П5 – СС – П6 – як для схеми 1е між П10 – СС – П11.

Висновки. Технічне забезпечення пропускної спроможності внутрішньовузлових ходів може здійснюватися за рахунок впровадження як організаційно-технологічних, так і реконструктивних заходів, але в кожному випадку їм повинно відповідати необхідне число головних колій між основними станціями вузла, яке пропонується визначити згідно з розробленою методикою.

У подальших дослідженнях передбачається визначення впливу завантаження розв'язок на підходах до вузла як на пропускну спроможність, так і на кількість головних та з'єднувальних колій у межах розв'язок та вузла.

Список літератури

1. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України [Текст]: ЦД – 0036. – К.: Транспорт України, 2012. – 376 с.
2. Крячко, В.І. Проектування сортувальної станції та залізничного вузла [Текст] / В.І. Крячко // Навч. посіб. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – 66 с.
3. ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]. – К. : Мінрегіонбуд, 2008. – 122 с.
4. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]. – К.: Транспорт України, 2003. – 238 с.

Ключові слова: внутрішньовузлові ходи, пропускна спроможність, коефіцієнт резерву, залізничний вузол, розв'язка.

Анотації

Запропонована методика визначення пропускної спроможності внутрішньовузлових ходів і кількості головних колій на них залежно від взаємного розташування основних станцій у вузлі та схеми пропускання поїздів різних категорій по відношенню до них.

Предложена методика определения пропускной способности внутриузловых ходов и количества главных путей на них в зависимости от взаимного расположения основных станций в узле и схемы пропуска поездов различных категорий по отношению к ним.

Offered method of determination of carrying capacity of into a knot motions and number of main ways on them depending on the mutual location of the basic stations in a knot and chart of admission of trains of different categories to in relation to by him.

УДК 331.464.3

*Канд. техн. наук В.Г. Брусенцов,
д-р техн. наук М.И. Ворожбян,
старш. препод. И.И. Бугайченко,
ассист. О.В. Брусенцов (УкрГАЗТ),
канд. биол. наук Л.В. Аладышева (НИИПМ)*

ЛИЧНОСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАК ФАКТОР РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Введение. Безопасность движения на железнодорожном транспорте сегодня определяет «человеческий фактор», на долю которого приходится около 80 % причин и предпосылок транспортных происшествий [1]. Сегодня этот термин подразумевает, в решающей мере, профессиональную надежность железнодорожных операторов – работников локомотивных бригад и оперативного диспетчерского персонала. Следовательно, важнейшим условием поддержания безопасности должен быть контроль их профессиональной надежности.

Анализ последних публикаций. Одной из важнейших составляющих профессиональной надежности является работоспособность, которая определяется как «способность поддержания организма в оптимальном рабочем состоянии для максимизации вносимого вклада в результат рабочей системы, благодаря физическому или информационному труду» [2]. Следовательно, проблема контроля уровня их работоспособности является более чем актуальной.

При организации такого контроля большое значение имеет, на какой основе он производится – на основе среднестатистической или индивидуальной

нормы. В последнем варианте контроль может быть существенно эффективнее [3].

При этом встает вопрос об основе индивидуального подхода, для этого используют конституциональные, психофизиологические, нейрофизиологические и другие особенности человека. Одним из широко применяемых в настоящее время является изучение личностных особенностей, для чего применяется ряд тестов.

Основная часть. Для оценки влияния личностных особенностей на такую важную составляющую работоспособности, как уровень здоровья железнодорожных операторов, было проведено экспериментальное исследование. Большая группа работников была протестирована по тесту Кеттелла и у них был определен показатель «Уровень физического состояния» (УФС) [4]. Этот показатель, имея высокую корреляцию с велоэргометрическим стресс-тестом, занимает мало времени и не требует сложных медицинских процедур.

Для учета гендерных различий, корреляционный анализ полученных данных проводился отдельно для мужчин и женщин. Были получены корреляционные уравнения, выявляющие значимые связи

УФС с рядом личностных характеристик, при этом были обнаружены заметные гендерные различия.

Для мужчин:

$$\text{УФС} = 0,4491 + 0,0011 \cdot A + 0,0023 \cdot E - 0,0021 \cdot F - 0,0014 \cdot H + 0,0013 \cdot M + 0,0010 \cdot N + 0,0022 \cdot O - 0,0022 \cdot Q_1 + 0,0008 \cdot Q_2$$

Для женщин:

$$\text{УФС} = 0,4905 - 0,0016 \cdot B - 0,0038 \cdot C + 0,0008 \cdot E - 0,0017 \cdot F + 0,0008 \cdot G + 0,0015 \cdot H + 0,0008 \cdot I + 0,0003 \cdot L + 0,0019 \cdot N - 0,0018 \cdot O + 0,0087 \cdot Q_1 + 0,0014 \cdot Q_2 + 0,0002 \cdot Q_3 + 0,0014 \cdot Q_4 - 0,0005 \cdot MD$$

Результаты показали, что у мужчин УФС оказался связанным только с фактором Q_1 , при высоких оценках которого человек характеризуется как критически настроенный, имеющий интеллектуальные интересы. Чем больше выражены указанные черты, тем выше вероятность наличия у данного человека высокого уровня УФС, что согласуется с данными о достаточно тесной связи уровня интеллекта с уровнем здоровья, полученными в Англии [5]. Таким образом, высокий интеллект позволяет иметь более высокий уровень здоровья.

У женщин значимую корреляцию с УФС показали факторы – Q_3 , M , MD , F , Q_4 :

- на уровне $p = 0,54$ фактор Q_3 «высокий самоконтроль – низкий самоконтроль». При высоких оценках, человек имеет развитый самоконтроль, точность выполнения социальных требований. При низких оценках наблюдаются недисциплинированность, внутренняя конфликтность представлений о себе;

- на уровне $p = 0,52$ фактор M – «мечтательность – практичность», высокая

оценка указывает на развитое воображение, ориентация на свой внутренний мир, высокий творческий потенциал человека;

- на уровне $p = 0,44$ фактор MD , характеризующий адекватность самооценки. При этом, чем сильнее женщина склонна переоценивать свои возможности, тем более низкий уровень УФС она имеет;

- на уровне $p = 0,4$ фактор F «сдержанность – экспрессивность». При высоких оценках по этому фактору человек энергичный, жизнерадостный;

- на уровне $p = 0,37$ фактор Q_4 – «расслабленность – напряженность». Высокая оценка свидетельствует о напряженности, фрустрированности.

Такое сочетание позволяет утверждать, что более высокому уровню УФС у женщин способствует наличие таких личностных особенностей, как:

- наличие развитого самоконтроля, высокий творческий потенциал;
- склонность скорее недооценивать свои возможности, чем их переоценивать;
- жизнерадостность, энергичность, динамичность.

Выводы. Выявлены связи уровня физического состояния и личностных особенностей у железнодорожных операторов, т.е. наличие определенных личностных особенностей может способствовать либо противодействовать сохранению здоровья, при этом наблюдаются выраженные гендерные различия. Знание этих зависимостей позволяет повысить эффективность контроля уровня профессиональной надежности железнодорожных операторов.

Список литературы

1. Савченко, С.В. Оценка уровня безопасности движения поездов и методы ее повышения [Текст] / С.В. Савченко // Перспективи впровадження технічних засобів безпеки руху на залізницях України. – Хмельник, 2010. – С. 21-25.
2. <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/rabotosposobnost-cheloveka.html>.

3. Самсонкин, В.Н. Теоретические основы контроля человеческого фактора в человеко-машинных системах на железнодорожном транспорте [Текст]: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.08 «Эксплуатация железнодорожного транспорта» / В.Н. Самсонкин. – Харьков, 1997. – 412 с.

4. Пирогова, Е.А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека [Текст] / Е.А. Пирогова, Л.Я. Иващенко, Н.П. Страпко. – М.: «Здоровье», 1986. – 150 с.

5. Ученые нашли связь между интеллектом и здоровьем [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.utro.ru/articles/2004/07/19/331251.shtml>.

Ключевые слова: человек-оператор, профессиональная надежность, личностные особенности, индивидуальная норма, контроль.

Аннотации

Виявлені і формалізовані залежності рівня фізичного стану від особистісних особливостей у залізничних операторів. При цьому спостерігаються виражені гендерні различия. Знання цих залежностей дозволяє підвищити ефективність контролю рівня професійної надійності залізничних операторів.

Виявлено і формалізовано залежності рівня фізичного стану від особистісних особливостей у залізничних операторів. При цьому спостерігаються виражені гендерні відмінності. Знання цих залежностей дозволяє підвищити ефективність контролю рівня професійної надійності залізничних операторів.

The dependence of physical conditions' level on railway operator's personal characteristics have been identified and formalized in this paper. Expressive gender distinctions can be observed. Knowledge about these dependences allows to increase the efficiency of controlling the level of railway operators' professional reliability.

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ

УДК 629.113.014.9

Канд. техн. наук В.М. Данько (Південна залізниця)

ШЛЯХИ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

Представив д-р техн. наук, професор О.Б. Бабанін

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Все різноманіття причин порушень безпеки руху поїздів можна об'єднати у дві основні групи: відмова (несправність) технічних засобів і порушення виконавцями встановленої технологічної дисципліни. Близько 60 % випадків браку в роботі викликано відмовою (несправністю) технічних засобів, що в значній мірі обумовлено високим ступенем зношення основних фондів залізничного транспорту. Висока частка браку в роботі (40 %) пов'язана з людським фактором. Це свідчить про проблеми в підготовці кадрів. Рівень їхніх знань необхідно постійно підвищувати й урахувувати індивідуальну придатність людини для виконання певної роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в галузі комп'ютерної підтримки процесу навчання мають більше ніж 30-літню історію. За цей період у США, Канаді, Англії, Франції, Японії, Росії, Україні й ряді інших країн була розроблена велика кількість комп'ютерних систем навчального призначення, орієнтованих на різні типи ЕОМ. У цивілізованих країнах стає вже стандартом постачати нові складні машини й технології комп'ютерними навчальними системами, які полегшують і прискорюють процес їхнього освоєння й впровадження

[1]. За кордоном розробку "м'якого" комп'ютерного продукту навчального призначення (методичних і програмно-інформаційних засобів) вважають досить дорогою справою в силу його високої наукоємності й необхідності спільної роботи різних висококваліфікованих фахівців [2].

З початку 80-х років минулого століття розпочав інтенсивно розвиватися новий напрямок у комп'ютеризації навчання – інтелектуальні навчальні системи, засновані на роботах у галузі штучного інтелекту [6]. Істотною частиною цих систем є моделі того, кого навчають, процесу навчання, предметної галузі, на основі яких для кожного, хто навчається, може будуватися раціональна стратегія навчання. Сьогодні комп'ютер, який обладнаний технічними засобами мультимедіа, дозволяє широко використовувати великі можливості тривимірної графіки й звуку [8].

Вражаючий прогрес у розвитку апаратних і програмних засобів надає великі технічні можливості для реалізації різних навчальних ідей. Однак, як показує аналіз вітчизняних і закордонних комп'ютерних систем навчального призначення, ряд з них за своїми характеристиками не можна назвати навіть задовільними [2]. Справа в тому, що рівень якості "м'якого" продукту навчального призначення, що закладається на етапі його

проектування (при підготовці навчального матеріалу, для наповнення баз даних, при створенні сценаріїв навчальної роботи з комп'ютерними системами моделюючого типу, при розробці завдань, вправ і ін.), як правило, не враховує формалізацію всього процесу навчання й остаточний контроль рівня знань того, кого навчають. На жаль, методичні аспекти комп'ютерних систем відстають від розвитку сучасних технічних засобів. Саме відставання в розробленні методологічних проблем, "нетехнологічність" наявних методик оцінки знань є одними з основних причин розриву між потенційними й реальними можливостями комп'ютерних систем.

Мета дослідження. Метою статті є висвітлення питань щодо формалізації процесу навчання локомотивних бригад.

Основна частина. В останнє десятиліття неухильно підвищується рівень освіти машиністів і їхніх помічників. Майже половина всіх машиністів має вищу або середню освіту. Частка машиністів і помічників, що мають неповну середню освіту (звичайно це фахівці з великим стажем), помітно скорочується.

Зараз особливо інтенсивно відбувається омолодження локомотивних бригад. Ця обставина покладає на депо велику відповідальність з підготовки власними силами кадрів машиністів і їх помічників.

У цьому процесі найбільш слабким місцем є навчання машиністів навичкам керування локомотивом в екстремальних умовах, при виникненні пошкоджень або непередбачених ситуацій. Якщо розраховувати, що майбутній машиніст отримає практичні навички при контрольно-інструкторських поїздках, то потрібно брати до уваги, що таких поїздок можна провести не більше двох-трьох за рік. А оскільки система управління, автоблокування, АЛСН, автогальма й інше обладнання сучасного локомотива мають високу надійність, машиніст-інструктор протягом поїздки практично не має

можливості перевірити дії локомотивної бригади при виникненні будь-якої позаштатної ситуації.

Необхідно також враховувати, що деяка частина фахівців на якомусь етапі перестає працювати над собою. Так, молодий машиніст у перші місяці й роки самостійного водіння поїздів звичайно сумлінно намагається виконувати всі вимоги ПТЕ, інструкцій і наказів, розширює й поглиблює свої знання з конструкції локомотива. Згодом, накопичивши певний досвід, він починає «раціоналізувати» свою працю, дозволяючи собі неприпустимі спрощення в роботі. Увірувавши у свою «майстерність», такий машиніст уже не виконує в повній мірі всі посадові вимоги, вважає непотрібним для себе далі вивчати локомотив і поступово втрачає придбані знання й досвід.

Але життя не стоїть на місці. Старіють локомотиви, й змінюється характер відмов і пошкоджень, у конструкцію локомотивів вносяться різні вдосконалення, винаходяться нові способи усунення несправностей, змінюються умови експлуатаційної роботи й т.д.

Зростання швидкостей руху поїздів вимагає також підвищеної уваги до виробітку в локомотивних бригад уміння орієнтуватися у швидко мінливій поїзній обстановці, виділяти з потоку інформації найважливішу її частину, швидко й чітко реагувати на будь-яку загрозу безпеці руху. Підраховано, що на ділянці довжиною 400 км кількість сигнальних подразників, що впливають на зір машиніста, дорівнює приблизно 7-7,5 тис. Це означає, що при швидкості руху 120 км/год машиніст за 1 хв сприймає до 30-35 сигнальних подразників, а з них тільки 7-8 є важливими для всього процесу ведення поїзда [5].

У цей же час із метою підвищення ефективності безперервної професійної підготовки локомотивних бригад у локомотивному господарстві стали масово використовувати тренажери. Природно, що заняттям на такому тренажері передують

вивчення ПТЕ, інструкцій із сигналізації, руху поїздів і маневровій роботі. Після цього переходять до вивчення ТРА кожної станції й відомостей, що містяться в них, про призначення станційних колій, розташування стрілок і сигналів, примикання під'їзних колій, умови приймання й відправлення поїздів, організацію й особливості виконання маневрової роботи на даній станції. Важливо також вивчити особливості вимог техніки безпеки на території кожної станції, що ставляться до працівників, які пов'язані з рухом поїздів. Тільки після такої ґрунтовної підготовки переходять до моделювання поїзних ситуацій на тренажері.

Виходячи із цього основні функції комп'ютерних тренажерів мають створювати можливості моделювання як окремих компонентів, так і структуру діяльності локомотивної бригади в цілому [7]. Це дасть можливість моделювати такі компоненти діяльності локомотивних бригад:

- вплив на органи управління й допоміжне устаткування локомотива (руховий компонент);

- сприйняття елементів середовища руху (зоровий компонент);

- зорово-рухові координації в процесі руху локомотива (зорово-руховий компонент);

- оцінку й прогнозування експлуатаційних ситуацій;

- вибір відповідних впливів на органи управління й прийняття відповідних рішень;

- організацію уваги, що відповідає структурі дій локомотивної бригади.

Зазначені компоненти діяльності локомотивної бригади повинні бути закладені в основу програм і методик тренажерної підготовки. Це дасть можливість скорочувати припустимі терміни планування й розробки процесів навчання, з одного боку, при збереженні цілісності й високих якісних показників цих процесів, з іншого.

З безлічі завдань, які при цьому мають бути вирішені, розглянемо деякі з

них, які безпосередньо пов'язані з формалізованим поданням і обробкою інформації про процес навчання. Традиційне визначення навчання як послідовності експериментів з одною й тою ж вихідною сукупністю даних, що приводять до модифікацій системи і поліпшують одержувані результати, навряд чи можна застосувати у процесах навчання [10]. Більш підходящим представляється розгляд процесу навчання як робота з наповнення бази знань (носієм якої є той, кого навчають) знаннями, що обрані замовником навчання. У цьому випадку процес навчання може розглядатися як послідовність етапів, кожний з яких формує деяку складову необхідної системи знань. При цьому на кожному етапі повинна забезпечуватися коректність накопичених знань у розумінні їхньої цілісності, повноти й несуперечності.

Забезпечити виконання цих вимог відносно бази знань того, якого навчають, складніше, ніж відносно баз знань, реалізованих технічними засобами (тренажерами), оскільки знання, які одержані тим, якого навчають, згодом можуть втрачатися або спотворюватися [6]. Для цього процес навчання повинен бути циклічним розгалуженим процесом, що містить, крім етапів придбання знань етапи контролю їх коректності. Прикладом такого процесу може служити існуюча система навчання локомотивних бригад на комп'ютерних тренажерах. Дана система у вигляді графа показана на рисунку.

На цьому графі зображені такі позначення станів знань того, кого навчають:

G_1 – особа, яку навчають, готова до проведення одноразового інструктажу;

G_2 – особа, яку навчають, готова до проведення контрольно-інструкторської перевірки;

G_3 – особа, яку навчають, готова до первинного залікового контролю всіх її дій на тренажері;

Рухомий склад залізниць

G_4 – особа, яку навчають, повністю готова до навчання під безпосереднім контролем керівника навчання;

G_5 – особа, яку навчають, не готова до контролю всіх її дій на тренажері;

G_6 – особа, яку навчають, готова до контролю;

G_7 – особа, яку навчають, готова до самостійної роботи після навчання на тренажері;

G_9 – особа, яку навчають, готова до періодичного контролю;

G_{10} – особа, яку навчають, готова до інструктажу з винятковою ситуацією з безпеки руху;

G'_4, G'_7, G_8 – стани особи, яку навчають, що характеризуються частковою втратою або перекручуванням знань.

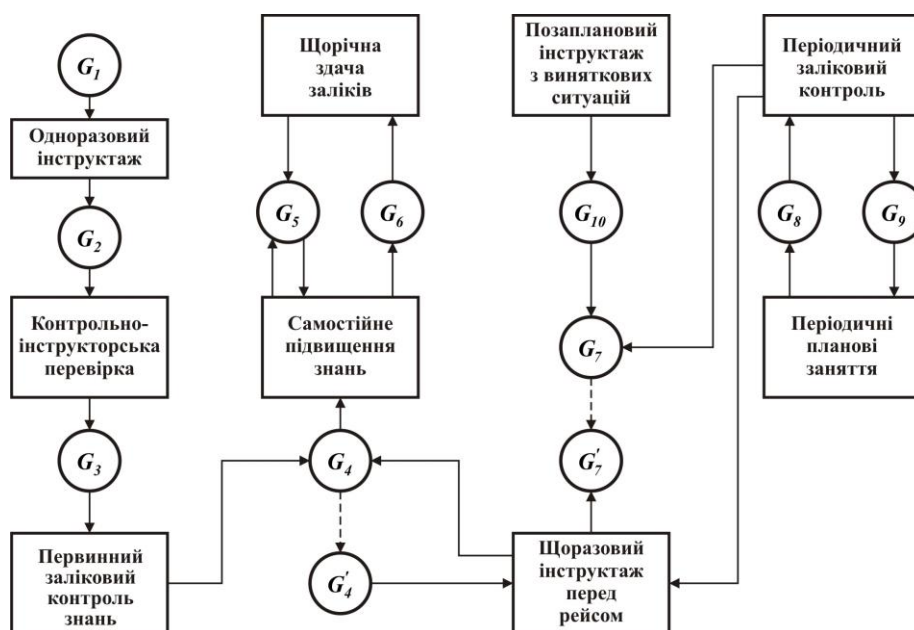


Рис. Граф досліджуваної системи навчання на тренажері

Даному графові може бути зіставлена аналітична модель, що містить у собі такі положення.

Безлічі продукцій, які описують етапи придбання знань [10],

$$\bar{F}(Z_i, T) \& P(Z_i, T) \rightarrow F(Z_i, T). \quad (1)$$

Безлічі продукцій, які описують процеси втрати й перекручування знань,

$$F(Z_i, T) \& (T - T_i \leq T_{n_i}) \rightarrow \bar{F}(Z_i, T). \quad (2)$$

Безлічі продукцій, які описують етапи контролю знань,

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{F}(Z_1, T_1) \& K(Z_1, T_1) \rightarrow P(Z_1, T_1); \\ \bar{F}(Z_2, T_2) \& K(Z_2, T_2) \rightarrow P(Z_2, T_2); \\ \dots \\ \bar{F}(Z_i, T_i) \& K(Z_i, T_i) \rightarrow P(Z_i, T_i) \end{array} \right. \quad (3)$$

Безлічі виразів виду

$$G_i(Z_1, Z_2, \dots, Z_n), \quad (4)$$

правильно побудованих формул, термами яких є предикати $F(Z_i, T)$.

У даних виразах:

$F(Z_i, T)$ – предикат наявності в того, кого навчають, знання Z_i у момент часу T ;

$P(Z_i, T)$ – предикат придбання тим, кого навчають, знань Z_i у момент часу T ;

$K(Z_i, T)$ – предикат контролю наявності в того, кого навчають, знань Z_i у момент часу T ;

T – обумовлений шляхом експертної оцінки інтервал часу, що є достатнім для втрати або перекручування знань. При цьому вирази станів G_i повинні бути взаємно виведені з використанням продукцій моделі, відповідно до заданого на графі причинно-наслідковими зв'язками.

Формальна модель процесу навчання, що пропонується, може бути використана при вирішенні цілого ряду завдань:

- визначення конкретного змісту етапів існуючого процесу навчання;
- оптимізації існуючого процесу навчання;
- синтезу структури нового процесу навчання;

- оцінювання застосовності навчальних засобів у заданому процесі навчання;
- виявлення необхідного вдосконалення навчальних засобів для їх застосування в процесі навчання.

Висновки з дослідження і перспектива, подальший розвиток у даному напрямку:

1. У статті розглянуті загальні організаційні питання теоретичної підготовки локомотивних бригад з використанням сучасних тренажерних засобів. Виділено основні компоненти діяльності локомотивної бригади, функції яких можна закладати в роботу тренажера.

2. Запропоновано весь процес навчання розглядати як циклічний і розгалужений. Він повинен містити, крім етапів придбання знань, етапи контролю їх коректності. Наведено граф досліджуваної системи навчання на тренажері, на підставі якого формалізовані етапи придбання знань, їх втрати або перекручування й контролю.

3. Дана методика дає можливість визначити, як часто повинна проходити перевірку на тренажері локомотивна бригада, як організувати, при цьому, весь навчальний процес. Крім того, на основі положень даної методики можна розробляти норми часу на вирішення тих або інших завдань, а також визначити систему оцінок знань і вмінь локомотивних бригад.

Список літератури

1. Аванесов, В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний [Текст] / В.С. Аванесов. – М.: Исследовательский центр, 1994. – 218 с.
2. Кашицин, В.П. Состояние и развитие дистанционного образования в мире [Текст] / В.П. Кашицин. – М.: Изд-во "Магистр", 1997. – 144 с.
3. Корнеев, А.В. Здесь готовят машинистов [Текст] / А.В. Корнеев // Локомотив. – 2007. – № 1. – С. 28-30.
4. Лавров, С.С. Представление и использование знаний в автоматизированных системах [Текст] / С.С. Лавров // Микропроцессоры. – 1986. – № 3. – С. 14-19.
5. Локомотивным бригадам качественную подготовку [Текст] // Локомотив. – 2008. – № 2. – С. 2-5.
6. Осуга, С. Приобретение знаний [Текст] / С. Осуга, Ю. Саэки. – М.: Мир, 1990. – 380 с.

7. Посмитюха, А.А. Компьютеры – верные помощники в работе и учебе [Текст] / А.А. Посмитюха // Локомотив. – 2001. – № 12. – С. 12-12.
8. Скакун, В.А. Организация и методика профессионального обучения [Текст] / В.А. Скакун. – М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2007. – 240 с.
9. Соколов, Ю.И. Технической учебе – заботу и внимание [Текст] / Ю.И. Соколов // Локомотив. – № 11. – С. 8-9.
10. Уэно, Х. Представление и использование знаний [Текст] / Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 286 с.

Ключові слова: етап, знання, комп'ютер, локомотивна бригада, методика, модель, навчання, продукції, система, стан, тренажер.

Анотації

Розглянуто загальні організаційні питання теоретичної підготовки локомотивних бригад з використанням сучасних тренажерних засобів. Запропонована формалізація етапів придбання знань, їх втрату та контроль, що дає змогу визначити частоту перевірок на тренажері локомотивних бригад, розробляти норми часу на вирішення поставлених задач, а також визначити систему оцінок їх знань і вмінь.

Рассмотрены общие организационные вопросы теоретической подготовки локомотивных бригад с использованием современных тренажерных средств. Предложена формализация этапов приобретения знаний, их потерю и контроль, который дает возможность определить частоту проверок на тренажере локомотивных бригад, разрабатывать нормы времени для решения поставленных задач, а также определить систему оценок их знаний и умений.

The common organizational questions of theoretical preparation of locomotive brigades with use of modern training means are examined. Formalization of acquisition phases of knowledge is offered, their loss and the control which enables to determine frequency of checks on a simulator of locomotive brigades, to develop norms of time for the decision of tasks in view, and also to determine system of estimations of their knowledge and skills.

УДК 629.42:62-233.3/9

*Д-р техн. наук В.І. Мороз,
канд. техн. наук О.В. Братченко,
старш. викл. С.В. Бобрицький,
В.І. Громов*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Постановка проблеми і аналіз останніх результатів досліджень. Одним з найважливіших показників, що відображають розвиток індустріальної

європейської держави, є обсяг внутрішніх вантажних та пасажирських перевезень. В Україні на залізничний транспорт припадає 49 % вантажообігу та більше ніж

43% пасажирообігу. За оцінками спеціалістів, більша частина (близько 70%) обсягу пасажирських перевезень припадає на приміське сполучення, що пояснюється концентрацією значних приміських пасажиропотоків навколо великих промислових центрів.

Приміські перевезення на залізницях виконуються моторвагонним рухомих складом (МВРС), який об'єднує електропоїзди (63% парку), дизель-поїзди (36%) та рейкові автобуси (1%). Тому Державними цільовими програмами розвитку залізничного транспорту України [1,2] як пріоритетний напрямок у забезпеченні високої якості приміських перевезень визначено подальший розвиток електричного приміського транспорту.

На цей час парк МВРС України в основному представлений електропоїздами (ЕП) постійного струму (серії ЕР-1, ЕР-2, ЕР-2т, ЕР-2р, ЕТ-2, ЕД-2т, ЕПЛ-2т) та змінного струму (серії ЕР-9п, ЕР-9м, ЕР-9т, ЕР-9е, ЕПЛ-9т, ЕД-9м), більша частина з яких працює у наднормативний термін [3]. З урахуванням повільного впровадження нових серій ЕП актуальності набувають науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, спрямовані на обґрунтоване подовження встановлених заводами-виробниками строків експлуатації МВРС. Серед комплексу таких робіт слід виділити розробки, спрямовані на забезпечення експлуатаційної надійності та довговічності основних конструктивних модулів секцій ЕП, до яких належать екіпажна частина, тяговий привод і, зокрема, тягова зубчата передача (ТЗП).

Характер виявлених у результаті досліджень [4] пошкоджень (втомні тріщини вінця в районі ніжок зубців, інтенсивний знос активних профілів зубців та інші) свідчить про недосконалість конструкції ТЗП. Це потребує удосконалення технології їх проектування.

Одним з ключових моментів технології проектування ТЗП є вибір розрахункових коефіцієнтів зміщення x_1 і

x_2 при виготовленні шестерень та зубчатих коліс за умови отримання високих якісних показників при забезпеченні незмінної міжосьової відстані.

Найбільш розповсюдженими при проектуванні зубчатих передач до вибору коефіцієнтів x_1 і x_2 є підходи за окремими критеріями [5,6]:

1. При проектуванні ЗП за критерієм максимальної контактної міцності використовуються таблиці, складені проф. Кудрявцевим В.М. Для відповідних чисел зубців z_1 і z_2 з таблиць вибираються коефіцієнти зміщення x_1 і x_2 , сума яких ($x_\Sigma = x_1 + x_2$) максимально можлива за умов відсутності підрізання та загострення зубців, а також забезпечення вимоги $\varepsilon_\alpha \geq 1,1$.

2. При проектуванні ЗП за критерієм мінімального спрацювання активних профілів зубців використовуються таблиці, складені у Центральному конструкторському бюро редукторобудування (ЦКБР). Для відповідних чисел зубців z_1 і z_2 ($z_1 + z_2 \geq 34$) з таблиць вибираються коефіцієнти зміщення x_1 і x_2 ($x_1 = -x_2$) за умов забезпечення $|\lambda_{1\max}| = |\lambda_{2\max}|$, відсутності підрізання та загострення зубців, а також забезпечення вимоги $\varepsilon \geq 1,1$.

Більш обґрунтованим є вибір коефіцієнтів x_1 і x_2 на основі використання альбому "блокувальних контурів" (додатки до стандарту ГОСТ 16532-70).

В той же час наведені способи не враховують особливостей конструкції ТЗП, що суттєво ускладнює процес їх проектування. Це визначає актуальність проведення досліджень, спрямованих на удосконалення технології проектування ТЗП МВРС на основі обґрунтованого вибору коефіцієнтів зміщення.

Метою статті є висвітлення розробленого авторами варіанта

удосконалення технології проектування ТЗП за рахунок раціонального вибору розрахункових коефіцієнтів зміщення x_1 і x_2 для шестерень та коліс, які входять до складу тягових зубчатих передач МВРС.

Удосконалення технології проектування тягових зубчатих передач моторвагонного рухомого складу. На відміну від розглянутих вище підходів, пропонується визначати коефіцієнти x_1 і x_2 на основі комплексного розгляду основних умов на проектування, головна з яких описується відповідними узагальненими математичними моделями, де змінними є коефіцієнти x_1 і x_2 . При цьому основними умовами на проектування є: числа зубців шестірні z_1 і колеса z_2 ; відсутність загострення, підрізання та інтерференції зубців шестірні і колеса; забезпечення потрібної міжосьової відстані a_w ; безперервність та плавність зачеплення в ТЗП ($\varepsilon \geq \varepsilon_{\min}$); вирівнювання коефіцієнтів питомих ковзань профілів зубців; рівні контактних напружень (відповідають коефіцієнтам питомих тисків ν_p).

За своєю суттю потрібні розрахункові коефіцієнти x_1^* і x_2^* визначаються на основі вирішення задачі багатовимірної оптимізації з обмеженнями. З метою

забезпечення найменш інтенсивного зношування робочих профілів зубців при проектуванні слід забезпечити найменшу різницю між максимальними значеннями коефіцієнтів питомих ковзань шестірні $|\lambda_{1\max}|$ та колеса $|\lambda_{2\max}|$, тобто мінімальні значення показника $\Delta\lambda = |\lambda_{1\max} - \lambda_{2\max}|$, який обрано як основний критерій. Обрані інтервали варіювання $x_{1\min} \dots x_{1\max}$ і $x_{2\min} \dots x_{2\max}$ враховуються у вигляді параметричних обмежень, вимоги $a_w = a_{wk}$, $\varepsilon_\alpha \geq \varepsilon_{\alpha\min}$, $s_{a1,2} \geq 0,25 \cdot m$ враховуються у вигляді функціональних обмежень (реалізація процедури згортання векторного критерію).

Математичний запис задачі, що розглядається, має вигляд

$$\Delta\lambda(x_1^*, x_2^*) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$x_1^*, x_2^* \in D_x \in D,$$

де x_1^*, x_2^* – оптимальні значення коефіцієнтів x_1 і x_2 , які вибираються в зоні допустимих рішень D_x , що належить зоні можливих рішень D .

При цьому область можливих рішень, що визначається інтервалами варіювання змінних параметрів x_1 і x_2 ,

$$D = \left\{ x_1, x_2 \mid x_{1\min} \leq x_1 \leq x_{1\max}; x_{2\min} \leq x_2 \leq x_{2\max} \right\}. \quad (2)$$

Область допустимих рішень при проектуванні ТЗП з урахуванням функціональних обмежень

$$D_x = \left\{ x_1, x_2 \mid a_w = a_{wk}; \varepsilon_\alpha \geq 1,4; s_{a1,2} \geq 0,25m; x_{1\min} \leq x_1 \leq x_{1\max}; x_{2\min} \leq x_2 \leq x_{2\max} \right\}. \quad (3)$$

При виборі коефіцієнтів x_1^* і x_2^* доцільно використовувати допоміжні

номограми (див. рисунок), що будуються з використанням отриманих на основі методів математичного планування

експериментів відповідних узагальнених математичних моделей (УММ) і описують зміну критеріального показника та функціональних обмежень залежно від змінних x_1^* і x_2^* .

Наприклад, для електропоїзда серії ЕР-2 вибір розрахункових коефіцієнтів зміщення x_1^* , x_2^* здійснювався на основі комплексної номограми, аналогічної до показаної на рисунку, з використанням наведених нижче УММ:

$$\varepsilon = 1,7 - 0,314 \cdot x_1 - 0,154 \cdot x_2 - 0,03 \cdot x_1^2 - 0,022 \cdot x_2^2 + 0,055 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (4)$$

$$\Delta\lambda = -1,9 + 4,71 \cdot x_1 - 0,057 \cdot x_2 - 1,56 \cdot x_1^2 + 0,024 \cdot x_2^2 - 0,46 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (5)$$

$$a_w = 479,8 + 10,13 \cdot x_1 + 10,13 \cdot x_2 - 0,54 \cdot x_1^2 - 0,54 \cdot x_2^2 - 1,04 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (6)$$

$$v_p = 0,34 - 0,067 \cdot x_1 - 0,067 \cdot x_2 + 0,01 \cdot x_1^2 + 0,01 \cdot x_2^2 + 0,022 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (7)$$

$$s_{a1} = 7,14 - 3,173 \cdot x_1 + 0,0135 \cdot x_2 - 0,58 \cdot x_1^2 + 0,586 \cdot x_2^2 + 1,52 \cdot x_1 \cdot x_2; \quad (8)$$

$$Int_1 = 10,89 + 26,88 \cdot x_1 + 5,04 \cdot x_2 - 1,64 \cdot x_1^2 - 0,52 \cdot x_2^2 - 3,41 \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (9)$$

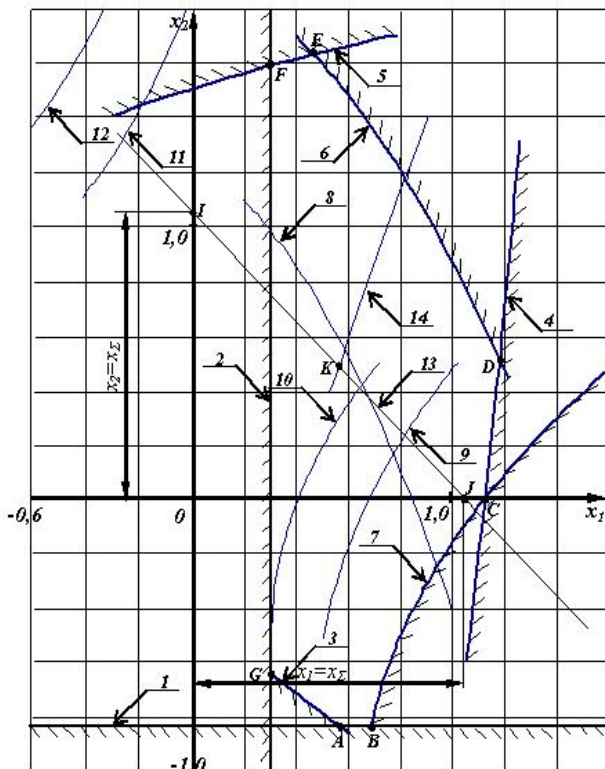


Рис. Комплексна номограма для вибору коефіцієнтів x_1 і x_2 при проектуванні ТЗП

Видно, що область D_x (A-B-C-D-E-F-G-A) обмежена відповідними лініями:

1 – лінія $x_{1min} = 1 - 0,0585 \cdot z_1$;

2 – лінія $x_{2min} = 1 - 0,0585 \cdot z_2$;

3, 4, 5 – граничні лінії відсутності інтерференції зубців;

6 – лінія $\varepsilon = 1,0$;

7 – лінія недопустимості загострення зубців $s_{a1}/m = 0$.

Окрім цього, для забезпечення відповідних вимог на проектування ТЗП у координатах x_1 і x_2 побудовано такі допоміжні лінії:

8 - $\varepsilon = 1,2$;

9 - $s_{a1}/m = 0,25$;

10 - $s_{a1}/m = 0,4$;

11 - $s_{a2}/m = 0,25$;

12 - $s_{a2}/m = 0,4$;

13 – лінія заданого відносного значення міжосьової відстані a_w ;

14 - $\Delta\lambda = 0$.

Аналіз отриманих результатів показав, що в ТЗП із запропонованими коефіцієнтами зміщення ($x_1^* = 0,385, x_2^* = 0,135$) у порівнянні із серійною, збільшується коефіцієнт перекриття ε на 7-10 %, зменшуються напруження згину зубців шестірні і колеса на 10 %, вирівнюються максимальні питомі ковзання на ніжках зубців $\Delta\lambda = \lambda_{1max} - \lambda_{2max} = 0$, що дозволить знизити інтенсивність зносу зубців до 40 %.

Висновки і рекомендації щодо подальшого використання. Наведені у статті матеріали підтвердили, що запропонована авторами методика дозволяє здійснювати обґрунтований вибір коефіцієнтів зміщення x_1 і x_2 зуборізного інструменту з метою покращення якісних показників зачеплення. Це обґрунтовує доцільність її використання в дослідженнях, які спрямовані на створення ТЗП нового та модернізацію існуючого МВРС.

Список літератури

1. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту: постанова Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 р. № 1390. – К., 2009. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1390-2009-%D0%BF>.
2. Стратегія розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 р. №1555-р. – К., 2009. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1555-2009-%D1%80>.
3. Тартаковський, Е.Д. Пріоритетні напрямки досліджень у галузі тягового рухомого складу [Текст] / Е.Д. Тартаковський // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 64. – С. 5-12.
4. Мороз, В.І. Обґрунтування перспективних напрямків підвищення експлуатаційної надійності тягових передач електропоїздів серії ЕР-2 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, С.В. Бобрицький // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 111. – С. 176-182.
5. Кіницький, Я.Т. Теорія механізмів і машин [Текст]: підручник / Я.Т. Кіницький. – К.: Наукова думка, 2002. – 660 с.
6. Кореняко, О.С. Теорія механізмів і машин [Текст] / О.С. Кореняко. – К.: Вища школа, 1987. – 206 с.
7. Мороз, В.І. Основи конструювання і САПР [Текст]: навч. посібник / В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.В. Ліньков. – Харків: Нове слово, 2003. – 194 с.
8. Мороз, В.І. Основи конструювання і САПР технічних засобів залізничного транспорту [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, К.В. Астахова. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 136 с.

Ключові слова: моторвагонний рухомий склад, електропоїзд ЕР-2, тяговий привод, тягова зубчата передача, зубчаті колеса, технологія проектування, технологія ремонту, математичні залежності.

Анотації

В статті обґрунтовано необхідність удосконалення технології проектування тягових зубчатих передач моторвагонного рухомого складу за рахунок вибору розрахункових коефіцієнтів зміщення x_1 і x_2 при виготовленні шестерень та зубчатих коліс за умови

отримання високих якісних показників. Розглянуто найбільш розповсюджені підходи до їх вибору. Запропонована процедура вибору x_1 і x_2 на основі вирішення задачі багатовимірної оптимізації з обмеженнями. Наведені математичні моделі для вибору коефіцієнтів зміщення на прикладі ТЗП електропоїзда серії ER-2. Подані рекомендації щодо подальшого застосування запропонованої методики в дослідженнях, які спрямовані на створення ТЗП нового та модернізацію існуючого МВРС.

В статье обоснована необходимость усовершенствования технологии проектирования тяговых зубчатых передач моторвагонного подвижного состава за счет выбора расчетных коэффициентов смещения x_1 и x_2 при изготовлении шестерен и зубчатых колес при условии получения высоких качественных показателей. Рассмотрены наиболее распространенные подходы к их выбору. Предложена процедура выбора x_1 и x_2 на основе решения задачи многомерной оптимизации с ограничениями. Приведены математические модели для выбора коэффициентов смещения для ТЗП электропоезда серии ЭР-2. Представлены рекомендации по дальнейшему применению предложенной методики в исследованиях, которые направлены на создание ТЗП нового и модернизацию существующего МВРС.

In the articles the necessity of improvement of technology of planning of the hauling gearings of multiple unit rolling stock is grounded due to the choice of calculation coefficients of displacement x_1 and x_2 at making of cog-wheels and gear-wheels on condition of receipt of high high-quality indexes. The most widespread approaches are considered on their choice. Procedure of choice is offered x_1 and x_2 on the basis of decision of task of multidimensional optimization with limitations. Mathematical models are resulted for the choice of coefficients of displacement for the hauling gearings of electric train of series of ER-2. Presented recommendation on further application of the offered method in researches which are directed on creation of the hauling gearings new and modernization of existent multiple unit rolling stock.

УДК 629.423

Д-р техн. наук А.В. Устенко

РАЗВИТИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Введение. Высокоскоростной железнодорожный транспорт представляет собой систему, включающую комплекс технических компонентов (инфраструктуры, подвижного состава и т.д.) и обязательный набор организационных решений по финансированию, экономическим, коммерческим, организационным, социальным

аспектам этого вида транспорта, природным и человеческим факторам.

Анализ последних исследований и публикаций. Сегодня высокоскоростные поезда изменяют географию Европы и Азии, расстояния между крупными городами теперь считают не в километрах, а в часах пути. Такие поездки в

значительной степени составляют серьезную конкуренцию другим видам транспорта между связанными городами из-за более короткого времени поездки (особенно для поездок продолжительностью менее трех часов), быстроты обслуживания, отсутствия регистрации, досмотра службы безопасности и посадки, удобно расположенных станций в центрах городов. При этом сохраняется низкая себестоимость перевозок при большом объеме пассажиропотока. Это особенно становится актуальным сегодня, когда деловые поездки являются более частыми, а авиарейсы задерживаются из-за погодных условий.

Американская реклама «Два часа и 59 цивилизованных минут», появившаяся в 80-х годах, не утратила своей актуальности и сегодня. Продолжительность поездки, не превышающая три часа, – это решающее обстоятельство для обеспечения конкурентоспособности высокоскоростных поездов.

Почти до середины 60-х годов поезда, движущиеся со скоростями 160...180 км/ч, эксплуатировались совместно с обычными пассажирскими и грузовыми поездами по одним и тем же путям. Основным этапом развития высокоскоростных поездов явилось их регулярное движение с 1964 года в Японии по проекту Синкансэн. С тех пор было перевезено более шести миллиардов пассажиров, почти 138 млн пассажиров в год, а выполнение графика движения поездов составляло 99 %. Линии Синкансен рассчитаны на скорость движения 210 км/ч. Синкансен является прототипом высокоскоростных транспортных систем нового типа. Они имеют специальный путепровод, отделяющий их от других видов наземного транспорта, в том числе и железнодорожного. В 1981 году поезда ВСНТ стали курсировать и во Франции, а вскоре большая часть западной Европы, включая даже островную Великобританию,

была объединена в единую высокоскоростную железнодорожную сеть. Высокоскоростной железнодорожный транспорт достиг новой фазы в своем развитии и стал массовым. Проектирование и строительство высокоскоростных линий активно ведут более двух десятков стран. В начале XXI века мировым лидером по развитию сети высокоскоростных линий, включая первую регулярную высокоскоростную линию на магнитной подвеске (маглева), становится Китай.

В настоящее время можно условно разделить линии для высокоскоростного движения на три группы:

- скоростные для скоростей 200...250 км/ч на обычных магистральных железных дорогах с реконструкцией;
- высокоскоростные для скоростей 250...300 км/ч на специально построенных высокоскоростных дорогах;
- сверхвысокоскоростные для скоростей более 300 км/ч на специально построенных сверхвысокоскоростных дорогах.

Однако величина скорости, определяющая категорию магистрали и относящая ее к высокоскоростной, в каждом конкретном случае устанавливается исходя из комплексной оценки таких факторов, как время в пути, частота движения, стоимость строительства и подвижного состава, эксплуатационные расходы. Для одних стран или регионов высокоскоростное железнодорожное – это магистрали и подвижной состав, рассчитанные на максимальную скорость 300...350 км/ч, для других оптимальной является скорость 200 км/ч. В обоих случаях эта скорость должна быть социально и экономически оправдана.

Правительство, бизнес начинают проявлять интерес к высокоскоростному железнодорожному движению – не только как к новому безопасному, комфортабельному и экономичному виду общественного транспорта, но и как к средству снижения потребления

углеводородного топлива, решения экологических проблем за счет переключения пассажиропотоков с автомобильного и авиационного на современный железнодорожный транспорт. По некоторым данным, выброс углекислого газа (CO₂) на пассажиропоток 100 пассажиров/км для авиатранспорта составляет 17 кг, для автомобильного – 14 кг, для высокоскоростного – всего лишь 4 кг.

При этом представление о высокоскоростных магистралях просто как о железной дороге с более высоким уровнем развития технических систем и устройств не может быть упрощенным во избежание ошибок в реализации проектов. Достижение все более высокой скорости не может быть самоцелью. Скорость должна быть оптимальной, чтобы обеспечивать конкурентноспособное по отношению к автомобилю и авиации время в пути и приемлемый для населения тариф на перевозки.

Развивать скоростное железнодорожное движение целесообразно одновременно со строительством выделенных высокоскоростных магистралей. Организация высокоскоростного железнодорожного движения требует специальных поездов со строго определенными техническими характеристиками (прежде всего соотношением массы поезда и его тяговой мощности), высокими аэродинамическими свойствами. Такие показатели могут быть достигнуты только у поездов постоянного формирования, т.е. поездов, которые после выхода с завода не переформируются в процессе эксплуатации. Также необходимы специально построенные линии (на английском Special Dedicated Lines - SDL или Passenger Dedicated Line - PDL, на русском Высокоскоростные Магистрали - ВСМ или Высокоскоростные Железнодорожные Магистрали - ВСЖМ). Обычные железные дороги даже после комплексной реконструкции не способны обеспечить регулярное движение со скоростями выше 200 км/ч, прежде всего,

из-за больших трудностей в организации совместной эффективной эксплуатации поездов, скорости движения которых различаются более чем на 50 км/ч. Все без исключения параметры ВСМ – пути, станционное хозяйство, контактная сеть, система энергоснабжения, экологическое обеспечение должны быть приняты исходя из установленной максимальной эксплуатационной скорости. Также необходимо оборудование специальных систем сигнализации, централизации и блокировки. Применение напольных сигналов на ВСМ невозможно, требуются системы сигнализации, имеющие устройства для передачи всей необходимой информации для ведения поезда непосредственно в кабину машиниста. Применяемые на ВСЖМ технологии, в основном, аналогичны стандартным технологиям железнодорожного транспорта. Однако высокая скорость движения приводит к возрастанию центробежных сил, возникающих при прохождении поездом кривых участков пути, и сопротивления движению. В целом повышение скорости движения поездов ограничивают следующие факторы:

- аэродинамика;
- механическое сопротивление пути;
- тяговые и тормозные мощности;
- динамическая устойчивость движения;
- надёжность токосъёма (для ЭПС).

Для улучшения аэродинамических показателей поезда имеют обтекаемую форму передней части и минимальное число выступающих частей, а выступающие (например, токоприёмники) оборудуются специальными обтекаемыми кожухами. Дополнительно подвагонное оборудование закрывается специальными щитами. Эти конструктивные мероприятия снижают также аэродинамический шум и поезд становится менее шумным. Механическое сопротивление в основном заключается во взаимодействии колеса – рельс, то есть для снижения сопротивления

требуется снизить прогиб рельсов. Для этого, прежде всего, усиливают железнодорожный путь за счет применения рельсов тяжёлых типов, железобетонных шпал, щебеночного балласта (см. рисунок). Также снижают нагрузки от колёс на рельсы применением в материалах кузовов вагонов алюминиевых сплавов и пластика.

Осуществление такого движения сопряжено с коренными изменениями и усовершенствованиями подвижного состава, пути и сигнализации. Необходимы увеличение радиуса кривых, переустройство стрелок и увеличение их радиуса, увеличение количества шпал до 1800 на 1 км, усиление рельсов, резкое сокращение пересечений в одном уровне (переездов) и т. д. Для развития скорости до 180 км/ч требуется разгонный путь до 10 км. По опытным данным некоторых европейских железных дорог, тормозной путь при скорости 150 км/ч и максимальном торможении составляет около 1600 м. Вследствие этого, такая скорость может быть с эксплуатационной точки зрения достаточно эффективной

лишь при перегонах не менее 60-70 км и наиболее эффективной при 100 км и более. На скорости 100 км/ч, по новейшим исследованиям, сопротивление воздуха составляет уже 76 % от общего сопротивления движению, а на скорости 150...180 км/ч оно доходит до 90 % и, таким образом, является главным сопротивлением. Мощность, необходимая для преодоления этого сопротивления, возрастает в кубической степени, поэтому его снижение явилось одной из важнейших задач с помощью многосторонних экспериментальных и расчетных работ. Также с целью увеличения высокой скорости движения подвижного состава по существующим железнодорожным путям используется наклон кузова вагонов в кривых участках пути. Кузов наклоняется в сторону центра кривой на угол, пропорциональный скорости движения и обратно пропорциональный радиусу поворота, что позволяет иметь минимальное превышение наружного рельса в кривых участках пути для обеспечения безопасности движения.



Рис. Усиленный железнодорожный путь для высокоскоростного транспорта

Тяговые электродвигатели (ТЭД) на поездах первого поколения были коллекторными постоянного тока. Мощность такого двигателя ограничена,

прежде всего, недостаточно надежным коллекторно-щёточным узлом, поэтому уже на поездах последующих поколений стали применяться бесколлекторные

синхронные (вентильные) и асинхронные тяговые электродвигатели. Такие двигатели имеют значительно более высокую мощность, например, мощность ТЭД постоянного тока электропоезда TGV-PSE (1-е поколение) составляет 538 кВт, а синхронного ТЭД электропоезда TGV-A (2-е поколение) – 1100 кВт. Система тягового электропривода полностью поддрессорена.

Для торможения высокоскоростных поездов, прежде всего, используется электрическое торможение: на высоких скоростях – рекуперативное, а на низких – реостатное. Однако современные статические преобразователи (например 4q-S, применяется на ЭПС 4-го поколения) позволяют применять на подвижном составе с бесколлекторными ТЭД и рекуперативное торможение практически во всём диапазоне скоростей.

Современные высокоскоростные поезда в штатной эксплуатации развивают скорости до 350...400 км/ч, а в испытаниях и вовсе могут разгоняться до 560...580 км/ч.

Французские поезда TGV эксплуатируются со скоростью до 320 км/ч.

3 апреля 2007 года на испытаниях опытный поезд V150 достиг скорости 574,8 км/ч. Его высокая скорость, почти равная скорости опытных поездов на магнитной подушке, была достигнута с помощью специально разработанной линии LGVs (*lignes a grande vitesse*, быстродействующая линия) без острых кривых и с мощными электрическими двигателями, с низкой нагрузкой на ось, вагонов обтекаемой формы и кабиной сигнализации, устраняющей потребность в наружных сигнальных устройствах, которые просто невозможно рассмотреть на такой высокой скорости. Движение поезда сопровождается мощной воздушной волной, создающей опасную зону шириной не менее 3...5 метров, что сравнимо с шириной железнодорожных платформ. Мощный вихревой поток может увлечь и

вещи, и людей с перрона. Воздушная волна поднимает гравий и раскачивает соседние электрички. Поезда движутся почти бесшумно.

Высокие скорости движения требуют серьезного переоснащения системы управления поездами. Предусматривается централизованная система управления движением поездов (ЦСУДП), в аппаратное обеспечение системы входят ЭВМ с дисплейным выводом времени прохождения поездов по участкам, предусматривается установка датчиков, фиксирующих землетрясения и оползни, по сигналу которых отключается энергопитание участков контактной сети и останавливается движение поездов. Основные модули ЦСУДП дублированы, и в целом система остается работоспособной даже при выходе из строя отдельных элементов. Система связи поездных бригад осуществляется с помощью световодов из стекловолокна. Эффективность такой системы была доказана во время последнего сильнейшего землетрясения в Японии 11 марта 2011 г. магнитудой 9 по шкале Рихтера. Многие пассажиры обычных железных дорог пострадали и даже погибли в результате землетрясения и цунами. В то же время на всех линиях Синкансен успешно сработали автоматические системы оповещения о произошедших катаклизмах и высокоскоростные поезда были экстренно остановлены.

Для повышения безопасности пассажиров в каждой концевой части кузова в районе тамбура для высокоскоростных поездов должны предусматриваться так называемые «жертвенные части». Крыша, пол и стенки в этих зонах кузова специально имеют пониженную прочность на продольное сжатие. При аварийном соударении именно в жертвенных частях кузовов начинается деформация металла и гасится большая часть энергии удара. Пассажирский салон сохраняет свою форму, чем должно

снизиться травматическое воздействие на пассажиров.

Одной из самых передовых остается разработка компании Alstom – поезд AGV (фр. Automotrice a Grande Vitesse) для итальянских железных дорог, рассчитанный на максимальную скорость 360 км/ч и создание парных поездов E5 и E6 в Японии.

При создании высокоскоростного поезда AGV компании Alstom удалось впервые в мировой практике решить очень сложную инженерную задачу – совместить использование сочлененных вагонов, которые являются отличительным знаком высокоскоростных поездов AGV, с распределенным тяговым приводом, сконструировав промежуточные моторные тележки с ограниченными габаритами. Одной из технических новинок, позволивших вместить тяговый привод в небольшое пространство промежуточных тележек, стали синхронные тяговые двигатели с постоянными магнитами возбуждения в роторах.

Поезда AGV выпускаются в формировании от 7 до 14 вагонов с вместимостью 250 и 650 пассажиров соответственно. Они рассчитаны на эксплуатацию на электрифицированных участках переменного тока напряжением 25 кВ частотой 50 Гц или напряжением 15 кВ частотой 16 2/3 Гц, а также постоянного тока напряжением 1,5 или 3 кВ. Таким образом, этот поезд может эксплуатироваться на всех железных дорогах Европы с колеей 1435 мм. Тяговая мощность при питании от сети переменного тока составляет, соответственно, 6000...12000 кВт.

Для выполнения работы по перевозке одного пассажира на 1 км поезд потребляет на 10 % меньше энергии, чем лучший из находящихся в настоящее время в Европе поездов. На 15 % по сравнению с моделями TGV снижены расходы на обслуживание поезда.

Появление парных поездов серий E5 и E6 связано с наличием в Японии линий «мини-синкансэн» – железных дорог с узкой колеей 1067 мм. Суть мини-синкансэн заключается в усилении на ряде существующих узкоколейных дорог нижнего строения пути, искусственных сооружений, системы электроснабжения. На нескольких линиях уложили внешний третий рельс, образующий в дополнение к колее 1067 мм нормальную колею 1435 мм, на других линиях узкую колею просто преобразовали в нормальную. При интенсивном движении из Токио отправляются два сцепленных поезда, один из которых обычный высокоскоростной поезд синкансэн, а второй – поезд габарита мини-синкансэн. Сцепленные поезда под управлением одного машиниста совместно следуют до станции, от которой отходит линия мини-синкансэн. Здесь производится расцепка двух поездов, после чего каждый из них под управлением своего машиниста отправляется по своему маршруту. На обратном пути по согласованному графику производится операция соединения двух поездов. На каждой линии поезда курсируют со своей дозволенной скоростью.

Данная оригинальная технология показывает способ совмещения обычных и высокоскоростных магистралей.

В 50-60-е годы прошлого столетия часть ученых и специалистов-железнодорожников высказывали сомнения в том, что система «колесо – рельс» способна обеспечить устойчивое и безопасное движение экипажей в коммерческой эксплуатации при скоростях выше 220...250 км/ч.

За прошедшие десятилетия создателям подвижного состава и рельсового пути удалось решить многие проблемы. Возможность движения высокоскоростного поезда как механической системы со скоростью 400...500 км/ч сегодня не вызывает сомнения. Однако ряд проблем пока

остається: среди них, в частности, трудность обеспечения надежного токосъема при скоростях более 350 км/ч, т. е. стабильной подачи на движущийся поезд необходимой мощности порядка 15-20 МВт; защита окружающей среды от генерируемого шума, прежде всего, от излучаемого в зоне контакта токоприемника с проводом. Однако пути решения этих проблем намечены и ожидать успеха можно в ближайшее десятилетие.

Другой способ тяги высокоскоростного транспорта – электромагнитный. Основными преимуществами систем в магнитном подвешивании является бесконтактная система подвешивания при отсутствии пары колесо – рельс, отсутствие механического взаимодействия с путепроводом, электромагнитная система тяги и торможения, возможность достижения скоростей 400 км/ч и выше, отсутствие изнашивающихся деталей, меньший расход энергии по сравнению с рельсовым транспортом, отсутствие вибрации и шума, обеспечение высокой безопасности и экологии.

В ближайшие годы в Украине также будет меняться вся инфраструктура железнодорожного транспорта. Необходимо строить мощные логистические пассажирские центры, как на авиатранспорте. Следует увеличивать скорость, разделять грузовое и пассажирское движение. Кроме того, в Украине самые низкие цены на проезд по железной дороге, а из-за отсутствия механизации наблюдается очень низкая

производительность труда. Поэтому качественные изменения на отечественных железных дорогах и введение высокоскоростного движения возможны только с ростом производительности в экономике и благосостояния общества. Согласно мировому опыту, стоимость строительства ВСМ составляет около 30 млн долларов на один километр. Во всех странах строительство подобных инфраструктурных объектов под силу только государству и финансируется из государственного бюджета, иначе цены на билеты будут неподъемными для пассажиров даже в развитых странах.

В настоящее время в Украине нет пассажиропотока в 24 тысячи человек в сутки, чтобы поезда ходили хотя бы раз в час. Крымское направление является сезонным, остальные маршруты, кроме маршрута Киев – Одесса, не имеют стабильного пассажиропотока, поэтому пока нет потребности запускать скоростные поезда каждый час со скоростью 300 км/ч даже между самыми густонаселенными городами.

Выводы. Для Украины оптимальным вариантом необходимо сформировать сеть железнодорожных перевозок с максимальной скоростью до 160 км/ч, в перспективе до 180...200 км/ч. Реализация возможна за счет пассажирских вагонов украинского производства и двухсистемных пассажирских электровозов. Двухсистемные электровозы смогут проходить станции стыкования родов тока без смены локомотивов, на что тратится до 20 минут.

Список литературы

1. Киселев, И.П. Высокоскоростной железнодорожный транспорт: Современные вызовы и перспективы развития [Текст] // Железнодорожный транспорт. – № 12. – 2012. – С. 34-39.
2. Railvolution, Volume 12, No 4/12, page 28.

Ключевые слова: тяговый электропривод, высокоскоростной железнодорожный транспорт.

Анотації

У статті розглянуті проблеми та шляхи розвитку високошвидкісного залізничного транспорту.

В статье рассмотрены проблемы и пути развития высокоскоростного железнодорожного транспорта.

In article problems of development of high-speed railway transport are considered.

УДК 629.42.001.8

*Д-р техн. наук О.Б. Бабанін,
асист. О.С. Коваленко*

ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ СИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТИВНОГО РИЗИКУ

Постановка проблеми. Про надійність силового обладнання тягового рухомого складу (ТРС) найбільш ефективно можна судити за результатами його роботи в експлуатації. Однак вельми актуальною залишається проблема розробки комплексу заходів з метою підтвердження заданого рівня надійності до установлення його на рухомий склад. Найважливіші з таких заходів – проведення групових випробувань на спеціальних стендах. Для організації та проведення таких випробувань потрібно вирішити непрості завдання. Основне з них – як на основі малого часу на проведення випробувань отримати достовірну оцінку безвідмовності при подальшій експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуюча система проведення випробувань силових вузлів тягового рухомого складу має значні недоліки, які полягають у тому, що кожен вузол випробовується окремо тільки на своєму стенді, не враховуючи його зв'язки і характеристики інших силових вузлів і

систем локомотива. Ця обставина викликає витрати часу на додаткові випробування вже встановленого на локомотиві обладнання та їх доведення.

Формулювання мети статті. Метою даної статті є необхідність вишукати такі основи випробувань, які дозволили б розробити плани і програми їх проведення з урахуванням ефективного ризику.

Виклад основного матеріалу. Збиток вирішальної функції (прийняти або забракувати випробовуваний зразок) відповідно до [1,5] пов'язаний з ризиками прийняття неправильних рішень $\varepsilon(R)$ і $\phi(R)$. В даному випадку R являє собою рівень безвідмовності випробовувального вузла. При цьому має місце така схема. Нехай ймовірність відмови зразка силового обладнання за період безперервної роботи T дорівнює z . Тоді, якщо $z < z^*$ (де z^* – заданий рівень), зразок відповідає вимогам щодо безвідмовності, при $z > z^*$ – він цим вимогам не відповідає. Величина звичай називається бракувальним рівнем

(показником). З огляду на те, що при виборі $z \in R$ вирішується статистична задача, ризику $\varepsilon(R)$ і $\phi(R)$ відмінні від нуля.

З урахуванням безвідмовності зразка їх значення визначаються таким чином [2,4]:

$$\begin{aligned} \phi(R, z) &= \begin{cases} 0, & z < z^* \\ P(z), & z \geq z^* \end{cases} \\ \varepsilon(R, z) &= \begin{cases} 1 - P(z), & z > z^* \\ 0, & z \leq z^* \end{cases}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $P(z)$ – імовірність прийняття зразка, безвідмовність якого характеризується z .

Функції $\varepsilon(R, z)$ і $\phi(R, z)$ досягають максимуму в точці $z = z^*$, тобто

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon(R, z^*) &= \max_z \varepsilon(R, z) \equiv \varepsilon; \\ \phi(R, z^*) &= \max_z \phi(R, z) \equiv \phi; \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

де ε і ϕ відомі як ризики постачальника і замовника відповідно [3].

Функція $P(z)$ являє собою оперативну характеристику плану випробувань (рис. 1), де, взагалі кажучи, $\varepsilon = 1 - \phi$. Разом з тим прагнення отримати одночасно досить малі значення ε і ϕ змушує вдаватися до штучного прийому – задавати область нечутливості, тобто, крім бракувального z_2 , задавати деякий приймальний рівень z_1 (і відповідні значення ризику ϕ' і ε').

У цьому випадку при $0 \leq z \leq z_1$ вважається, що зразок відповідає вимогам щодо безвідмовності, при $z_2 \leq z \leq 1$ він цим вимогам не відповідає, а при $z_1 \leq z \leq z_2$ має область нечутливості (для

виходу за межі останньої нерівності потрібна додаткова інформація).

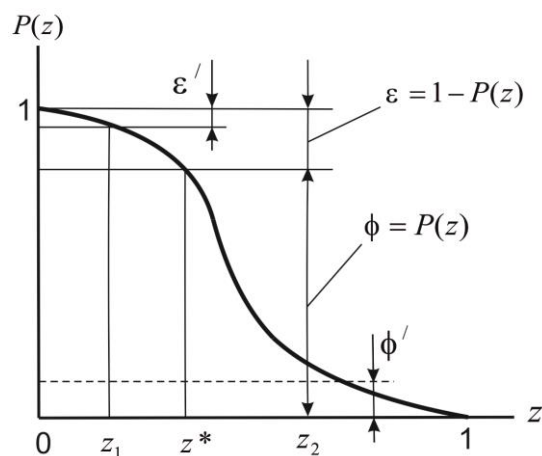


Рис. 1. Оперативна характеристика плану випробувань

Серйозний недолік такого підходу виявляється в тому, що при зниженні значень ε і ϕ до прийняттого рівня ($\leq 0,4$) його реалізація пов'язана з не виправдано великим обсягом випробувань. Причину цього слід шукати в способі призначення ε і ϕ , які являють собою умовні ймовірності: ϕ - умовна ймовірність прийняття зразка, у якого z точно дорівнює z_2 (але не ймовірність прийняти зразок, що не задовольняє вимоги взагалі); ε – умовна ймовірність забракувати зразок, у якого z точно дорівнює z_1 (але не ймовірність забракувати будь-який придатний зразок).

Разом з тим для різних зразків z , будучи величиною випадковою, непостійна, а ймовірність реалізації подій $\{z = z_1\}$ або $\{z = z_2\}$ мізерно мала (для суцільних розподілів, подібних до зображеного на рис. 2, ця ймовірність, як зазначалося, дорівнює нулю). Таким чином, фактична ймовірність прийняти зразок, який не відповідає вимогам (коли $z > z_2$), не дорівнює значенню ризику, що

приймається при плануванні, яке передбачає підтвердження малоїмовірної

події. Це справедливо як відносно ризику замовника, так і ризику постачальника.

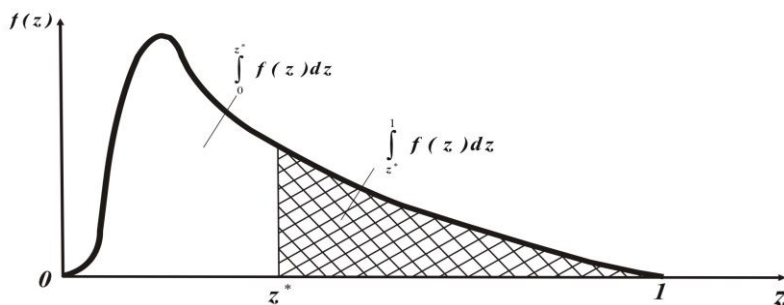


Рис. 2. Функція розподілу ймовірності відмови

У випадку, якщо z^* , як і раніше, є заданий рівень безвідмовності, справедливі співвідношення

$$\left. \begin{aligned} \text{Вер} \{ z \leq z^* \} &= \int_0^{z^*} f(z) dz; \\ \text{Вер} \{ z > z^* \} &= \int_{z^*}^1 f(z) dz, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

на підставі яких можна планувати відповідний обсяг випробувань не за малоінформативними умовними ймовірностями ε і ϕ , а за реальним ризиком, усередненим на множині значень $z(T)$. Це ризик, який визначається як ефективний, являє собою такі ймовірності: ризик замовника ϕ_{ef} – ймовірність прийняти зразок, який не відповідає вимогам щодо безвідмовності, тобто при

$z(T) > z^*(T)$; ризик постачальника ε_{ef} – ймовірність бракування зразка, який відповідає таким вимогам, тобто при $z(T) \leq z^*(T)$. Отже,

$$\phi_{ef} = \int_{z^*}^1 P[z(T)] f[z(T)] dz, \quad (4)$$

$$\varepsilon_{ef} = \int_0^{z^*} \{1 - P[z(T)]\} f[z(T)] dz. \quad (5)$$

При плануванні випробувань методом однократної вибірки (випробовують партію з N зразків протягом часу τ , і партію приймають, якщо число відмов n не перевищує деякої заданої величини n^*) ймовірність приймання партії визначається з виразу

$$P[z] = P\{n = n^*\} = \sum_{i=0}^{n^*} \binom{N}{i} z^i (1-z)^{N-i}. \quad (6)$$

З огляду на те, що $z(T)$ обмежена значеннями 0 і 1, її ймовірнісну щільність можна описати бета – розподілом:

$$f[z] = \frac{\Gamma(k + \chi)}{\Gamma(k) \Gamma(\chi)} z^{k-1} (1-z)^{\chi-1}, \quad (7)$$

де $\tilde{A}(k)$, $\tilde{A}(\chi)$, $\tilde{A}(k + \chi)$ – гамма-функції відповідних аргументів.

Отже, підставивши (6) і (7) в (4) і (5), можна після інтегрування отримати вирази

$$\phi_{ef} = \frac{\Gamma(\chi + 2)}{\Gamma(\chi)} \int_{z^*}^1 z(1-z)^{\chi-1} \sum_{i=0}^{n^*} \binom{N}{i} z^i (1-z)^{N-i} dz; \quad (8)$$

$$\varepsilon_{ef} = \frac{\Gamma(k + 2)}{\Gamma(\chi)} \int_0^{z^*} z(1-z)^{\chi-1} \left[1 - \sum_{i=0}^{n^*} \binom{N}{i} z^i (1-z)^{N-i} \right] dz. \quad (9)$$

Інтегрування виразів (8) і (9) зробимо для важливого в практиці випадку, коли має бути реалізована умова про відсутність

для ефективного ризику в загальному вигляді.

Для спрощення викладок і щоб не порушити спільності, покладемо $k = 2$. В такому випадку

відмов у процесі випробувань, тобто при $n^* = 0$. Тоді з (8) і (9) отримаємо

$$\phi_{ef} = \frac{\chi(\chi + 1)(1 - z^*)^{N+\chi}}{N + \chi} \left(z^* + \frac{1 - z^*}{N + \chi + 1} \right); \quad (10)$$

$$\varepsilon_{ef} = 1 - \chi(\chi + 1) \left[\frac{1}{(N + \chi)(N + \chi + 1)} + \left(z^* + \frac{1 - z^*}{\chi + 1} \right) \times \frac{(1 - z^*)^\chi}{\chi} - \left(z^* + \frac{1 - z^*}{N + \chi + 1} \right) \frac{1 - z^*}{N + \chi} \right]. \quad (11)$$

Графічні залежності за виразами (10) та (11) наведені на рис. 3, з якого видно, що при $z = 0,02$ із зростанням ризик замовника знижується, але не різко.

Продиференціювавши (10), можна бачити, що при заданих N і z^* ефективний ризик замовника має явно виражений максимум $\frac{\delta^2 \phi_{ef}}{\eta \chi^2} < 0$ – при певному значенні χ , тобто існує деякий найбільш несприятливий з точки зору замовника розподіл Z , при якому ризик ϕ максимальний. Аналогічна картина і у

відношенні ризику ε . Останнє служить виправданням того, що для традиційних планів ризик вибирають виходячи з точних значень z_1 і z_2 (такі плани розраховані на гірший випадок – модальний). Планувати випробування виходячи з гіршого випадку виправдано в умовах, коли про випробовуваному зразку немає інформації, а це для вузлів силового обладнання нехарактерно.

Дані рис. 3 дозволяють встановити, що ризики, відповідні математичним очікуванням випадкової величини z , істотно зміщені униз по відношенню до їх модальних значень: наприклад, при $N=6$,

$\beta(z = 0.02)_{\max} = 0,83$, в той час як $\beta(z = 0.02)_{\{z/\gamma=100\}} = 0,39$.

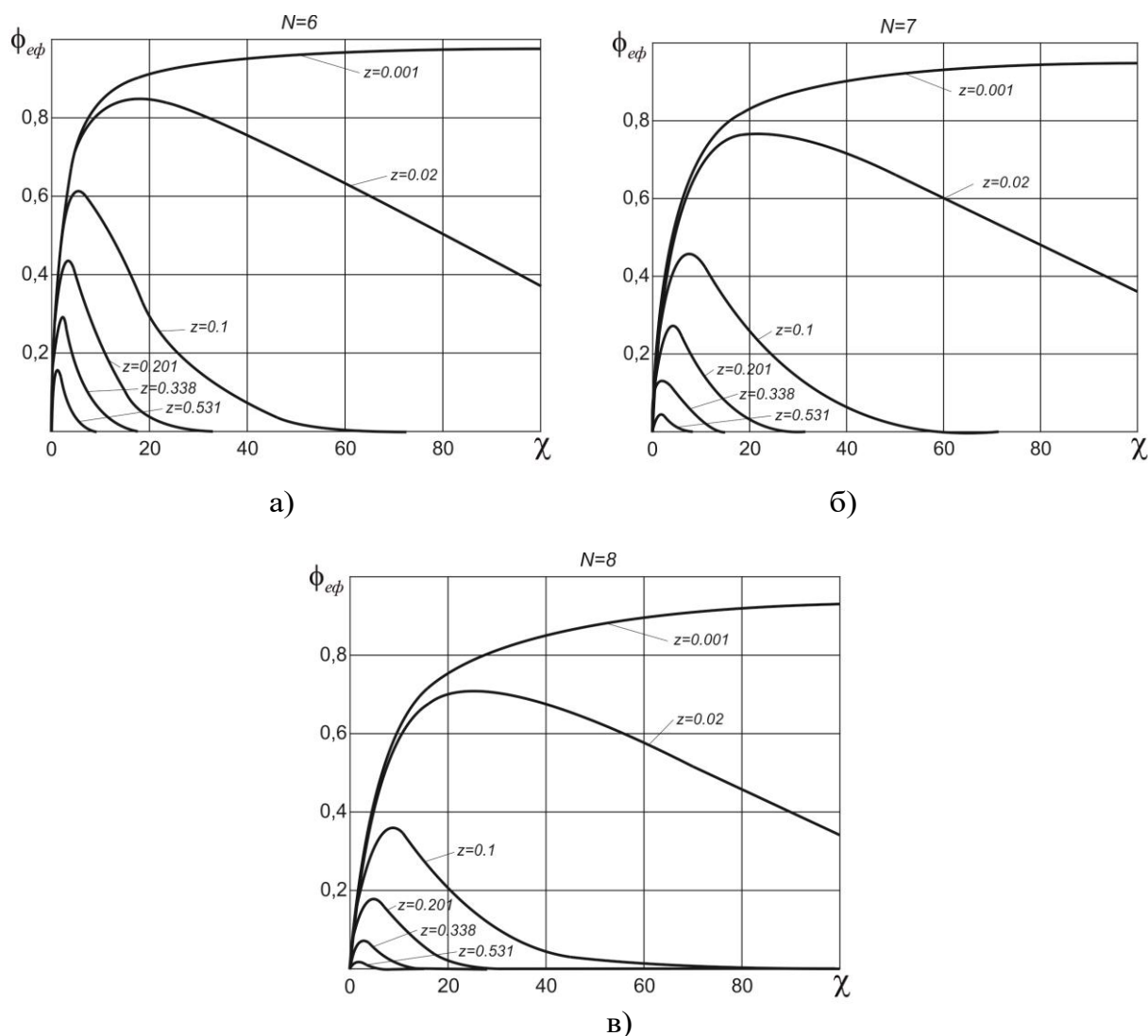


Рис. 3. Залежність ефективного ризику замовника від ймовірності відмови випробувальних вузлів

Висновки:

1. Запропоновано методику, яка дозволяє планувати обсяг проведення випробувань вузлів силового обладнання ТРС з урахуванням накопиченої експлуатаційної інформації щодо відмов.

2. Побудовані залежності ефективного ризику, які при проведенні випробувань дозволяють організувати самонавчання процесу проведення

випробувань з аргументацією вихідного імовірнісного розподілу величини, що характеризує безвідмовність у подальшому вузла, який випробується.

3. Отримані дані дозволяють встановити, що ризики, які відповідають математичним очікуванням випадкових величин z , істотно зміщені униз по відношенню до їх модальних значень.

Список літератури

1. Биргер, И.А. Техническая диагностика [Текст] / И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Физматгиз, 1962. – 564 с.
3. ГОСТ 18242-72. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1972.
4. Статистические методы обработки статистических данных [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 230 с.
5. Четвергов, В.А. Надежность локомотивов [Текст] / В.А. Четвергов, А.Д. Пузанков. – М.: Маршрут, 2003. – 415 с.

Ключові слова: організація, випробування, силове обладнання, ризик, зразок, функція.

Анотації

У статті запропоновано проведення випробувань силового обладнання тягового рухомого складу з урахуванням ефективного ризику. Отримано залежності ефективного ризику замовника від ймовірності відмови випробувальних вузлів.

В статье предложено проведение испытаний силового оборудования тягового подвижного состава с учетом эффективного риска. Получены зависимости эффективного риска заказчика от вероятности отказа испытуемых узлов.

The article suggested that the tests of power equipment traction vehicles including effective risk. The dependences of the effective risk of failure probability of the customer test sites.

УДК 629.4.077

Канд. техн. наук Т.В. Шелейко (ДП «УкрНДІВ»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

Представив д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Постановка проблеми. Поява нових більш потужних засобів гальмування зумовлює необхідність проведення більш ретельних досліджень функціонування як самої гальмівної системи в цілому, так і окремих її елементів для більш повного використання можливої у кожному конкретному випадку сили зчеплення коліс з рейками з урахуванням деякої імовірності

проковзування колеса відносно рейки, що завжди має місце в експлуатації. З огляду на те, що перспективними напрямками вантажного вагонобудування є збільшення осевого навантаження і швидкостей руху (основних факторів, від яких залежить адекватна (оптимальна) робота гальмівної системи), такі дослідження набувають додаткового значення.

Оскільки на процес взаємодії колеса і гальмівної колодки незалежно один від одного впливають численні фактори, то змінювані величини процесу реалізації гальмівної сили є також випадковими і для їх дослідження слід використовувати методи теорії імовірності, які дозволяють компенсувати недостатність знань характеру процесів і неможливість повного врахування конкретних законів змінювання кожного фактора закономірностями їх масового прояву. Підставою для застосування цих методів має бути достатньо великий обсяг експериментальних даних (у тому числі даних з експлуатації), що дозволив би оцінити стан питання, виявити закономірності виникнення і розподілу досліджуваної випадкової величини для прийняття відповідних заходів чи надання рекомендацій з його усунення або стабілізації [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи математичного аналізу до процесів гальмування застосовуються не вперше [2, 3]. Так, для екіпажів без протиюзних пристроїв рівень гальмівних сил за повного службового гальмування обирають, виходячи з імовірності їх без'юзового гальмування (за екстреного або повного службового гальмування), що має бути не менше ніж 0,9. Окрім середніх рівнів гальмівних сил і сил зчеплення, на залізниці ця імовірність характеризується величинами природних розкидів як сил зчеплення вагонних коліс з рейками під час гальмування, так і гальмівних сил. Зменшення ж амплітуд цих розкидів дозволить зменшити імовірність пошкодження коліс завдяки зменшенню імовірності виникнення юзової ситуації та (або) підвищити середній рівень гальмівних сил за повного службового та екстреного гальмувань рухомого складу.

Мета статті. Дослідити характеристики колодкової гальмівної системи за результатами стаціонарних, поїзних і стендових випробувань як випадкові величини, застосовуючи теорію

випадкових процесів, методи теорії імовірності і математичної статистики.

Дослідження сили натиснення гальмівних колодок за результатами стаціонарних випробувань гальмівної системи. Під час проведення розрахункових досліджень гальмівних характеристик чи гальмівної ефективності вантажного вагона припускається, що сила натиснення колодок на колеса розподіляється рівномірно. Однак численні експериментальні дослідження свідчать, що сили натиснення гальмівних колодок розподіляються нерівномірно не тільки по осях вагона, але й у межах однієї колісної пари (рис. 1).

Як альтернатива типовій, останнім часом усе більшого застосування на вантажних вагонах набувають роздільні гальмівні системи (рис. 2). Дослідження гальмівних характеристик гальмування обох систем [4] як випадкових величин (рис. 1-4) дали підстави стверджувати, що:

- ✓ нерівномірний розподіл сил натиснення гальмівних колодок на колісні пари зумовлений недосконалістю конструкції важільної передачі;
- ✓ найбільш навантаженими під час гальмування є зовнішні колісні пари;
- ✓ роздільна гальмівна система забезпечує більшу гальмівну ефективність, менші відхилення значень сили натиснення, тому її застосування дозволить підвищити стабільність гальмівних характеристик, а правильний підбір передаточного числа важільної передачі роздільної гальмівної системи дозволить не тільки забезпечити максимальну гальмівну ефективність вантажного вагона, але й знизити імовірність виникнення юзових ситуацій в експлуатації.

Таким чином, оцінювання розкиду значень характеристик гальмівної системи на її відповідність нормативним вимогам дозволяє підвищити достовірність результатів стаціонарних гальмівних випробувань для прийняття, у разі необхідності, додаткових заходів або зі зниження імовірності виникнення юзу колісних пар вантажного вагона в експлуатації, або з підвищення його гальмівної ефективності.

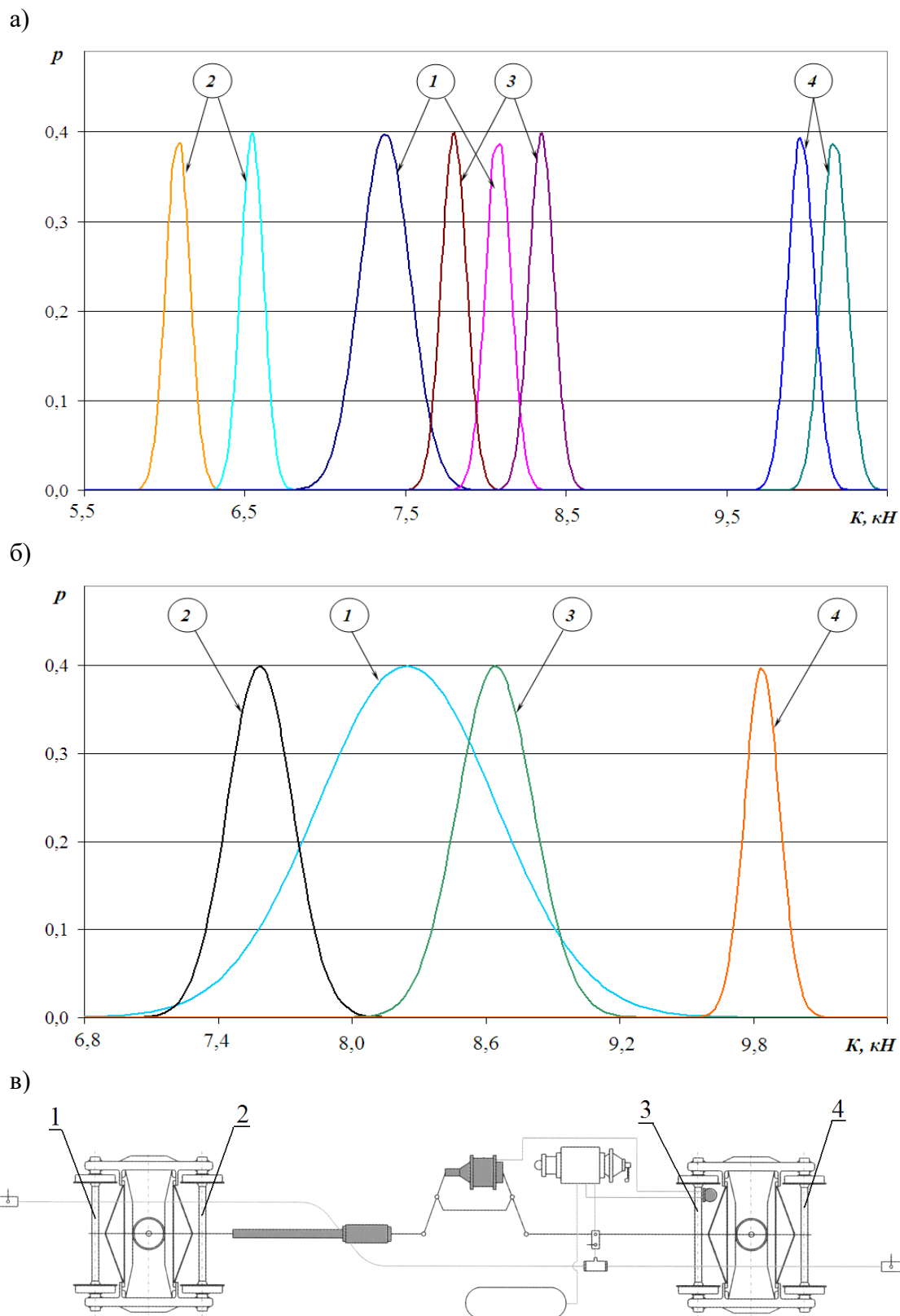


Рис. 1. Густина розподілів дійсних сил натиснення гальмівних колодок на колеса (а) та по осях (б) вантажного вагона з типовою гальмівною системою (в) (1 – 4 – осі колісних пар)

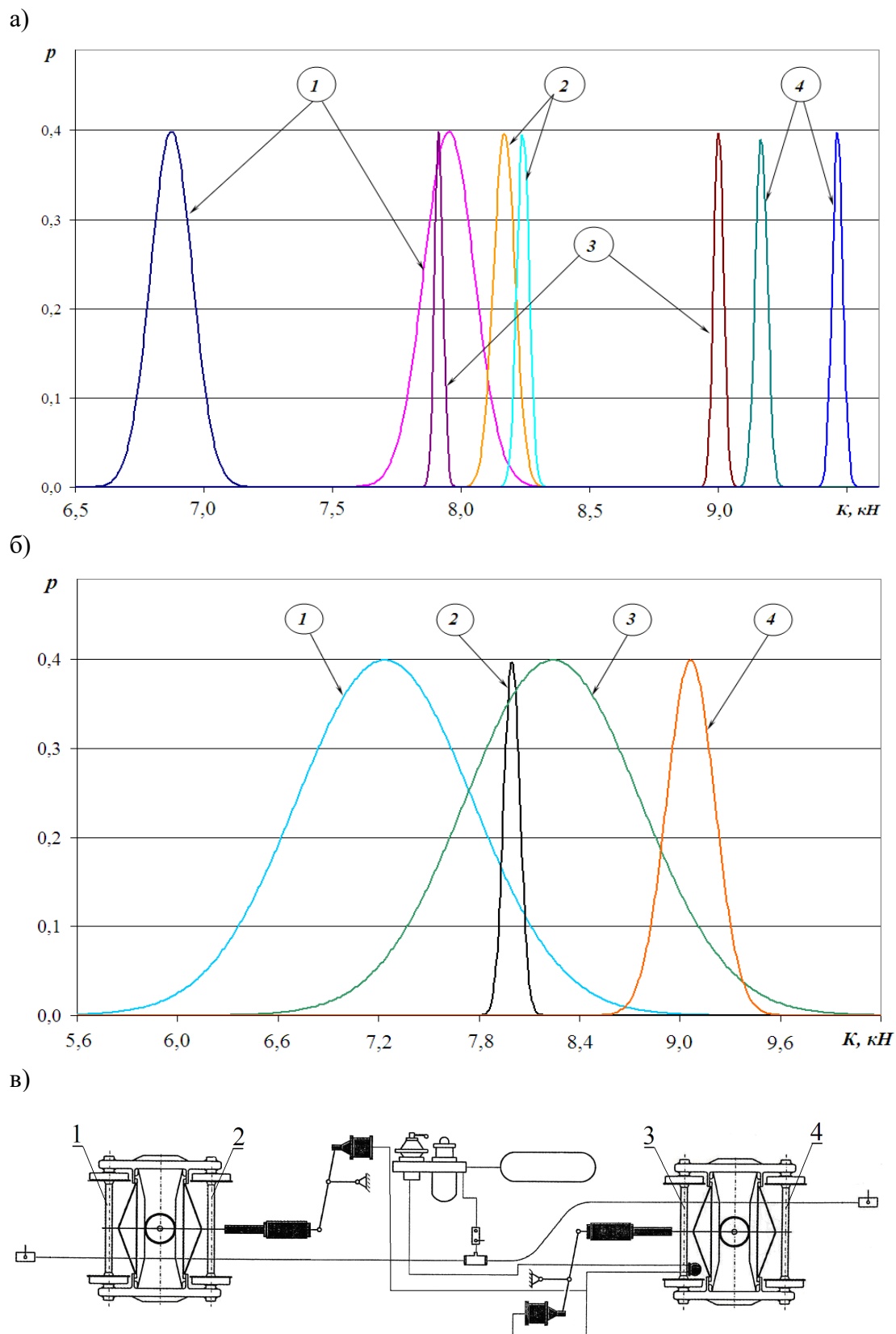


Рис. 2. Густина розподілів дійсних сил натиснення гальмівних колодок на колеса (а) та по осях (б) вантажного вагона з роздільною гальмівною системою (в) (1 – 4 – осі колісних пар)

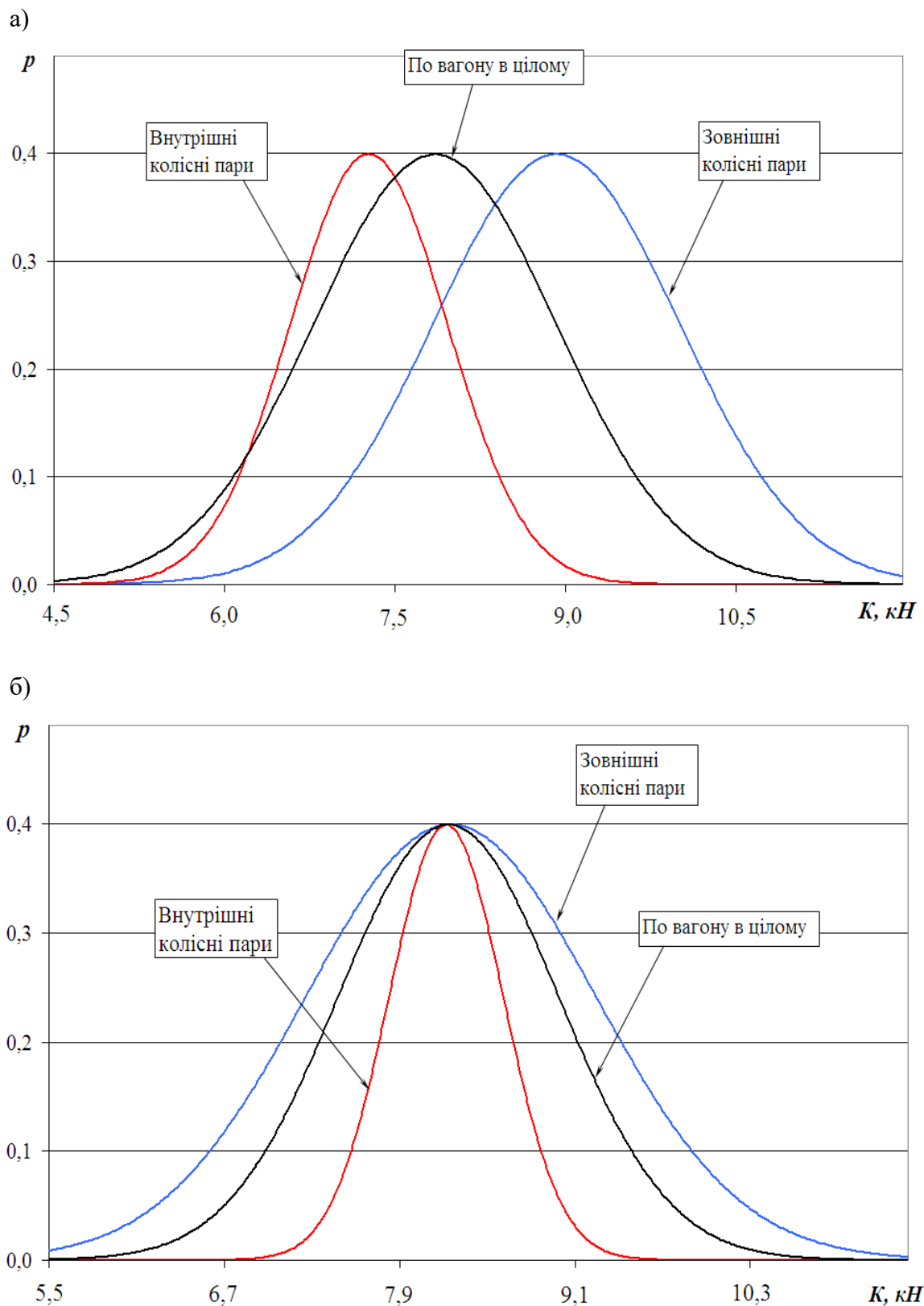


Рис. 3. Густина розподілів сумарних дійсних сил натиснення гальмівних колодок на колеса вантажного вагона з типовою (а) і роздільною гальмівною системою (б)

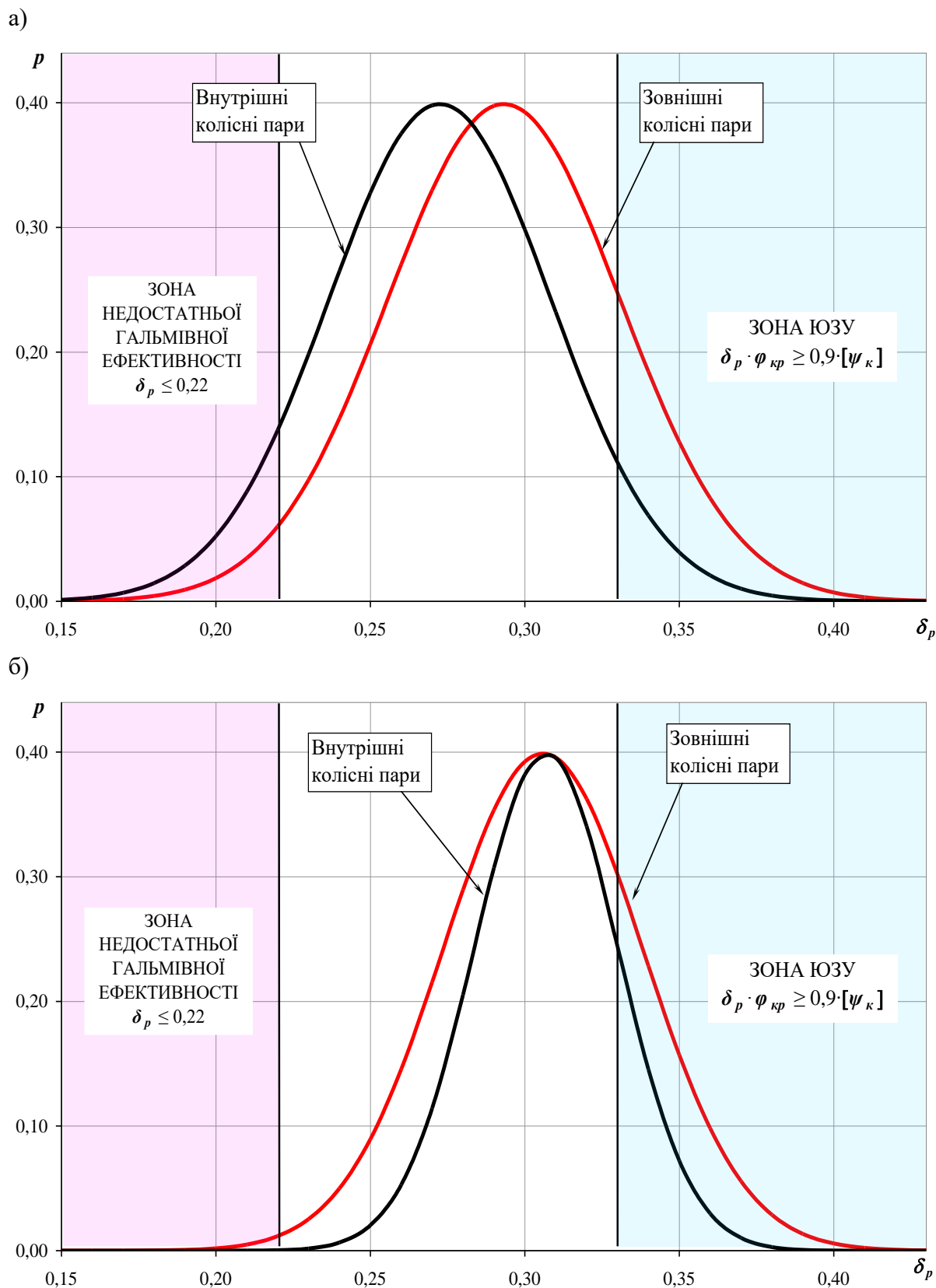


Рис. 4. Густина розподілів величини розрахункового коефіцієнта сумарних сил натиснення гальмівних колодок на колеса вантажного вагона з типовою (а) і роздільною гальмівною системою (б)

Дослідження фрикційних властивостей гальмівних колодок за результатами стендових випробувань. Широке застосування на залізничному транспорті колодкових гальмівних систем, що працюють за принципом перетворення кінетичної енергії в теплову за рахунок сил тертя між колодкою і колесом, висуває на перший план питання вибору таких композиційних матеріалів для гальмівної колодки, фрикційні властивості яких оптимальним чином задовольняли б вимоги і умови експлуатації, оскільки високі значення коефіцієнтів тертя можуть призвести до пошкоджень поверхонь колісних пар у процесі гальмування, а

низькі – до недостатньої гальмівної ефективності вагона.

За результатами випробувань на інерційному стенді шляхом імітування процесу гальмування за різних швидкостей руху та інших умов гальмування були отримані миттєві і середні значення коефіцієнтів тертя [5]. Незважаючи на позитивні результати випробувань (оскільки середні значення коефіцієнта тертя потрапляють у нормований інтервал), доцільним є зменшення відхилень цих значень, адже високі значення можуть призвести до юзу в процесі гальмування, а низькі – до недостатньої гальмівної ефективності (рис. 5).

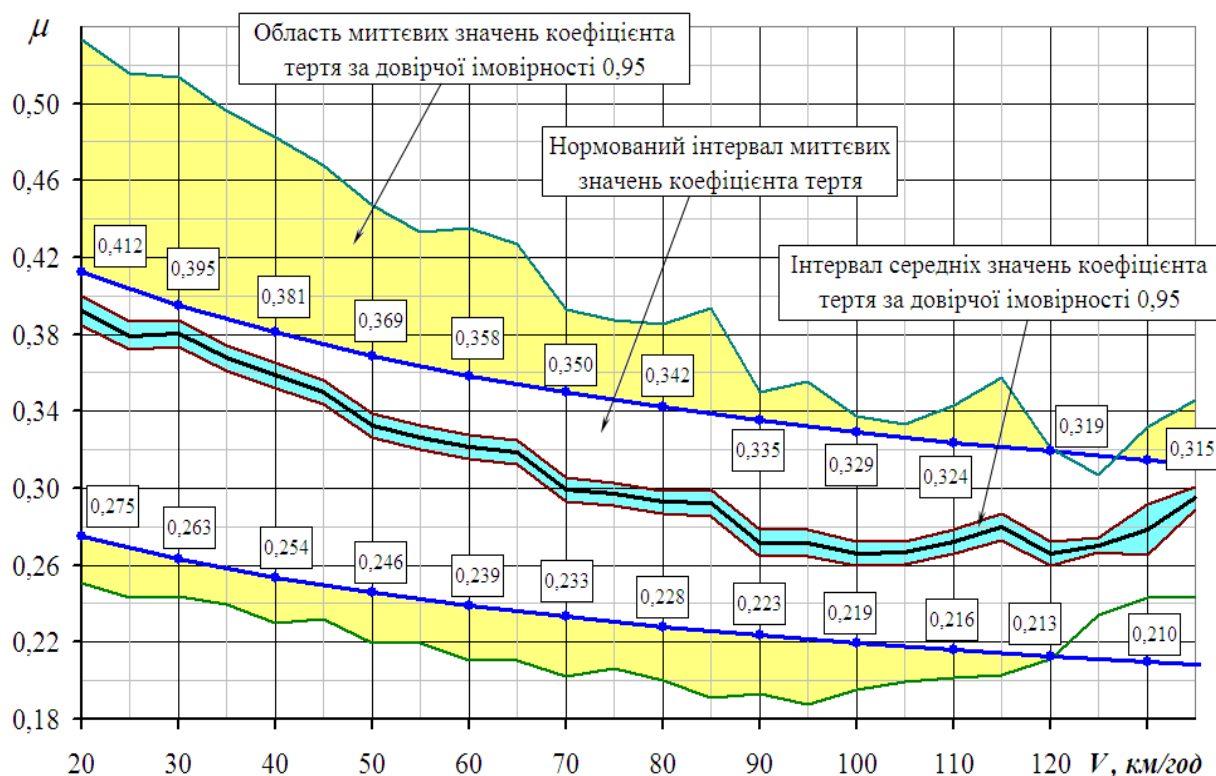


Рис. 5. Відхилення миттєвих значень коефіцієнта тертя

Подальший аналіз показав високу імовірність перевищення коефіцієнтом тертя максимальних нормованих значень

(рис. 6), імовірність виникнення юзової ситуації при цьому склала до 5 % (рис. 7).

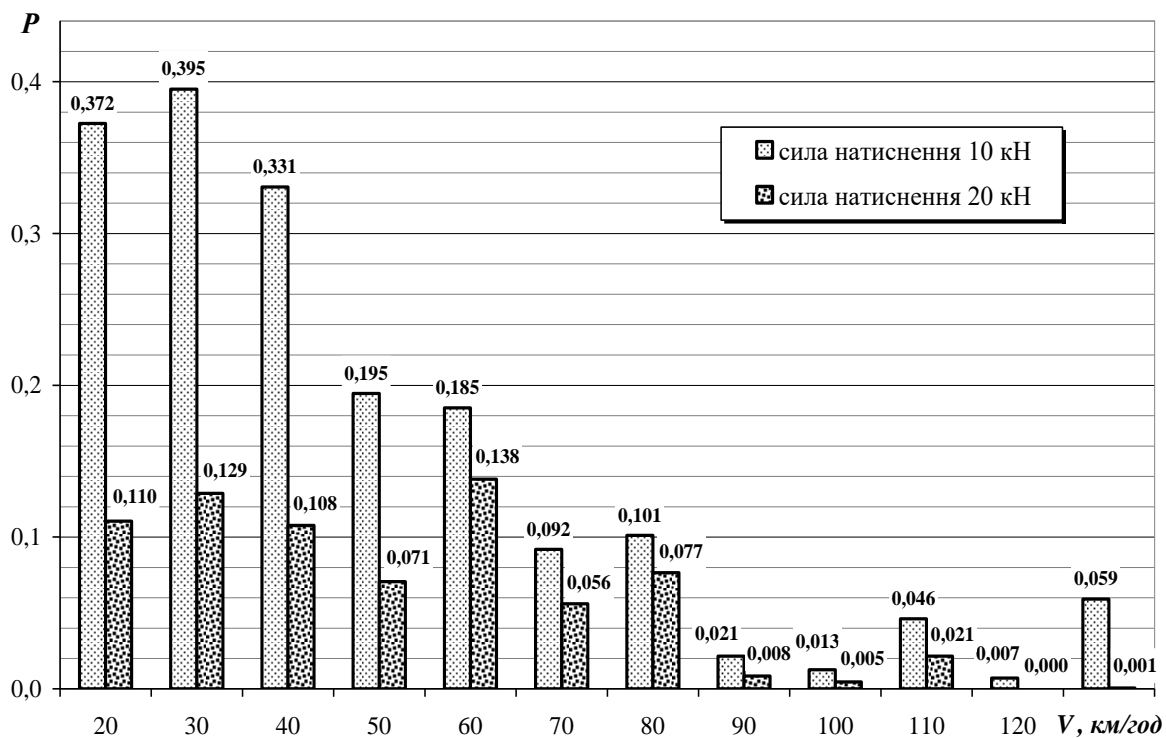


Рис. 6. Імовірність перевищення миттєвими значеннями коефіцієнта тертя нормованих максимальних значень



Рис. 7. Імовірність виникнення юзової ситуації та гранично допустимі значення коефіцієнта тертя

Таким чином, оцінювання коефіцієнта тертя гальмівних колодок за результатами випробувань на інерційному стенді як випадкової величини з використанням методів математичної статистики та теорії імовірності дозволяє проводити більш глибокий аналіз фрикційних властивостей гальмівних колодок і оцінювати імовірність виникнення юзової ситуації ще на етапі проектування вагонів та створення нових композиційних гальмівних колодок.

Дослідження розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок за результатами поїзних випробувань гальмівної системи. Подальше удосконалення гальмівних систем, з урахуванням прийнятого напрямку на створення високошвидкісного транспорту, потребує для їх ефективного та якісного дослідження застосування більш точних методів визначення гальмівного шляху, таких як метод «кидання», та

досконалішого випробувального обладнання для підвищення точності визначення гальмівних характеристик досліджуваного вагона. При цьому важливого значення набувають питання аналізу і оцінки результатів гальмівних випробувань та ухвалення рішення про відповідність або невідповідність їх нормативним вимогам.

З метою визначення ступеня впливу різних чинників на достовірність і точність гальмівних випробувань були проведені розрахункові дослідження з оцінювання невизначеності вимірювань розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок за різних швидкостей руху на початку гальмування під час проведення поїзних гальмівних випробувань за методом кидання [6]. Підсумкові значення визначалися за довірчої імовірності 0,95 (рис. 8).

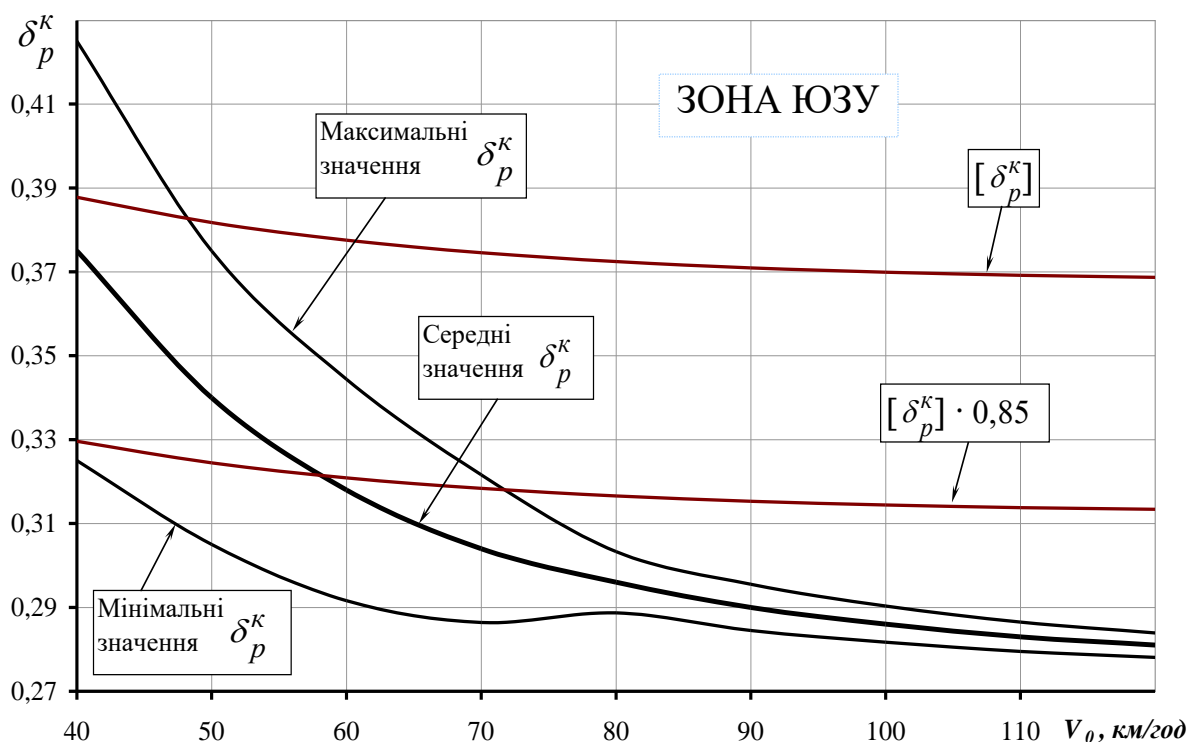


Рис. 8. Розкид значень, що з імовірністю 0,95 можуть бути приписані розрахунковому коефіцієнту сили натиснення композиційних гальмівних колодок

Виконані розрахунки показали, що для швидкості 40 км/год і максимального значення розрахункового коефіцієнта можлива юзова ситуація, імовірність перевищення допустимого коефіцієнта зчеплення колеса з рейкою складає 0,22 (рис. 9).

З аналізу є очевидним, що у досліджуваного вагона відсутній запас по юзу на малих (до 50 км/год) швидкостях руху під час гальмування і малий у разі швидкостей руху до 70 км/год. Тому, з метою зниження імовірності виникнення юзової ситуації в експлуатації, для

досліджуваного вагона необхідно прийняти додаткові заходи, як, наприклад, зменшення передаточного числа важільної передачі або зниження тиску у гальмівному циліндрі.

Таким чином, оцінювання результатів гальмівних випробувань з урахуванням невизначеності вимірювань дозволяє отримувати уточнену оцінку характеристик гальмівної системи для заданої довірчої імовірності та отримувати більш повну і достовірну інформацію стосовно властивостей гальмівних систем рухомого складу та їх відповідності нормативним вимогам.

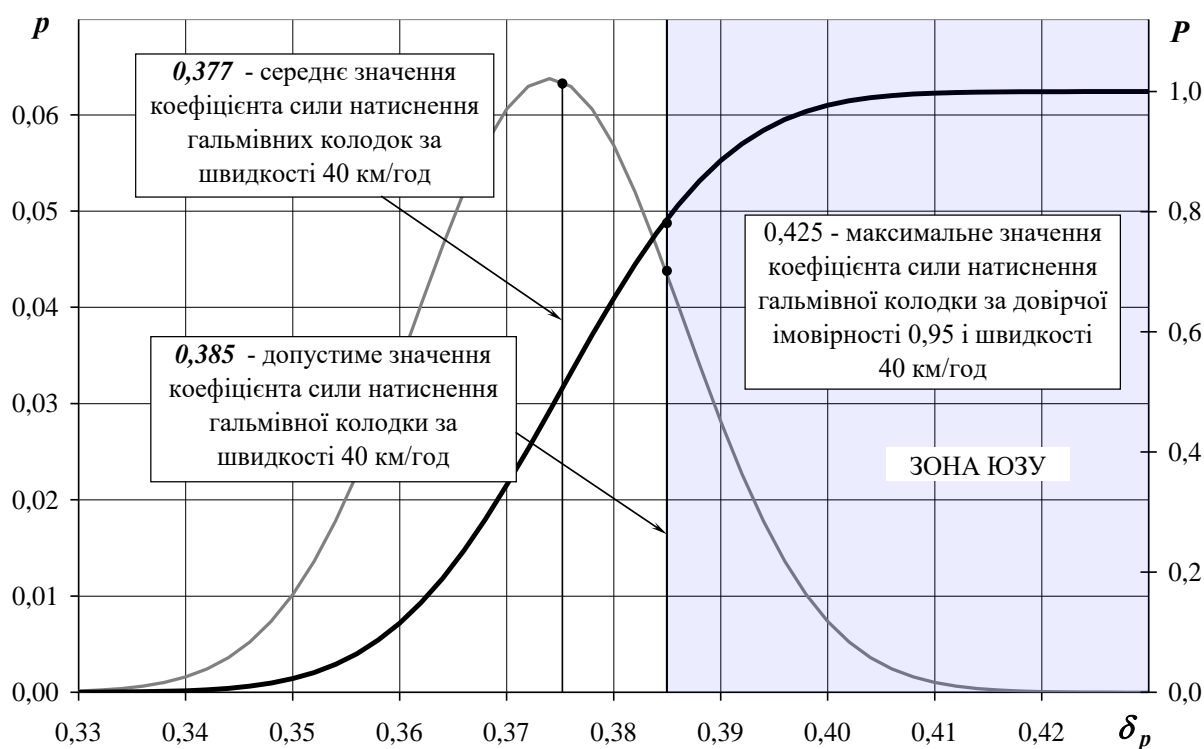


Рис. 9. Функція розподілу і щільність розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок для швидкості руху на початку гальмування 40 км/год

Висновки. Виконані розрахункові дослідження доводять, що:

- ✓ оцінювання розкиду значень характеристик гальмівної системи на відповідність нормативним вимогам дозволяє підвищити достовірність результатів гальмівних випробувань для

прийняття, у разі необхідності, додаткових заходів або зі зниження імовірності виникнення проковзування коліс під час гальмування вантажного вагона, або з підвищення його гальмівної ефективності;

- ✓ оцінювання фрикційних властивостей гальмівних колодок з

урахуванням виходу миттєвих значень коефіцієнта тертя за межі нормованого інтервалу дозволяє проводити більш глибокий аналіз фрикційних властивостей гальмівних колодок і оцінювати імовірність виникнення юзової ситуації ще на етапі проектування вагонів;

✓ результати досліджень характеристик гальмування як випадкових величин можуть бути використані для визначення напрямків та об'єктів подальших досліджень з оптимізації процесів функціонування елементів гальмівної системи вантажних вагонів

нового покоління або підвищення гальмівної ефективності вантажних вагонів існуючого парку.

Таким чином, розгляд характеристик гальмування як випадкових величин і застосування для їх дослідження методів математичного аналізу дозволяє у сучасних ринкових умовах, які характеризуються насамперед обмеженістю фінансових ресурсів, здійснювати не тільки контроль використання наявного потенціалу будь-якого процесу, а й створює умови для розроблення та подальшої реалізації успішної стратегії з його покращення.

Список літератури

1. Шелейко, Т.В. Загальні методи досліджень процесів функціонування елементів колодкової гальмівної системи [Текст] / Т.В. Шелейко, Ю.Я. Водянніков, С.М. Свистун // Залізничний транспорт. – 2012. – № 1. – С. 13-15.
2. Старченко, В.М. Наукові основи підвищення ефективності гальмування поліпшенням умов взаємодії коліс з гальмівними колодками і рейками [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.07 / В.М. Старченко. – Луганськ, 2008. – 25 с.
3. Жаров, И.А. Проблемы триботехнических инноваций на железнодорожном транспорте [Текст] / И.А. Жаров // Вестник ВНИИЖТ. – 2007. – № 5. – С. 8-11.
4. Донченко, А.В. Дослідження сил натиснень гальмівних колодок в процесі гальмування вантажного вагона [Текст] / А.В. Донченко, Ю.Я. Водянніков, Т.В. Шелейко // Зб. наук. праць ДП «УкрНДІВ». Рейковий руханий склад. – Кременчук, 2012. – Вип. 6. – С. 72-79.
5. Водянніков, Ю.Я. Анализ и оценка фрикционных свойств тормозной колодки при испытаниях на инерционном стенде [Текст] / Ю.Я. Водянніков, Т.В. Шелейко, А.Е. Нищенко // Зб. наук. праць ДЕГУТ. Серія «Транспортні системи і технології». – К.: ДЕГУТ, 2010. – Вип. 17. – С. 29-40.
6. Донченко, А.В. Оцінка гальмівної ефективності вантажного вагона з урахуванням похибки вимірювань [Текст] / А.В. Донченко, Ю.Я. Водянніков, Т.В. Шелейко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 152-160.

Ключові слова: колодкова гальмівна система, характеристика гальмівної системи, густина розподілу.

Анотації

Обґрунтовано доцільність застосування методів математичної статистики під час аналізу гальмівних систем одиниць рухомого складу і дослідження їх характеристик як випадкових величин, що дозволяє здійснювати не тільки контроль використання наявного потенціалу будь-якого процесу, а й створює умови для розроблення та подальшої реалізації успішної стратегії з його покращення.

Обоснована целесообразность применения методов математической статистики при анализе тормозных систем единиц подвижного состава и исследовании их характеристик как случайных величин, что позволяет осуществлять не только контроль использования имеющегося потенциала любого процесса, но и создает условия для разработки и последующей реализации успешной стратегии по его улучшению.

Suitability of application of mathematical statistics methods for analysis of brake systems of rolling stock and study of their characteristics as random values was proved. It allows not only to control the use of existing potential of any process, but also establishes conditions for development and further successful implementation of its improvement strategy.

УДК 629.4.027

Канд. техн. наук А.В. Труфанова

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Представив д-р техн. наук, професор О.В. Устенко

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Залізничний транспорт є однією з найважливіших галузей народного господарства України. Гостра конкуренція між різними видами транспорту сприяє підвищенню якості транспортних послуг. Затримка вантажів у дорозі, яка викликана відмовою елементів конструкцій вагонів з подальшим відчепленням від поїзда, спричиняє суттєві економічні збитки залізницям.

Для забезпечення безпеки руху поїздів парк вантажних вагонів повинен мати високу надійність. У той же час вагон складається з великої кількості вузлів, технічний стан яких безпосередньо впливає на експлуатацію вантажних вагонів.

Важливим елементом ходових частин є буксові вузли. Багаторічний досвід експлуатації буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів, що обладнані циліндричними роликівими підшипниками, навіть з чисельними

модернізаціями показав, що вони не відповідають сучасним умовам експлуатації через недостатню надійність.

При розрахунку на міцність і надійність елементів конструкції буксових вузлів використовуються спрощені схеми, які не враховують ряд діючих чинників. Недосконалість існуючих методів розрахунку призвела до значних похибок при визначенні показників надійності буксових підшипникових вузлів і розбіжності з фактичними результатами експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У дослідженнях професора О.М. Савчука [1] запропонована теорія і алгоритм розрахунку букси із урахуванням усіх деформацій усіх деталей та зазорів у з'єднаннях. Автором використовується скінченно-елементний підхід сумісно із загальним методом сил. Для букси вантажного вагона застосована плоска різнотовщинна розрахункова схема.

В дослідженнях [2] Ю.Д. Мельниченко використовував методику визначення напруженого стану корпусу букси та

розподілення радіальних навантажень між роликами підшипника. Але така розрахункова схема не враховує всі особливості геометрії корпусу букс, податливість осі підшипника; жорсткість самого підшипника оцінювалася дуже приблизно, а вертикальні навантаження вважались постійно діючими.

Незначна кількість досліджень присвячена визначенню показників надійності елементів буксового вузла. Можна зазначити лише статті Б.Н. Покровського [4, 5], де розглядається питання про вибір нормованих показників надійності для роликового буксового вузла.

В той же час необхідно зазначити, що практично всі теоретичні дослідження в галузі визначення показників надійності буксових вузлів рухомого складу були присвячені визначенню γ -відсоткового ресурсу підшипників на підставі фундаментальних досліджень [6, 7]. При цьому показники безвідмовності, а саме імовірність безвідмовної роботи, намагались обчислити складним шляхом за допомогою емпіричних коефіцієнтів, вважаючи відомим γ -відсотковий ресурс. При цьому не враховувався імовірнісний характер діючих навантажень.

Метою дослідження є оцінка працездатності буксового вузла з урахуванням зовнішніх впливів, які можуть приймати випадкові значення під час експлуатації вагонів, й визначення імовірності безвідмовної роботи буксового

вузла залежно від швидкості та режиму руху.

Основна частина. Буксовий підшипниковий вузол вантажного вагона є механічною системою, яка взаємодіє з навколишнім середовищем. На нього діють певні зовнішні впливи Q , які можуть приймати випадкові значення з простору Q . Стохастичну поведінку системи будемо характеризувати елементами u , які є частками відповідного простору U , який обирається таким чином, щоб за його допомогою в рамках розрахункової схеми повністю був описаний стан системи. Властивості системи характеризуються оператором L , який кожній реалізації елементів з простору впливів Q приводить у відповідність реалізацію елементів у просторі станів U .

$$Lu=q. \quad (1)$$

При цьому простір якості V обирається таким чином, щоб за допомогою його елементів можна було повною мірою характеризувати якість функціонування системи. При нормальній експлуатації системи її параметри якості мають перебувати у встановлених межах протягом усього нормативного строку служби. Математично це відповідає знаходженню елементів v в допустимій області Ω простору якості V . Вихід траєкторії $v(t)$ з допустимої області Ω відповідає відмові системи (див. рисунок).

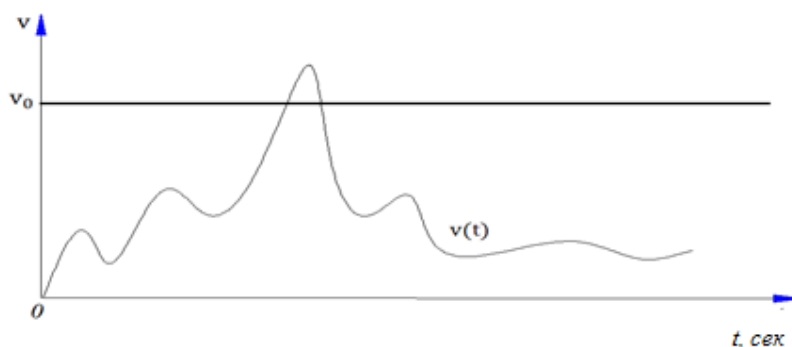


Рис. Графічна ілюстрація теорії викидів для одновимірного простору

Основний показник надійності $P(t)$ імовірністю безвідмовної роботи на відрізка $[0, t]$, що відповідає імовірності

знаходження вектора якості в допустимій області протягом цього відрізка часу,

$$P(t) = P\{v(t) \in \Omega; \tau \in [0, t]\}. \quad (2)$$

Цей вираз не враховує розсіювання фізико-механічних властивостей матеріалів та розсіювання параметрів навантаження. За умови, що випадкові властивості системи характеризуються векторною випадковою величиною Γ , а розсіювання параметрів зовнішнього впливу $q(t)$

визначається вектором \mathbf{S} , то сумісна щільність розподілення параметрів \mathbf{r} та \mathbf{s} буде позначатися як $p(\mathbf{r}, \mathbf{s})$. Тоді імовірність безвідмовної роботи системи обчислюється за формулою повної імовірності

$$P(t) = \iint P(t|\mathbf{r}, \mathbf{s}) p(\mathbf{r}, \mathbf{s}) d\mathbf{r} d\mathbf{s}. \quad (3)$$

У вихідний момент часу випадковий процес $v(t)$ з імовірністю, яка дорівнює 1, буде знаходитися у допустимій області Ω , тобто $P(0) = 1$. Викиди з цієї області на

відрізка часу $[0, t]$ – дуже рідкі події. Математичне очікування кількості викидів випадкового процесу $v(t)$ на відрізка часу $[0, t]$ позначимо як $N(t)$. Тоді

$$M[N(t)] \equiv \Lambda(t) \approx \int_0^t \lambda(t) dt. \quad (4)$$

Це співвідношення пов'язує між собою математичне очікування кількості викидів випадкового процесу $v(t)$ з інтенсивністю відмов. У випадку, коли відповідна механічна система є високонадійною (а багаторічний досвід

експлуатації буксових підшипникових вузлів дає можливість це стверджувати), можливе використання пуасонівського потоку відмов. Тоді імовірність безвідмовної роботи можна обчислити за формулою

$$P(t) \approx \exp[-\Lambda(t)]. \quad (5)$$

Пропонується така процедура оцінки працездатності буксового вузла, яка буде складатися з таких етапів:

– побудова простору якості для найбільш відповідальних елементів буксового вузла;

– дослідження характеристик випадкових процесів навантажень, що діють на буксові підшипникові вузли;

– визначення імовірності викиду випадкового процесу навантажень за простір якості;

– обчислення характеристик безвідмовності буксового підшипникового вузла.

Будемо розглядати підшипниковий вузол як систему, що складається з двох основних елементів: безпосередньо дворядний конічний підшипник та адаптер, через який на підшипник передаються усі види навантажень. Відомо, що довговічність буксових вузлів у цілому визначається, головним чином, появою раковин від утоми на поверхнях торкання кілець та роликів. Причиною виникнення цих раковин є контактні напруження $\sigma(t)$, що перевищують межу міцності на стиснення. Тобто якість системи буде характеризуватися величиною максимальних контактних напружень.

Простір якості V у даному випадку буде одновимірним, а область допустимих значень задана обмеженням

$$\sigma(t) < \sigma_{cm}, \quad (6)$$

де σ_{cm} – межа міцності на стиснення підшипникової сталі.

Величина $\sigma(t)$ залежить, у свою чергу, від величини вертикальних навантажень $Q^s(t)$, які діють на буксовий підшипниковий вузол. При цьому

$$\sigma(t) = f[Q^s(t)], \quad (7)$$

де $Q^s(t)$ – вертикальне навантаження, яке викликає відповідні напруження, МПа.

Тоді максимально можливим напруженням $\sigma_{max}(t)$ можна зіставити максимально можливі вертикальні навантаження $Q_{max}^s(t)$.

Вертикальні навантаження $Q^s(t)$, що діють на буксовий підшипниковий вузол, залежать від багатьох чинників: величини статичного навантаження, кількості осей, стану верхньої будови колії, технічного стану ходових частин і п'ятникового вузла вагона, швидкості руху тощо. На практиці останні зазначені чинники об'єднують єдиним поняттям – коефіцієнт вертикальної динаміки.

Тоді імовірність відмови БВ визначається як імовірність появи вертикальних навантажень, що викликають у його елементах напруження, яке перевищує межу міцності на стиснення, за зазначений час

$$P(\tau) = P\{-Q_{max}^s < Q^s(t) < Q_{max}^s; \tau \in [0, T]\}. \quad (8)$$

Тоді кількість випадкового процесу зміни вертикальних навантажень

$$N(\tau) = T \int_0^{\infty} f(Q^s, \dot{Q}^s, t) \dot{Q}^s dQ^s, \quad (9)$$

де $f(Q^s, \dot{Q}^s, t)$ – сумісна щільність розподілення випадкового процесу зміни вертикальних навантажень та його першої похідної.

Якщо випадковий процес $Q^s(t)$ – стаціонарний, то

$$f(Q^s, \dot{Q}^s, t) = f_1[Q^s(t)] \times f_2[\dot{Q}^s(t)]. \quad (10)$$

У припущенні, що процес зміни вертикальних навантажень підпорядкований нормальному закону розподілення,

$$f_1[Q^s(t)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_{Q^s}} \exp \left[-\frac{(Q^s - M[Q^s(t)])^2}{2\sigma_{Q^s}^2} \right], \quad (11)$$

$$f_2[\dot{Q}^s(t)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_{\dot{Q}^s}} \exp \left[-\frac{(\dot{Q}^s)^2}{2\sigma_{\dot{Q}^s}^2} \right], \quad (12)$$

де $M[Q^s(t)]$ – математичне очікування випадкового процесу зміни вертикальних навантажень $Q^s(t)$;

$\sigma_{Q^s}^2$ – його дисперсія;

$\sigma_{\dot{Q}^s}^2$ – дисперсія його першої похідної;

$f_1[Q^s(t)]$ – щільність розподілення випадкового процесу зміни вертикальних навантажень;

$f_2[\dot{Q}^s(t)]$ – щільність розподілення випадкового процесу зміни похідної вертикальних навантажень.

Середнє квадратичне відхилення першої похідної випадкового процесу

зміни вертикальних навантажень визначається формулою

$$\sigma_{\dot{P}^s} = \sqrt{-\left[\frac{\dot{K}_{P^s}(\tau)}{K_{P^s}(\tau)} \right]_{\tau=0}}, \quad (13)$$

де $K_{P^s}(\tau)$ – кореляційна функція випадкового процесу зміни вертикальних навантажень;

$\dot{K}_{P^s}(\tau)$ – друга похідна випадкового процесу зміни вертикальних навантажень.

Остаточна формула для визначення кількості викидів матиме вигляд

$$N(\tau) = \frac{1}{2\pi} \sqrt{-\left[\frac{\dot{K}_{P^s}(\tau)}{K_{P^s}(\tau)} \right]} \cdot \exp \left[-\frac{(P^s - M[P^s(t)])^2}{2\sigma_{P^s}^2} \right]. \quad (14)$$

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. При розрахунках згідно з [3] враховувався час перебування вагона у завантаженому та порожньому стані з рекомендованими швидкостями. В результаті отримані залежності, які

характеризують імовірність безвідмовної роботи буксового вузла залежно від швидкості та режиму руху. Доведено, що при навіть найбільш несприятливих умовах нижня межа ймовірності безвідмовної роботи складала 0,99975.

Список літератури

1. Корпус роликовых букс грузовых вагонов из алюминиевых сплавов [Текст] / Н. А. Буше, В. В. Копытько, В. Н. Цюренко [и др.] // Пути совершенствования конструкций буксовых узлов вагонов с подшипниками качения: труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1982. – Вып. 654. – С. 98-102.
2. Мельниченко, Ю.Д. Напряженно-деформированное состояние корпуса буксы из алюминиевого сплава: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 [Текст] / Ю.Д. Мельниченко. – М., 1984. – 118 с.
3. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: 1983. – 258 с.

4. Покровский, Б.Н. К вопросу оценки надежности подшипников качения букс вагонов [Текст] / Б. Н. Покровский // Всесоюзный заочный институт инженеров транспорта: сб. науч. трудов. – М., 1979. – Вып. 101. – С. 5-8.

5. Покровский, Б.Н. К постановке вопроса об оценке надежности подшипников качения букс вагонов [Текст] / Б.Н. Покровский // Всесоюзный заочный институт инженеров транспорта: сб. науч. трудов. – М., 1978. – Вып. 97. – С. 41-49.

6. Lundberg G., Palmgren A. Dynamic Capacity of Rolling Bearings. – Acta Politechnica, Mechanical Engineering Series. – Vol. 1, №3. - 1947.

7. Lundberg G., Palmgren A. Dynamic Capacity of Rolling Bearings. – Acta Politechnica, Mechanical Engineering Series. – Vol. 2, №4. - 1952.

Ключові слова: буксовий вузол, підшипник, надійність, випадковий процес, теорія викидів, одновимірний простір, простір якості.

Анотації

Запропонована модель для визначення показників безвідмовності буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів, особливістю якої є врахування імовірнісного характеру діючих навантажень. Виконано моделювання та встановлені показники безвідмовності буксових підшипників для різних режимів руху вагонів.

Предложена модель для определения показателей безотказности буксовых подшипниковых узлов грузовых вагонов, особенностью которой является учет вероятностного характера действующих нагрузок. Выполнено моделирование и определены показатели безотказности буксовых подшипников для различных режимов движения вагона.

The model for the measurement of reliability for axle bearing freight cars, featuring a probabilistic nature of the acting loads. Modelling and reliability indicators for axle bearings are determined for various modes of motion of the car.

УДК 629.4.027.11:621.891

Инж. І.С. Груник

РОЗРАХУНОК ПОДАЧІ ОСЬОВОЇ ОЛИВИ В МОТОРНО-ОСЬОВИЙ ПІДШИПНИК ЛОКОМОТИВА З УРАХУВАННЯМ АДСОРБЦІЙНИХ ЯВИЩ НА ПОВЕРХНЯХ ТЕРТЯ

Представив д-р техн. наук, професор Є.М. Лисіков

Вступ. Моторно-осьові підшипники (МОП) тягового електродвигуна локомотивів багато в чому забезпечують безпеку руху та визначають надійність колісно-моторного блока в експлуатації.

Деталі МОП є високонавантаженими елементами екіпажної частини із жорсткими габаритними обмеженнями та піддаються негативному впливу високих динамічних навантажень, що виникають

при русі локомотива. Саме ці несприятливі умови переважають у роботі МОП під час руху локомотива на швидкостях від 0 до 80 км/год [1]. Ці впливи перешкоджають утворенню стійкого масляного шару на поверхнях тертя, що призводить до роботи підшипника в режимі граничного змащення [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У режимі граничного змащення відбувається часткове руйнування адсорбційного шару мастильного матеріалу, що призводить до появи безпосереднього контакту окремих мікронерівностей поверхонь тертя, що й супроводжується процесом їх зношування [3]. Звідси випливає значення якості як поверхневого шару підшипника, так і застосовуваного мастильного матеріалу, що впливають на працездатність елементів МОП.

Нині на залізницях України є в експлуатації вантажні локомотиви ВЛ11М, у яких застосовується система змащування МОП з постійним рівнем [4].

Система змащування моторно-осьових підшипників (МОП) електродвигуна ТЛ-2К1 локомотива ВЛ11М виявляє низку недоліків, серед яких: обмежена подача мастила до поверхонь тертя, схильність до забруднення та втрата гнотами своєї мастило-транспортної спроможності, порушення установки польстерного механізму, залежність подачі мастила від температурних коливань [5], втрата працездатності внаслідок насичення гнотів водою та замерзання у холодну пору року [4], неможливість використання протизношувальних присадок в осьовій оливі.

Таким чином, існуюча система змащування МОП локомотивів ВЛ11М має істотні недоліки і не здатна в достатній мірі забезпечити утворення на поверхнях тертя сприятливих змащувальних режимів. Тому

для усунення недоліків та підвищення ресурсу МОП за рахунок зменшення інтенсивності зношування вкладишів доцільно використання примусової циркуляції осьової оливи через підшипник та застосування протизношувальної присадки в осьовій оливі для забезпечення достатнього шару адсорбційної плівки на поверхнях тертя.

Метою роботи є визначення необхідної подачі мастильного матеріалу в МОП локомотива ВЛ11М з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях тертя.

Основний матеріал. Подачу мастильного матеріалу в МОП локомотива ВЛ11М з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях тертя визначаємо з умови зменшення концентрації молекул ПАР у діаметральному зазорі підшипника при обертанні осі, а саме з наближення, що за один оберт осі з замкнутого об'єму оливи в діаметральному зазорі зникає об'єм молекул ПАР, необхідний для формування граничної товщини мастильної плівки.

Тоді подачу мастильного матеріалу в МОП локомотива отримаємо з виразу

$$Q = \frac{V_{\delta}}{t_p}, \quad (1)$$

де V_{δ} – об'єм оливи в зазорі, м³;

t_p – час обертання осі без зміни мастила в зазорі, с.

Об'єм оливи в зазорі визначається за формулою

$$V_{\delta} = \pi \cdot \delta \cdot l \cdot \left(R_2 + \frac{\delta}{4} \right), \quad (2)$$

де δ – діаметральний зазор (рис. 1), м;

R_2 – радіус осі, м;

l – довжина підшипника, м.

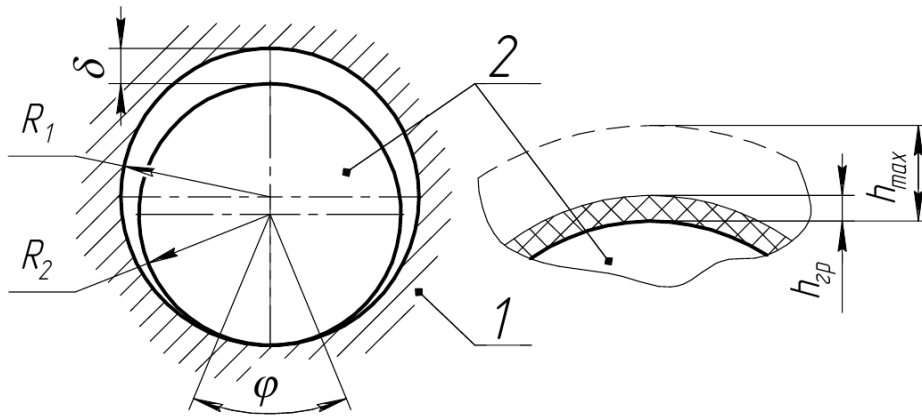


Рис. 1. Схема МОП (1 – підшипник, 2 – вісь)

Час обертання осі без зміни мастила в зазорі отримаємо з виразу:

$$t_p = \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{\omega}, \quad (3)$$

де k – кількість обертів без зміни мастила в зазорі до досягнення заданої граничної концентрації молекул ПАР;

ω – кутова швидкість обертання колісної пари локомотива, c^{-1} .

Для визначення кількості обертів k знайдемо необхідну концентрацію молекул ПАР в об'ємі оливи, яка необхідна для формування граничної товщини мастильної плівки на поверхнях тертя МОП.

Для цього на підставі роботи [6] визначаємо максимальну відстань взаємодії молекул ПАР з поверхнею мікронерівності. Попередні розрахунки показали, що для припрацьованих поверхонь сполучення МОП з $R_a = 0,25 \cdot 10^{-6}$ м і робочій температурі осьової оливи $t = 353$ К максимальна відстань взаємодії молекул ПАР з поверхнею мікронерівності становить $h_{\max} = 1,85 \cdot 10^{-6}$ м.

Концентрацію молекул ПАР в об'ємі оливи, яка необхідна для формування граничної товщини мастильної плівки на поверхнях тертя МОП, отримаємо з виразу:

$$c = \frac{V_m}{V}, \quad (4)$$

де V_m – об'єм молекул ПАР на поверхні тертя, які формують граничну мастильну плівку, m^3 ;

V – об'єм оливи, з якого відбувається осадження молекул ПАР на поверхню тертя, m^3 .

Визначимо об'єм оливи, з якого відбувається осадження молекул ПАР на поверхню тертя:

$$V = h_{\max} \cdot S_n, \quad (5)$$

де S_n – номінальна площа поверхні осі, m^2 ;

h_{\max} – максимальна відстань взаємодії молекул ПАР з поверхнею мікронерівності, м.

Номінальна площа поверхні осі знаходиться з виразу:

$$S_n = 2 \cdot \pi \cdot R_2 \cdot l \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{360}\right), \quad (6)$$

де φ – кут обхвату, град.

Знаючи номінальну площу поверхні осі отримаємо контактну площу поверхні за умови, що мікронерівності на поверхні представлені у формі півсфер та

розподілені рівномірно з кроком T_m , а контакт по мікронерівностях відбувається на половині їх висоти, тоді:

$$S_k = \frac{3 \cdot \pi \cdot R^2}{4} \cdot \frac{S_n}{T_m^2}, \quad (7)$$

де R – радіус мікронерівності, в першому наближенні $R = R_a$, м.

Об'єм молекул ПАР на поверхні тертя, які формують граничну мастильну плівку, отримаємо за формулою

$$V_m = S_k \cdot h_{zp}. \quad (8)$$

Далі отримаємо залежність зміни концентрації молекул ПАР в оливі в діаметральному зазорі підшипника від величини останнього та кількості обертів осі:

$$c_V = \frac{c \cdot V_\delta - V_m \cdot k}{V_\delta}. \quad (9)$$

Для розрахунку зміни концентрації молекул ПАР в оливі (9) приймаємо такі дані:

– кутова швидкість обертання колісної пари, $\omega = 0,40 \text{ с}^{-1}$;

– діаметральний зазор, $\delta = (0,5..2,5) \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

– радіус осі, $R_2 = 0,1025 \text{ м}$;

– довжина підшипника, $l = 0,3 \text{ м}$;

– гранична товщина мастильної плівки, $h_{zp} = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}$;

– радіус мікронерівностей, $R = 0,25 \cdot 10^{-6} \text{ м}$;

– крок мікронерівностей, $T_m = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$;

– кут обхвату, $\varphi = 20^\circ$;

– максимальна відстань взаємодії молекул ПАР з поверхнею мікронерівності, $h_{\max} = 1,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Результати розрахунків зміни концентрації молекул ПАР в оливі в діаметральному зазорі підшипника від величини останнього та кількості обертів осі подані на рис. 2.

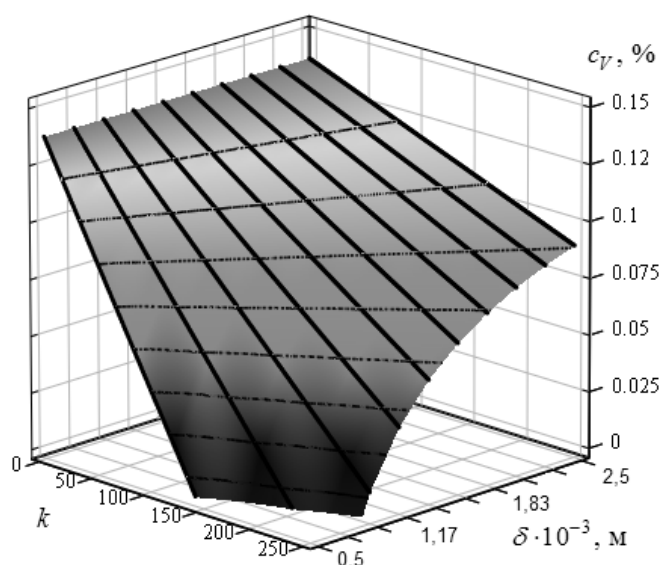


Рис. 2. Графік залежності концентрації молекул ПАР в оливі в діаметральному зазорі підшипника від величини останнього та кількості обертів осі

З графіка на рис. 2 визначаємо кількість обертів без заміни мастила в зазорі до досягнення заданої граничної концентрації молекул ПАР. Приймаємо для розрахунку граничну концентрацію молекул як

$$c_{zp} = 0,85 \cdot c_V. \quad (10)$$

Знайдені величини дозволяють розрахувати подачу мастильного матеріалу в МОП локомотива. Результати розрахунку подані на рис. 3.

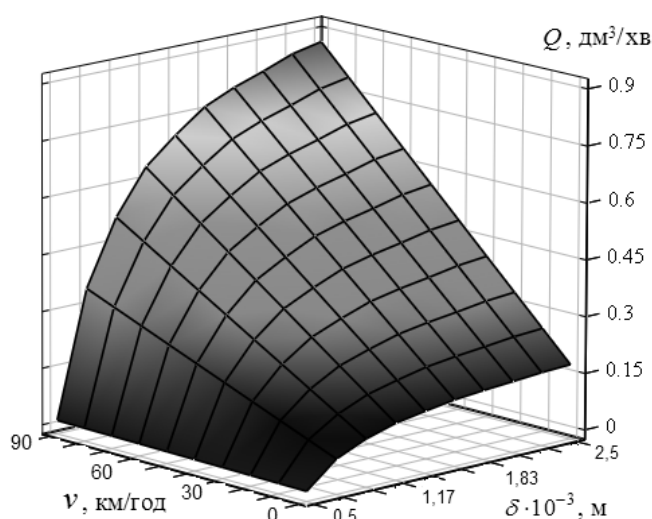


Рис. 3. Графік залежності подачі осьової оливи від діаметрального зазору підшипника та швидкості руху локомотива

Аналіз графіка на рис. 3 показує, що подача мастильного матеріалу в МОП локомотива ВЛ11М з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях тертя залежно від діаметрального зазору підшипника та швидкості руху локомотива змінюється не лінійно і в цілому збільшується при збільшенні останніх. Найбільші величини подача досягає при максимальних значеннях діаметрального зазору і швидкості руху локомотива та сягає значень $Q = 0,867 \text{ дм}^3/\text{хв}$. При швидкості руху годинного і тривалого режимів роботи локомотива ВЛ11М подача осьової оливи змінюється в діапазоні $Q = 0,007..0,558 \text{ дм}^3/\text{хв}$ і для середніх

значень діаметрального зазору МОП $\delta = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ становить $Q = 0,45 \text{ дм}^3/\text{хв}$.

Висновки. Проведено теоретичне дослідження подачі мастильного матеріалу в МОП локомотива ВЛ11М з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях тертя для впровадження системи примусової циркуляції осьової оливи. Встановлено, що найбільші величини подача досягає при максимальних значеннях діаметрального зазору і швидкості руху локомотива. При швидкості руху годинного і тривалого режимів роботи локомотива ВЛ11М подача осьової оливи змінюється в діапазоні $Q = 0,007..0,558 \text{ дм}^3/\text{хв}$ і для середніх значень діаметрального зазору МОП $\delta = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ становить $Q = 0,45 \text{ дм}^3/\text{хв}$.

Список літератури

1. Астахов, В.Н. Особенности нагружения поверхностей трения в моторно-осевых подшипниках локомотивов [Текст] / В.Н. Астахов, Е.Н. Лысиков, П.Е. Коновалов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 125. – С. 69–75.
2. Азаренко, В.А. Повышение надежности моторно-осевых подшипников локомотивов [Текст] / В.А. Азаренко, А.Н. Германов // Вестник ВНИИЖТ. – М., 1988. – № 2. – С. 36-40.
3. Гаркунов, Д.Н. Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин [Текст] / Д.Н. Гаркунов, П.И. Корник. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 344 с.
4. Руднев, В.С. Тяговый привод колесных пар тепловоза [Текст] / В.С. Руднев // Локомотив-информ. – 2007. – № 9. – С. 35-40.
5. Калихович, В.Н. Тяговые приводы локомотивов: (устройство, обслуживание, ремонт) [Текст] / В.Н. Калихович. – М.: Транспорт, 1983. – 111 с.
6. Лысиков, Е.Н. Расчет толщины адсорбированных слоев молекул ПАВ на поверхностях трибосопряжений [Текст] / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов, С.В. Воронин // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2001. – № 7-8. – С. 95-99.

Ключові слова: моторно-осьовий підшипник, олива, адсорбційні явища, молекули поверхнево-активних речовин.

Анотації

Проведено розрахунок потрібної подачі осьової оливи в моторно-осьовий підшипник локомотива ВЛ11М з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях тертя при застосуванні системи примусового циркуляційного змащення.

Проведен расчет необходимой подачи осевого масла в моторно-осевой подшипник локомотива ВЛ11М с учетом адсорбционных явлений на поверхностях трения при использовании системы принудительной циркуляционной смазки.

The calculation of the necessary supply of oil in the motor axial-axial bearing locomotive VL11M including adsorption phenomena on the friction surfaces by using a system of forced circulation lubrication

УДК 629.442.3:621.436

Д-р техн. наук Д.С. Жалкін

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЛОКОМОТИВІВ

Постановка проблеми. Віковий та технічний стан тепловозів потребує термінового вирішення проблеми його заміни на більш сучасний або модернізації для покращення техніко-економічних параметрів [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі експлуатації тепловозів показники енергетичної ефективності використання піддаються зміні. Їх коливання пояснюються старінням локомотивного парку, зміною умов

експлуатації та зміною сезону експлуатації. Відмітними особливостями основ аналізу і контролю енергетичної ефективності тепловозів є безперервність і етапність [6].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Відсутні методики прогнозування значень витрат палива, які дозволяють визначити можливий технічний стан тепловоза та зробити прогноз вартості життєвого циклу.

Мета статті. Аналіз процесів зміни питомих витрат палива та методів прогнозування витрат палива тепловозами з метою розроблення технології моніторингу енергетичної ефективності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вирішення зазначеної задачі можливо застосування методів прогнозування часових рядів [2]. Розглянемо ряд питомих витрат палива магістральними тепловозами, (кг/10⁴ткм бруто) наведений на рисунку. Аналіз часового ряду проведемо за схемою: Ідентифікація – Оцінка параметрів моделі – Діагностична перевірка на адекватність – Прогнозування. Візуальний аналіз графіка

ряду дозволяє припустити, що в даних ряду є періодично повторювана сезонна компонента і тренд. Для перевірки цих припущень використано автокореляційну функцію, аналіз якої показує, що в ряді є виражена сезонна періодичність із періодами 6 і 12 місяців.

Для визначення виду моделі розглянуто два варіанти:

- мультиплікативна модель часового ряду:

$$X_t = TC_t * S_t * \varepsilon_t ; \quad (1)$$

- адитивна модель часового ряду:

$$X_t = TC_t + S_t + \varepsilon_t , \quad (2)$$

де X_t – значення ряду в момент t ;

TC_t – тренд – циклічна компонента;

S_t – сезонна компонента;

ε_t – випадкова компонента.

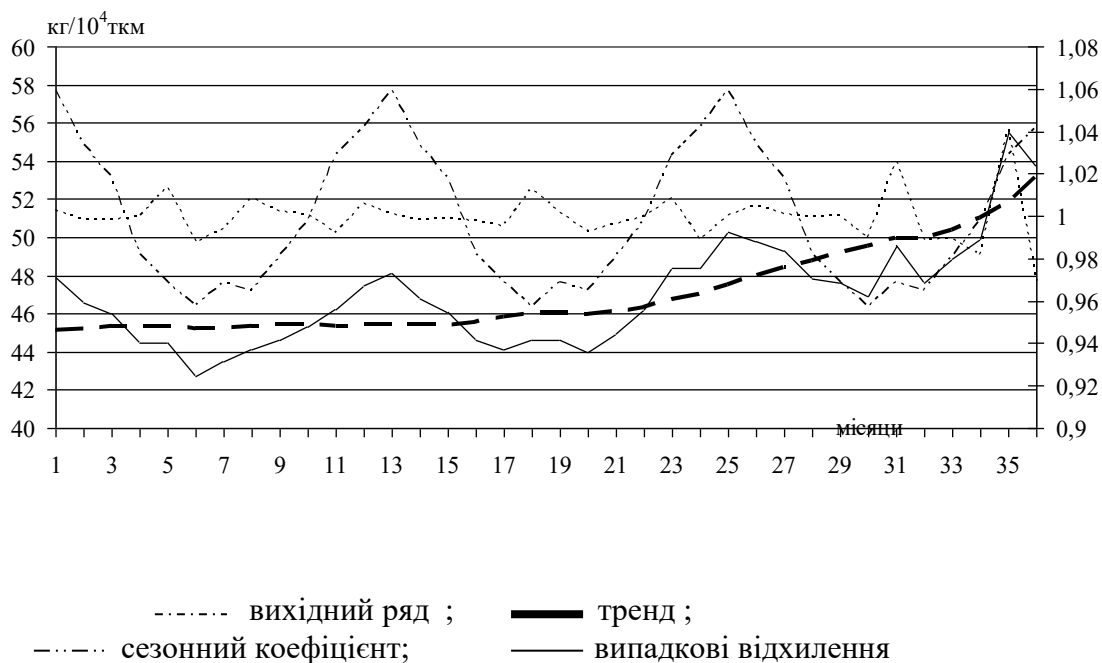


Рис. Результати сезонної декомпозиції ряду витрат палива

Проведемо оцінку і діагностичну перевірку отриманих моделей. Розіб'ємо вихідні дані на два інтервали – навчальний довжиною 24 місяці і контрольний

довжиною 12 місяців. Виділені тренди апроксимуємо поліномом.

Для мультиплікативної моделі

$$TC = 45,0774 + 0,0692 * t - 0,008 * t^2 + 0,0003 * t^3,$$

де t – поточне значення часу.

Для адитивної моделі

$$TC = 45,7418 - 0,1036 * t + 0,0058 * t^2.$$

Мультиплікативна модель дає приблизно в два рази меншу похибку, ніж адитивна. Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що вихідному ряду може бути зіставлена сезонна мультиплікативна модель.

Застосування вейвлет-аналізу для дослідження даних про зміну витрат палива тепловозів. Вейвлет-аналіз – перспективний метод аналізу часових сигналів, що дозволяє виявляти структуру досліджуваного сигналу на окремих часових інтервалах, аналізувати процес на різних масштабах часу, а також виявляти ряд важливих особливостей сигналів, зв'язаних зі зміною його структури при переході від одного масштабу до іншого [1]. На відміну від Фур'є-перетворення, де як базис використовуються гармонійні функції [3], базис вейвлет-розкладання становить локалізована у часі, тобто швидкоспадна хвилеподібна функція

$$\psi_{a,b} = \varphi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (3)$$

де t – час; a – являє собою масштабний коефіцієнт і визначає величину розтягання вейвлета; b – має розмірність часу і визначає величину зсуву вейвлет-функції.

Обчислення вейвлет-перетворення здійснюється шляхом згортки

досліджуваної часової послідовності з вейвлет-функцією

$$W(a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot \psi_{a,b}(t) dt. \quad (4)$$

Як досліджуваний сигнал використовувалися масиви даних про зміну питомих витрат палива вантажних тепловозів локомотивних депо Південної та Одеської залізниць [5]. Дані збиралися протягом п'яти років на підставі існуючої статистичної звітності і піддавалися безупинному вейвлет-перетворенню з метою одержання вейвлет-спектра. Аналіз вейвлет-спектра показує, що характер зміни питомих витрат палива тепловозів зазнає зміни практично щорічно. Періодичність зміни простежується на масштабах три місяці (квартал року). На масштабах один місяць відсутня виражена закономірність зміни, тобто цей процес можна вважати суто стохастичним. Зміни витрати палива з періодом шість і дев'ять місяців не є такими, що регулярно повторюються, і можуть бути пояснені "луна"-ефектом, тобто збігом частот коливань системи. Отримані закономірності підтверджуються аналізом даних про зміну енергетичної ефективності тепловозів, що експлуатуються в інших депо і в інших видах роботи, які не наведені в статті через обмежений обсяг.

Висновки і перспективи розвитку

1. Динаміка зміни витрат палива магістральними тепловозами описується мультиплікативною сезонною моделлю з нелінійним трендом.

2. Модель чутлива до неоднорідності вихідних даних, тобто у випадку різкої зміни обсягів роботи або парку локомотивів більш давні дані необхідно вивести із розгляду.

3. Знайдені закономірності зміни енергетичної ефективності тепловозів у залежності від сезону експлуатації можуть бути використані для оптимізації системи експлуатації та ремонту, так як питома витрата палива є інтегральним показником, що характеризує якість ремонту та ефективність процесу експлуатації.

Список літератури

1. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения [Текст] / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1996. – № 11. – С. 1145-1170.
2. Бокс, Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление [Текст] / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1972. – 295 с.
3. Дьяконов, В.П. Вейвлеты. От теории к практике [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: Солон-Р, 2002. – 448 с.
4. Жалкін, С.Г. Підвищення енергетичної ефективності експлуатації тепловозів. [Текст] / С.Г. Жалкін, Д.С. Жалкін // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 111. – С. 131-143.
5. Жалкин, Д.С. Применение методов вейвлет-анализа для обработки данных о изменении расхода топлива тепловозами [Текст] / Д.С. Жалкин // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ:СНУ, 2003. - № 9 (67). – С. 204-208.
6. Тартаковський, Е.Д. Модель процесу експлуатації локомотивних енергетичних установок. [Текст] / Е.Д. Тартаковський, Д.С. Жалкін // Зб. наук. праць НТУ. – К., 2002. – Вип. 15. – С. 219-223.

Ключові слова: тепловоз, питомі витрати палива, прогнозування, модернізація, енергоефективність.

Анотації

Проведено аналіз процесів зміни питомих витрат палива та методів прогнозування витрат палива тепловозами з метою розроблення технології моніторингу енергетичної ефективності.

Проведен анализ процессов изменения удельного расхода топлива и методов их прогнозирования с целью разработки технологии мониторинга энергетической эффективности.

The analysis of the processes of change in fuel consumption, and methods to predict for the development of technologies for monitoring energy efficiency.

Д-р техн. наук М.І. Капіца,
асп. Д.М. Кислий
(Дніпропетровський нац. ун-т
залізнич. тр-ту ім. В. Лазаряна)

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИБІГУ ЛОКОМОТИВА ПРИ ПЕРЕХОДІ З РЕЖИМУ ТЯГИ В РЕЖИМ ГАЛЬМУВАННЯ

Вступ. Під час ведення поїзда по дільниці в ряді випадків здійснюється перехід з режиму тяги в режим гальмування. Наприклад, при підході до місця, що вимагає зниження швидкості або зупинки, при виході на шкідливий спуск та ін. Зазвичай при такому переході на певному інтервалі шляху електровоз рухається в режимі вибігу. Відомо, що збільшення довжини пройденого шляху в режимі вибігу призводить до зниження витрати електроенергії і разом з тим до збільшення часу ходу. Таким чином, у зазначених випадках має місце протиріччя: зниження витрати електроенергії призводить до небажаного зменшення швидкості руху, і навпаки, прагнення до підвищення швидкості руху викликає збільшення витрати електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. При виконанні тягових розрахунків на підставі Правил тягових розрахунків [1], за методом максимуму, не передбачається переміщення поїзда в режимі вибігу, що є наслідком невивченості цього питання. Новітні технології дозволяють зменшити витрати електроенергії на тягу поїздів шляхом використання режимних карт та встановлення систем енергоефективного ведення [2, 3]. Різноманітні алгоритми, за якими встановлюється раціональний режим руху, не завжди дозволяють отримати найбільш енергоефективний режим руху поїзда.

Метою статті є спроба встановити величину раціональної тривалості вибігу та величини зміни швидкості при переході з

режиму тяги в режим гальмування при виконанні гальмування до повної зупинки поїзда.

Постановка завдання. Нехай поїзд рухається по деякій дільниці, що має однорідний профіль (рис. 1). Щоб забезпечити зупинку поїзда в заданому пункті (або зниження швидкості до заданої величини), гальмування повинно бути виконане з таким розрахунком, щоб швидкість змінювалася по лінії bcd . Таким чином, при переході з режиму тяги в режим гальмування без проміжного вибігу швидкість буде змінюватися по лінії $abcd$, а в разі застосування вибігу – по лінії acd .

Як видно з рис. 1, зменшення витрат електроенергії при застосуванні режиму вибігу відбувається на дільниці $S_1 = S - S_2$. Але при цьому зменшується технічна швидкість на дільниці $A-C$, що призводить до збільшення часу ходу поїзда на всій дільниці.

Збільшення часу ходу поїзда Δt на дільниці $A-D$ (рис. 1) із застосуванням вибігу становить

$$\Delta t = t - t_1 - t_2, \quad (1)$$

де t – час руху в режимі вибігу на дільниці $A-C$ (S);

t_1 – час руху в режимі тяги на дільниці $A-B$ (S_1);

t_2 – час руху в режимі гальмування на дільниці $B-C$ (S_2).

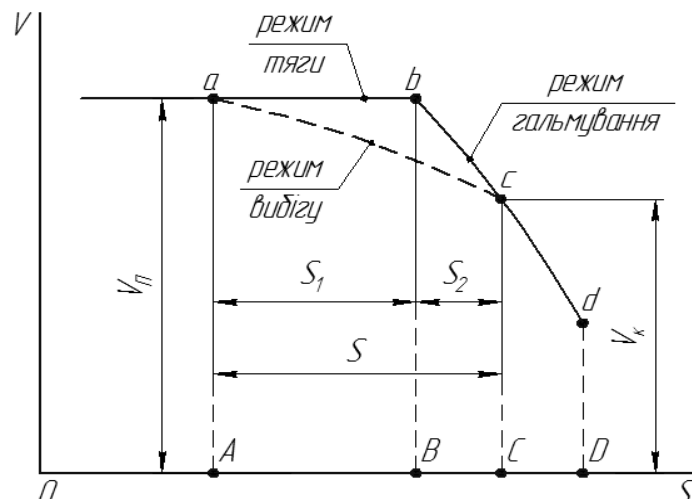


Рис. 1. Траєкторії руху поїзда із застосуванням різних режимів

Виклад основного матеріалу. Для отримання залежності між зниженням витрат електроенергії та збільшенням часу ходу поїзда виконані тягові розрахунки для різних варіантів вихідних даних:

- зміна початкової швидкості (швидкість в точці *a*, рис. 1) $V_n = 90 \div 40$ км/год;
- зниження швидкості в режимі вибігу (інтервал швидкості в точках *a – c*, рис. 1) $\Delta V = 0 \div 50$ км/год;
- різний профіль ділянки: $i = 0 \div 10\%$.

Розрахунки траєкторії руху поїзда та визначення тягово-енергетичних параметрів

руху виконувались на ідеальній математичній моделі поїзда як однорідного тіла з одним ступенем свободи, яка базується на класичних положеннях теорії локомотивної тяги [1, 4, 5] при зміні швидкості $dV = 0,5$ км/год.

Для спрощення розрахунків, а також для узагальнення останніх, як вихідні дані прийнято електровоз ВЛ8 із поїздом вагою 4000 т, який складається із чотиривісних вагонів з навантаженням на вісь $q_0 = 15$ т. В результаті було отримано такий вираз для основного питомого опору руху поїзда згідно з [1]:

$$w_x = 0,966 + 0,686 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,175 \cdot 10^{-3} \cdot v^2, \text{ Н/кН.} \quad (2)$$

Для розрахунків прийнято, що службове гальмування відбувається з натисненням гальмівних колодок, рівним $\frac{1}{2}$ повної сили. При гальмівному коефіцієнті поїзда [5, 1]

$$g_p = \frac{\sigma \cdot \sum k_p}{Q \cdot g}, \text{ н/кН} \quad (3)$$

отримуємо таку залежність:

$$b_m = 0,5 \cdot 1000 \cdot g_p \cdot \varphi_{кр}, \text{ Н/кН.} \quad (4)$$

При використанні у складі чавунних гальмівних колодок, згідно з [1], розрахунковий гальмівний коефіцієнт складе

$$\varphi_{кр} = 0,27 \frac{V + 100}{5 \cdot V + 100}. \quad (5)$$

З врахуванням (5) і (3) питома сила, що діє на поїзд в режимі гальмування, описується рівнянням

Рухомий склад залізниць

$$\omega_{ox} + 0,5 \cdot b_2 = 0,966 + 0,686 \cdot 10^{-2} \cdot v + 0,175 \cdot 10^{-3} \cdot v^2 + \frac{199 \cdot (0,27 \cdot V + 27)}{5 \cdot V + 100}. \quad (6)$$

Приклад тягово-енергетичного розрахунку для ухилу $i = 0\%$, початкової швидкості $V_n = 72$ км/год та зниження швидкості в режимі вибігу $\Delta V = 10$ км/год наведено на рис. 2.

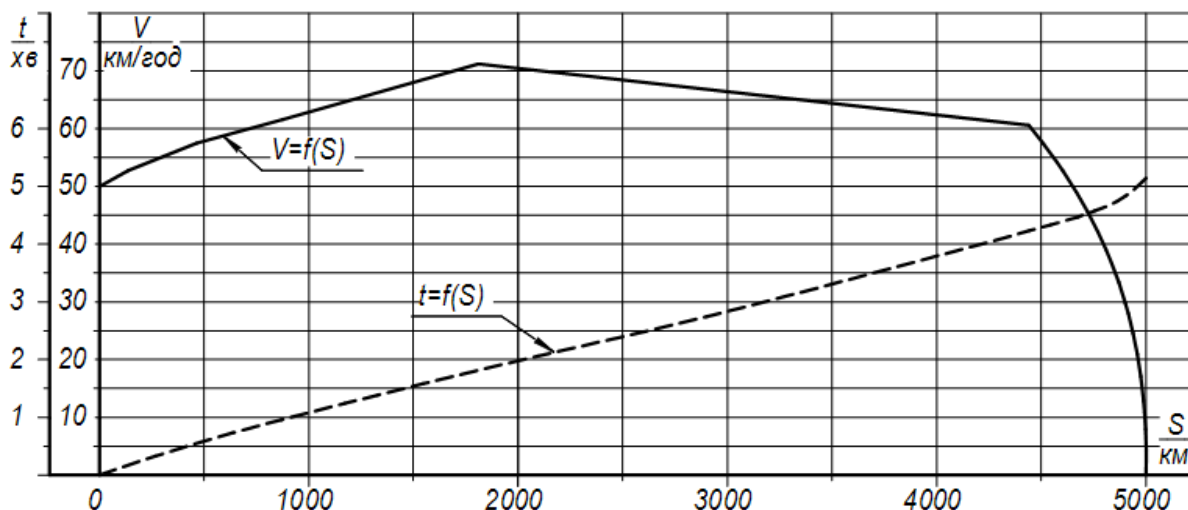


Рис. 2. Приклад тягово-енергетичного розрахунку з використанням математичної моделі

За результатами тягово-енергетичних розрахунків отримані дані про витрату електроенергії A та час ходу поїзда t для

різних величин ухилів та зниження швидкостей за час вибігу (таблиця).

Таблиця

Результати тягово-енергетичних розрахунків

V_n , км/год	ΔV , км/год	$i = 0\%$		$i = 5\%$		$i = 10\%$	
		A , кВт·год	t , хв	A , кВт·год	t , хв	A , кВт·год	t , хв
90	0	138	4,27	273	4,84	470	5,85
	5	95,5	4,31	252	4,88	454	5,9
	25	–	–	183	5,21	416	6,12
	30	–	–	167	5,33	416	6,27
80	0	138	4,31	325	5,14	559	6,51
	5	99,2	4,34	305	5,16	544	6,5
	30	–	–	219	5,63	505	6,93
70	0	145	4,37	367	5,36	634	7,03
	5	106	4,4	347	5,37	626	7,09
	30	–	–	262	5,85	588	7,52

Рухомий склад залізниць

За результатами тягово-енергетичних розрахунків побудовані залежності зниження витрати електроенергії ΔA від збільшення часу ходу поїзда Δt для різних

величин початкової швидкості V_n переходу в режим вибігу (рис. 3) та різних позитивних ухилів профілю колії (рис. 4).

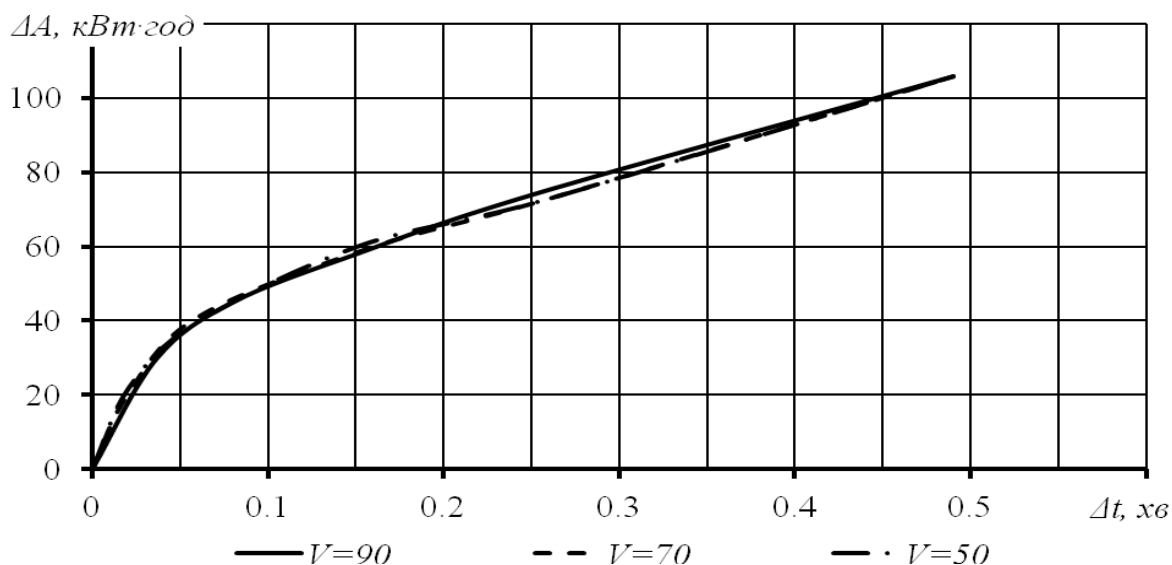


Рис. 3. Залежність зниження витрати електроенергії від збільшення витрати часу при різних швидкостях переходу в режим вибігу та ухилу колії $i = 5\text{‰}$

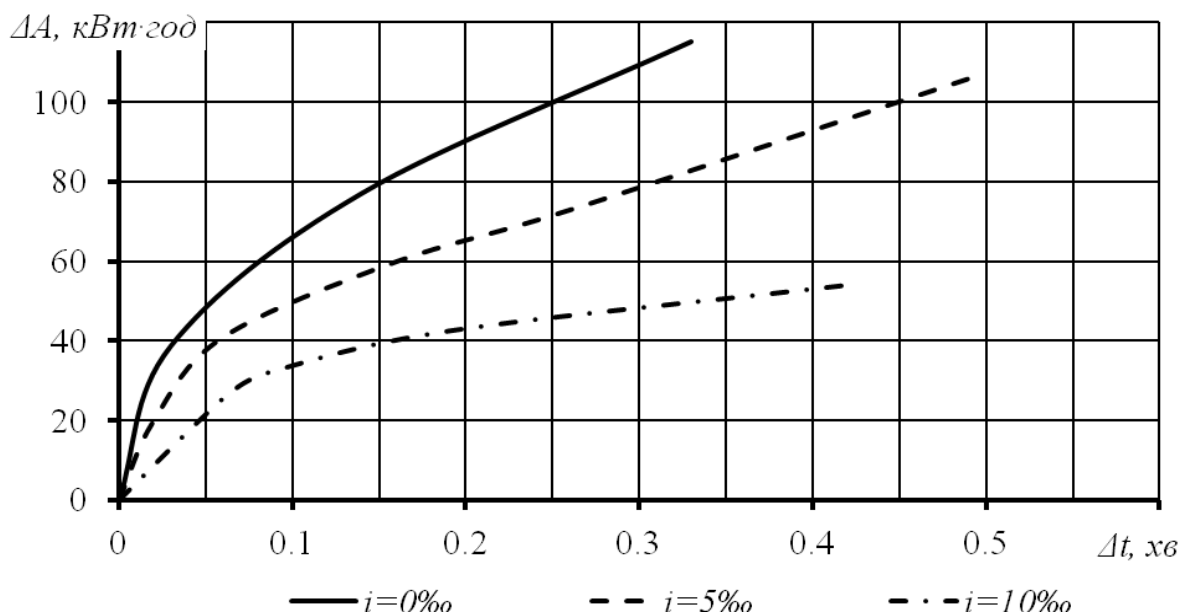


Рис. 4. Залежність зниження витрати електроенергії від збільшення витрати часу при різних ухилах профілю колії для швидкості виходу в режим вибігу $V_n = 80$ км/год

Ці залежності являють собою зростаючі функції, що проходять через початок координат та мають такий вираз в кожній точці кривої

$$\Delta A = a \cdot \Delta t, \quad (7)$$

де a – додатний коефіцієнт, що зв'язує зниження витрати електроенергії та збільшення часу ходу поїзда.

З виразу (7) визначаємо коефіцієнт a , який являє собою відношення витрати енергії ΔA до збільшення часу ходу Δt і вимірюється у кіловатах за годину в 1 хвилину (кВт·год/хв).

$$a = \frac{\Delta A}{\Delta t}, \text{ кВт·год/хв.} \quad (8)$$

Цей коефіцієнт можна назвати коефіцієнтом ефективності вибігу. Його величина зростає зі зростанням економії електроенергії та зі зменшенням витрати часу.

На підставі графіка (рис. 3) можна стверджувати, що коефіцієнт ефективності вибігу не залежить від початкової швидкості переходу на режим вибігу, тому для визначення раціональної довжини дільниці або інтервалу зменшення швидкості при прямуванні без струму цей фактор враховувати не будемо. Якщо розглядати залежність (рис. 4), то можна стверджувати, що економія електроенергії з використанням проміжного увімкнення режиму вибігу між режимом тяги та режимом гальмування безпосередньо залежить від величини ухилу дільниці.

При зниженні швидкості на $\Delta V = 5 \div 10$ км/год в режимі вибігу збільшення часу ходу поїзда вимірюється незначним інтервалом часу, а зниження витрати електроенергії досягає 50 кВт·год.

Зі збільшенням інтервалу зміни швидкості в режимі вибігу збільшується

час прямування за рахунок зменшення технічної швидкості на даній дільниці. Спостерігається зниження витрати електроенергії. При значних зниженнях швидкості ($\Delta V > 40$ км/год) та малій крутизні підйому збільшення часу ходу може досягати $3 \div 5$ хвилин, а витрата електроенергії знизиться до декількох сотень кіловат-годин.

Для визначення раціональної довжини дільниці або інтервалу зміни швидкості в режимі вибігу згрупуємо результати тягово-енергетичних розрахунків з врахуванням вищенаведених висновків та знайдемо середньоарифметичне значення економії електроенергії та збільшення часу ходу поїзда. На підставі отриманих даних будемо залежності (рис. 5), на яких позначаємо точки інтервалів швидкості в режимі вибігу.

З врахуванням того, що при малих інтервалах часу Δt кут ухилу кривої економії електроенергії більше, ніж при великих інтервалах, то позначимо точки зміни крутизни кривих $\Delta A = f(\Delta t)$. Для крутизни ухилу $i = 0\%$ раціональним буде зменшення швидкості в режимі вибігу $\Delta V = 0 - (\overline{5} \div \underline{10})$ км/год, для ухилу $i = 5\%$ – $\Delta V = 0 - (\overline{10} \div \underline{15})$ км/год, для ухилу $i = 10\%$ – $\Delta V = 0 - (\overline{15} \div \underline{20})$ км/год. Отримані дані наводимо у вигляді графіка (рис. 6).

Для визначення довжини дільниці, на якій доцільно використовувати режим вибігу, скористаємось тяговими розрахунками, результати яких наводимо у вигляді рис. 7.

Перевірку отриманих даних виконано шляхом проведення тягових розрахунків при різних значеннях ваги складу, різних серіях локомотива та профілях дільниці.

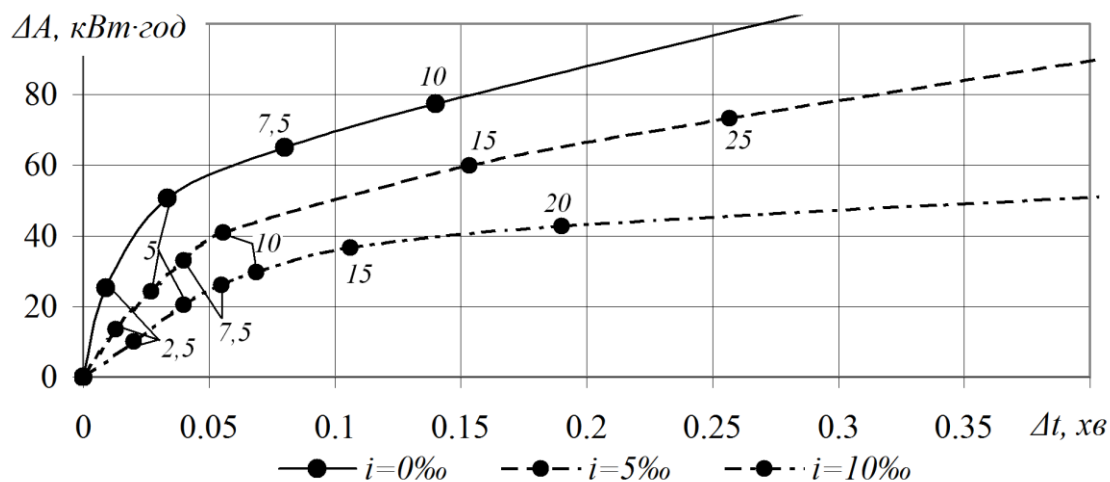


Рис. 5. Залежність зниження витрати електроенергії від збільшення витрати часу при різних ухилах

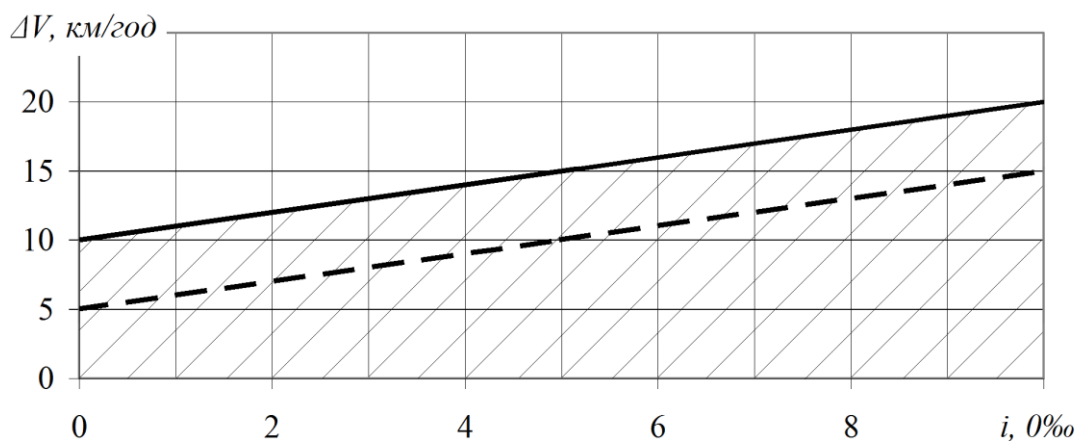


Рис. 6. Рациональний інтервал зміни швидкості в режимі вибігу залежно від ухилу дільниці

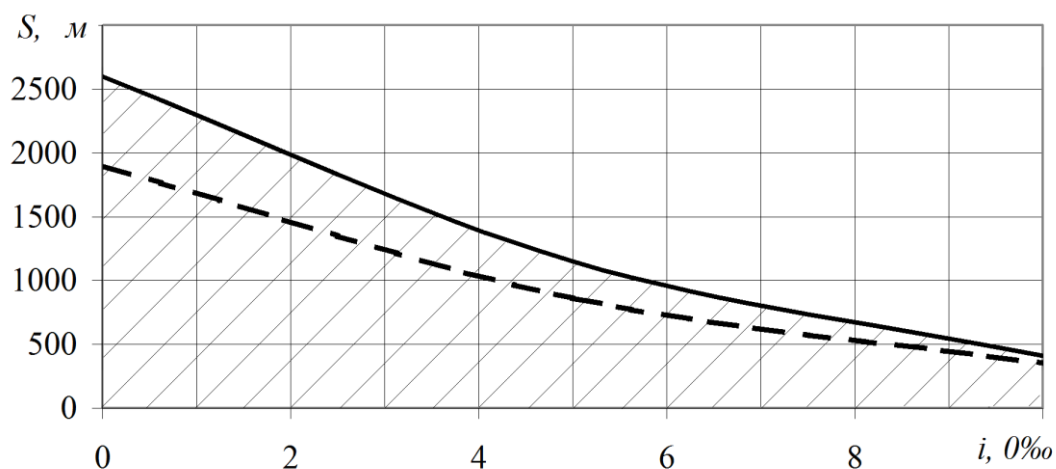


Рис. 7. Рациональна довжина дільниць ходу поїзда в режимі вибігу залежно від ухилу дільниці

Висновки. На підставі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки. Витрата електроенергії та час ходу поїзда залежить в тому числі і від тривалості руху в режимі вибігу між режимом тяги та режимом гальмування. Початкова швидкість виходу з режиму тяги в режим вибігу не впливає на зменшення витрати електроенергії. Зниження витрат

електроенергії в режимі вибігу безпосередньо залежить від величини ухилу дільниці та інтервалу зміни швидкості. В результаті проведення розрахунків надано значення раціональних інтервалів зміни швидкості та довжини дільниць руху локомотива в режимі вибігу для ефективного використання енергоресурсів для різних ухилів колії.

Список літератури

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст]. – М.: Транспорт, 1985. — 287 с.
2. Системы автоведения, регистрации параметров движения и работы тягового подвижного состава [Текст]: обзорное пособие. – М.: ООО «АВП Технология», 2011. – 96 с.
3. Перевезенцев, Е.А. Составы ведут «Автомашинисты» [Текст]/ Е. А. Перевезенцев, А. И. Шемановский// Локомотив-информ// Укр. госуд. акад. ж.-д. трансп. – 2005. – Вып. 6. – С. 15-17.
4. Деев, В.В. Тяга поездов [Текст]: учеб. пособие для вузов/ В.В. Деев, Г.А. Ильин, Г.С. Афонин; под общ. ред. В.В. Деева. – М.: Транспорт, 1987. – 264 с.
5. Асадченко, В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта/ В.Р. Асадченко. – М.: Маршрут, 2006. – 392 с.

Ключові слова: режим руху, тягові розрахунки, тяга поїздів, коефіцієнт ефективності вибігу, зниження витрати електроенергії, інтервал швидкості, тривалість вибігу, ухил колії, початкова швидкість.

Анотації

Витрата електроенергії на тягу поїздів залежить від режиму ведення поїзда. В цій статті питання зниження витрати електроенергії розглянуто з точки зору використання кінетичної енергії поїзда в режимі вибігу локомотива при переході з режиму тяги в режим гальмування. Надано рекомендації щодо керування локомотивом для зменшення витрати електроенергії при незначному збільшенні часу ходу поїзда.

Расход электроэнергии на тягу поездов зависит от режима ведения поезда. В этой статье вопросы снижения расхода электроэнергии рассматриваются с точки зрения использования кинетической энергии поезда в режиме выбега локомотива при переходе из режима тяги в режим торможения. Даны рекомендации по управлению локомотивом для уменьшения расхода электроэнергии при незначительном увеличении времени хода поезда.

Consumption of electricity for traction trains depends on the mode of the train. In this paper the reduction of power consumption is considered from the perspective of the kinetic energy of the train in freewheel mode in the transition from the regime of traction in braking mode. Offered the recommendations for management of the locomotive to reduce power consumption with a slight increase in the time of the train.

*Канд. техн. наук О.А. Логвіненко,
асп. К.В. Астахова,
В.І. Громов*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРУЖНО-ДИСИПАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ Д80 ТА Д49

Представив д-р техн. наук, професор В.І. Мороз

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень у напрямку її вирішення. Залізничний транспорт займає провідне місце у задоволенні потреб виробничої сфери та населення у перевезеннях, є важливим фактором забезпечення соціально-економічного розвитку України, укріплення її зовнішньоекономічних зв'язків. Досягнення високих економічних показників його роботи пов'язане з необхідністю підвищення техніко-економічних показників тягового рухомого складу (ТРС), зокрема тепловозів. Відповідно до основних положень державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. № 1106)) та Транспортної стратегії України на період до 2020 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р) одним із пріоритетних напрямків розвитку залізниць є підвищення паливної економічності та надійності енергетичних установок тепловозів. Це обумовлює необхідність забезпечення парків магістральних і маневрових тепловозів надійними та довговічними в експлуатації дизелями з високими показниками паливної економічності та екологічності [1].

Одним з найважливіших напрямків вирішення цієї задачі, поряд з поліпшенням

процесів сумішоутворення, згоряння, теплопередачі, є удосконалення газообмінних процесів у циліндрах двигуна, що досягається за рахунок забезпечення ефективного функціонування кулачкових механізмів газорозподілу (КМГР) [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що у вирішенні задачі досягнення високих значень часу-перерізу клапанів і забезпечення потрібних фаз газорозподілу одна з головних ролей відводиться моделюванню, аналізу і контролю динамічних процесів, які протікають у КМГР [3,4]. Тому при проведенні таких досліджень доцільно використовувати описані в роботах [5,6] динамічні моделі (ДМ), що в свою чергу потребує визначення відповідних пружно-дисипативних параметрів [4,5].

Метою статті є викладення результатів порівняльного аналізу інерційних, жорсткісних та дисипативних параметрів динамічних моделей механізмів приводу впускних і випускних клапанів, отриманих за результатами розрахунково-експериментального дослідження механізмів газорозподілу тепловозних дизелів Д80 та Д49.

Аналіз пружно-дисипативних параметрів механізмів газорозподілу тепловозних дизелів Д80 та Д49. В рамках динамічного дослідження механізмів газорозподілу тепловозних дизелів особливої складності набуває визначення відповідних жорсткісних (коефіцієнтів

жорсткості) та дисипативних (коефіцієнтів демпфірування) параметрів елементів конструкції механізмів привода клапанів. Для вирішення цієї задачі в Українській державній академії залізничного транспорту розроблено розрахунково-експериментальну методику, яка базується на використанні дослідних стендів з дизелями

Д80 та Д49, а також комплексу вимірювальної та реєструвальної апаратури (рис. 1). В основі експериментальних досліджень закладено створення разових ударних навантажень у відповідних місцях деталей клапанних приводів (рис. 2,3) з записом відповідних тензограм загасаючих коливань [7,8].

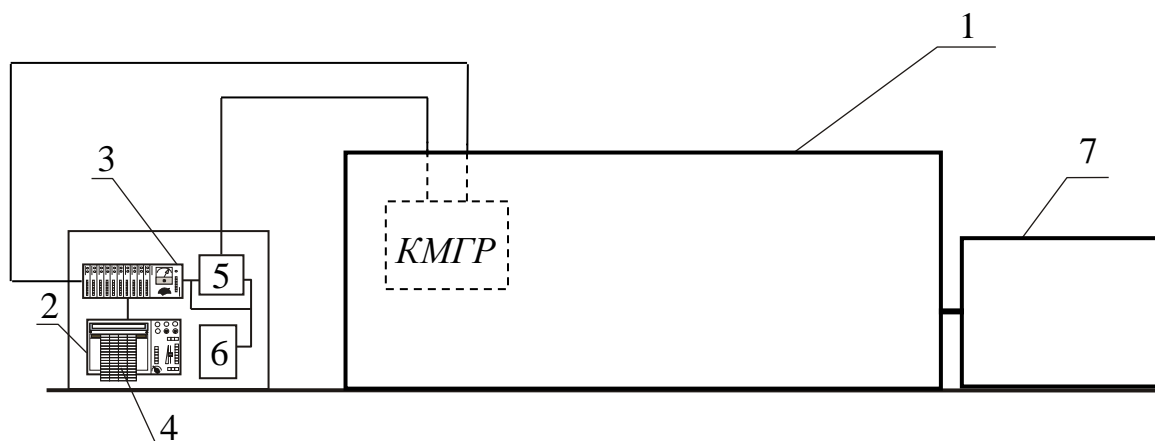


Рис. 1. Схема випробувального стенду:

- 1 – дизель (Д80, Д49); 2 – світлопроменевий осцилограф «Н 145»;
- 3 – тензопідсилювач «Топаз – 3»; 4 – паперовий носій з записом тензограм;
- 5 – блок проміжних перетворювачів; 6 – компенсаційний блок;
- 7 – навантажувальний пристрій

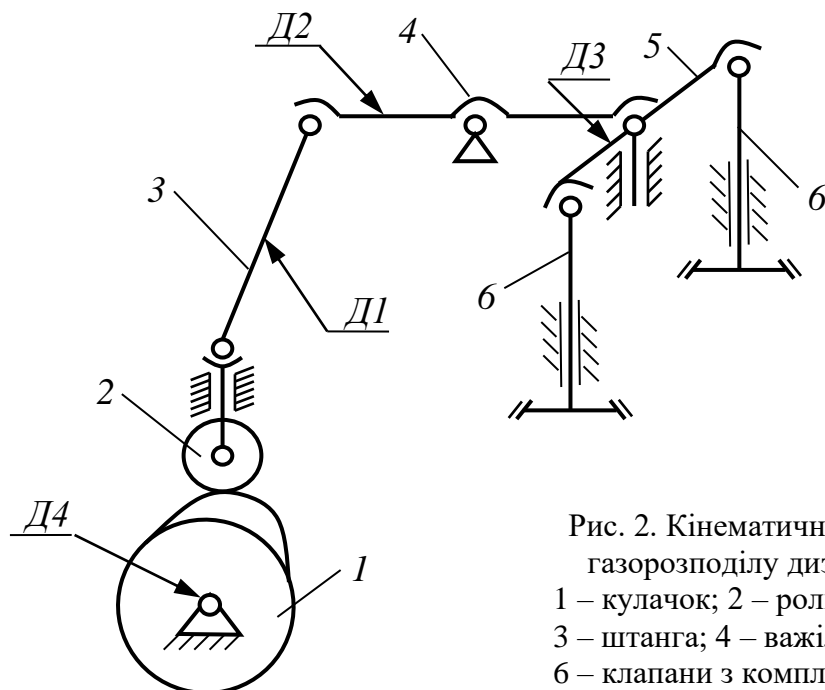


Рис. 2. Кінематична схема механізму газорозподілу дизеля типу 1Д80Б:

- 1 – кулачок; 2 – роликовий штовхач;
- 3 – штанга; 4 – важіль; 5 – траверса;
- 6 – клапани з комплектом пружин;
- Д – місця встановлення тензодатчиків

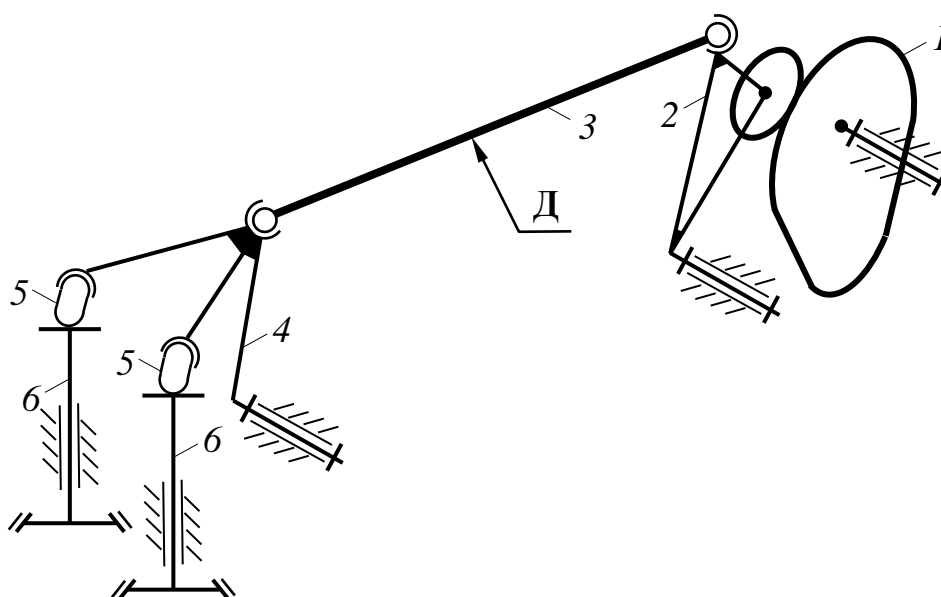


Рис. 3. Кінематична схема механізму газорозподілу дизеля типу 6Д49:

- 1 – розподільний вал; 2 – коромисловий роликівий штовхач;
 3 – штанга; 4 – вильчатий важіль; 5 – гідроштовхачі;
 6 – клапани з комплектом пружин; Д – місце встановлення тензодатчиків

При проведенні експериментальних досліджень механізмів газорозподілу тепловозних дизелів Д80 та Д49 відтворювалося по 25 вимірювань для приводів впускних та випускних клапанів. Отримані тензограми загасаючих коливань усереднювалися і використовувалися для подальших розрахунків. Їх аналіз дозволив визначити, розрахунковим шляхом, пружно-дисипативні параметри динамічних моделей механізмів газорозподілу тепловозних дизелів Д80 та Д49, які подані в наведеній нижче таблиці.

Порівняльна оцінка поданих в таблиці інерційних, жорсткісних та дисипативних параметрів енергетичних установок тепловозів з дизелями Д80 та Д49 показала, що зведена до осі клапана маса рухомих деталей механізму привода впускних та випускних клапанів дизеля 1Д80Б на 5-6 % більша, ніж для дизеля 6Д49. У свою чергу зведена до осі клапана жорсткість ланок механізму привода впускних клапанів

дизеля 1Д80Б на 25% більша, ніж для дизеля 6Д49, а для привода випускних клапанів – на 40 %. При цьому зведений коефіцієнт демпфірування для приводів впускних та випускних клапанів дизеля 1Д80Б у середньому в 1,5 рази більший, ніж для дизеля 6Д49.

Висновки і перспективи подальшого використання. Викладені в статті матеріали, а також наведені значення основних пружно-дисипативних параметрів кулачкових механізмів привода клапанів дизелів Д80 та Д49 дозволяють проводити математичне моделювання динамічних процесів їх механізмів газорозподілу на різних експлуатаційних режимах та отримувати відповідні динамічні характеристики, використання яких дозволяє контролювати умови безрозривності кінематичного ланцюга, а також (з урахуванням динамічних відхилень) отримувати реальні закони руху впускних і випускних клапанів.

Рухомий склад залізниць

Таблиця

Основні параметри ДМ механізмів привода клапанів дизелів 1Д80Б та 6Д49

Найменування	Позначення	Розмірність	Величина			
			Привод впускних клапанів		Привод випускних клапанів	
			1Д80Б	6Д49	1Д80Б	6Д49
Зведена до осі клапана маса рухомих деталей механізму	$m_{зв}$	кг	5,64	5,31	5,45	5,18
Частота власних коливань механізму	ν	рад/с	1480	1366	1506	1309
Зведена до осі клапану жорсткість ланок механізму	$c_{зв}$	Н/мм	12270	9846	12270	8815
Зведений коефіцієнт демпфірування	$k_{зв}$	-	0,492	0,199	0,492	0,187
Сила попередньої затяжки клапанної пружини	F_0	Н	1756	1396	1756	1396
Жорсткість клапанних пружин	$c_{пр}$	Н/мм	84,562	60,6	84,562	60,6

Список літератури

1. Сергиенко, Н.И. Экономическая эффективность модернизации тепловозного парка Укрзалізниць [Текст] / Н.И. Сергиенко, П.С. Скалецкий // Залізничний транспорт України. – 1999. – № 3. – С. 16-17.
2. Мороз, В.І. Оцінка резервів поліпшення експлуатаційних показників тепловозних дизелів типу Д80 за рахунок модернізації механізму привода клапанів [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 41. – С.10-13.
3. Мороз, В.І. Розробка динамічної моделі механізму газорозподілу тепловозного дизеля типу Д80 та методика визначення її пружно-дисипативних параметрів [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту: міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип. 46. – С. 21-24.
4. Мороз, В.І. Експериментальне визначення пружно-дисипативних параметрів механізму газорозподілу тепловозного дизеля Д80 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 1. – С. 15-18.
5. Мороз, В.І. Визначення пружно-дисипативних параметрів динамічної моделі механізму привода клапанів тепловозного дизеля типу Д80 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко // Підвищення експлуатаційної ефективності тягового рухомого складу залізниць: міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – Вип. 11. – С. 80-84.
6. Мороз, В.І. Розробка динамічної моделі механізму газорозподілу тепловозного дизеля типу Д80 та методика визначення її пружно-дисипативних параметрів [Текст] /

В.І. Мороз, О.В. Братченко, О.А. Логвіненко // Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту: міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип. 46. – С. 21-24.

7. Мороз, В.І. Визначення елементів матриць жорсткостей та демпфірування узагальненого рівняння руху клапанів чотиритактних дизелів [Текст] / О.В. Братченко, О.А. Логвіненко, О.В. Надтока // Теплоенергетичні установки та екологія на залізничному транспорті: міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 70. – С. 101-107.

8. Мороз, В.І. Результати експериментального дослідження механізму газорозподілу локомотивної енергетичної установки типу Д49 [Текст] / О.В. Братченко, О.А. Логвіненко, К.В. Астахова // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 13-19.

Ключові слова: тяговий рухомий склад, тепловоз, дизель, механізм газорозподілу, динамічна модель, тензометрування, пружно-дисипативні параметри.

Анотації

У статті обґрунтовано, що одним з пріоритетних шляхів підвищення паливної економічності та екологічності енергетичних установок сучасних тепловозів є забезпечення ефективного функціонування їх кулачкових механізмів газорозподілу (МГР). Відмічено, що у вирішенні задачі досягнення високих значень часу-перерізу клапанів і забезпечення потрібних фаз газорозподілу одна з головних ролей відводиться моделюванню, аналізу і контролю динамічних процесів, які протікають у МГР. Наведено результати порівняльного аналізу інерційних, жорсткісних та дисипативних параметрів динамічних моделей механізмів привода впускних і випускних клапанів тепловозних дизелів Д80 та Д49.

В статье обосновано, что одним из приоритетных путей повышения топливной экономичности и экологичности энергетических установок современных тепловозов является обеспечение эффективного функционирования их кулачковых механизмов газораспределения (МГР). Отмечено, что в решении задачи достижения высоких значений время-сечения клапанов и обеспечения необходимых фаз газораспределения одна из главных ролей отводится моделированию, анализу и контролю протекающих в МГР динамических процессов. Представлены результаты сравнительного анализа инерционных, жесткостных и диссипативных параметров динамических моделей механизмов привода впускных и выпускных клапанов тепловозных дизелей Д80 и Д49.

In article it is proved that one of priority ways of increasing fuel efficiency and ecological compatibility of power plant of modern diesel locomotives is to ensure the effective functioning of their cam gear gas distribution. It is noted that in the task of obtaining high values of the valves' time-sections and providing required valve timing, one of the major roles is assigned to the modelling, analysis and control of dynamic processes that proceed in cam gear gas distribution. Comparative analysis of inertial, stiff and dissipative feature of dynamic models of intake and exhaust valve-actuating gears of diesel locomotive engine D80 and D49 is presented.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА ШИЙКИ КОЛІНЧАТОГО ВАЛУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВОЗІВ 2ТЕ116

Представив д-р техн. наук, професор О.В. Устенко

Постановка задачі і аналіз останніх результатів досліджень. Відповідно до комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України передбачається окрім закупівлі нового рухомого складу, модернізація існуючого локомотивного парку [1]. Для вирішення задачі покращення характеристик функціонування основних вузлів та деталей локомотивів при модернізації виникає необхідність у проведенні досліджень особливостей формування навантажень в експлуатації. Поряд з цим такі питання недостатньо висвітлені у науковій літературі, що визначає актуальність проведення досліджень з описання механізму формування експлуатаційних навантажень у найбільш відповідальних вузлах рухомого складу.

Для задоволення потреб у перевезеннях на неелектрифікованих ділянках мережі залізниць України до складу експлуатаційного локомотивного парку входять ряд серій тепловозів, велику частку з яких складають магістральні вантажні тепловози серії 2ТЕ116, які обладнані енергетичною установкою з багатоциліндровими V-подібними дизелями типу Д49. Механічна система енергетичних установок тепловозів (ЕУТ) 2ТЕ116 об'єднує декілька виділених підсистем [2], найбільш навантаженою з яких є підсистема колінчатого вала. Це визначає доцільність проведення досліджень, спрямованих на виявлення особливостей формування експлуатаційних навантажень на шийки колінчатого вала

(КВ) ЕУТ з дизелями типу Д49, що необхідно для оцінки їх надійності та довговічності.

Метою статті є дослідження особливостей формування навантажень на шийки колінчатого вала енергетичних установок тепловозів 2ТЕ116 з багатоциліндровими V-подібними дизелями типу Д49.

Дослідження особливостей формування навантажень на шийки колінчатого вала енергетичних установок тепловозів 2ТЕ116. В ході проведення досліджень з оцінки зносу колінчатих валів ЕУТ з дизелями типу Д49 виявлено, що особливості навантаження колінчатого вала в експлуатації викликають найбільший знос 1, 2, 3, 9 та 10-ї корінних шийок (рис. 1) [3, 4].

Одночасно з цим, розрахункові дослідження що проводились з використанням розробленого комплексного математичного забезпечення підтвердили характер зносів шийок колінчатого вала, який збігається з експериментальними даними (рис. 2).

Це визначає необхідність у проведенні досліджень, спрямованих на виявлення особливостей формування навантажень у виділеній підсистемі колінчатого вала (з урахуванням її конструкції), пов'язаних з наведеним характером формування зносів корінних шийок. Для розв'язання цієї задачі використано наведену на рис. 3 розрахункову схему підсистеми колінчатого вала.

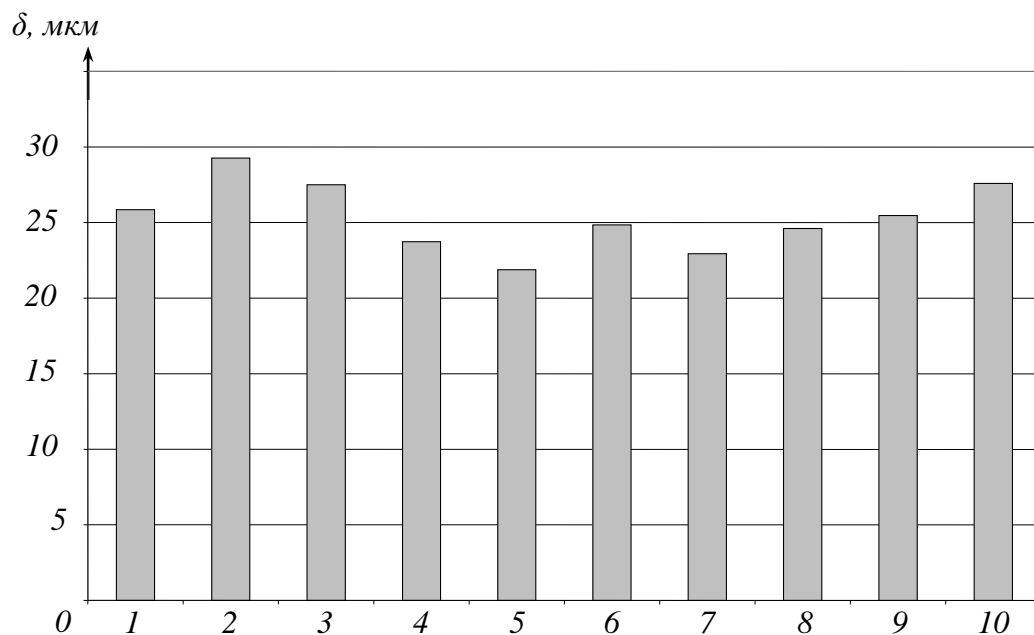


Рис. 1. Середній знос корінних шийок ремонтного фонду колінчатих валів локомотивних енергетичних установок

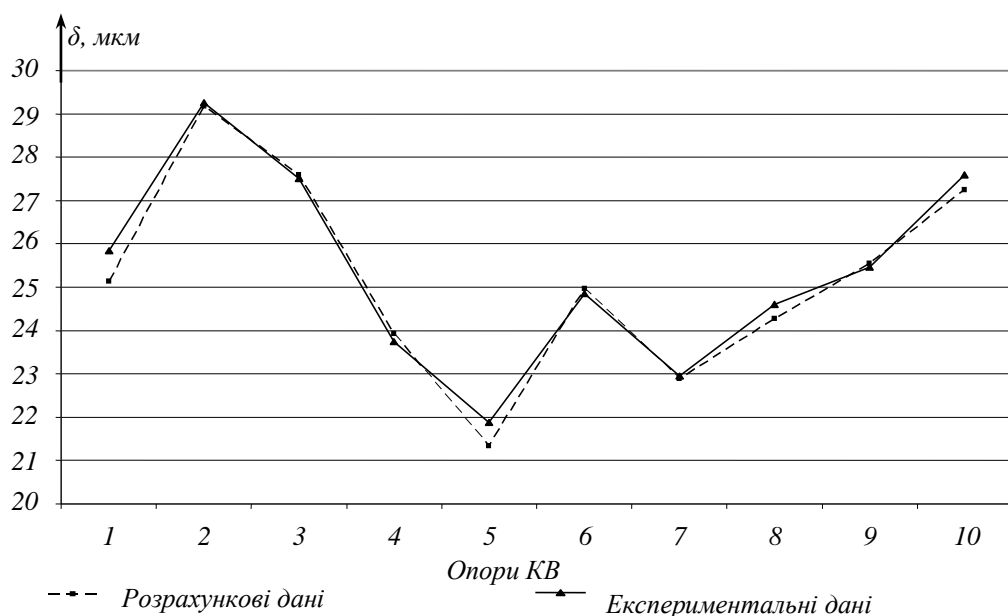


Рис. 2. Зноси корінних шийок КВ ЛЕУ з дизелями Д49

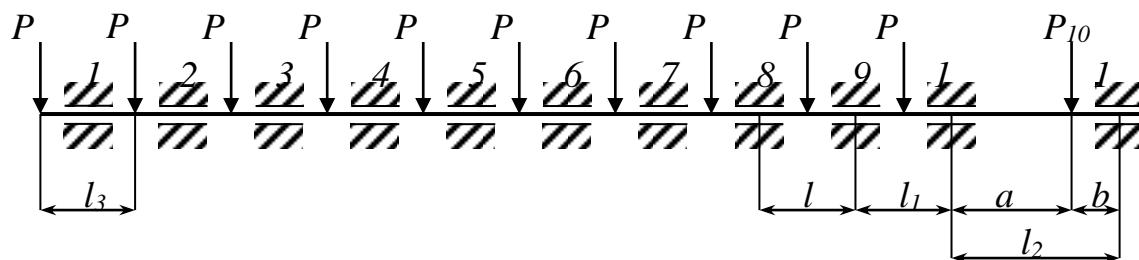


Рис. 3. Розрахункова схема підсистеми колінчатого вала

На схемі конструктивні особливості характеризуються такими параметрами: l – довжина одного коліна КВ; l_1 – відстань між центральними перерізами 8 та 9-ї корінних шийок; l_2 – відстань від центрального перерізу останньої опори дизеля та підшипником тягового генератора; a, b – відстані від центра ваги ротора до останньої опори дизеля та підшипника тягового генератора відповідно; l_3 – відстань від перерізу першого циліндрового модуля до центра ваги комбінованого антивібратора. Навантаження характеризуються силами: P_0 – сила ваги антивібратора, $P_1 - P_8$ – навантаження від дії циліндрових модулів, P_9 – сила ваги шестірні колінчатого вала, P_{10} – сила ваги ротора тягового генератора. Слід зауважити, що сили P_0, P_9 та P_{10}

мають постійний характер, причому P_9 незначна і нею можна знехтувати, а $P_1 - P_8$ змінюються за гармонійним характером.

При введенні допущення про однакові умови протікання робочих процесів у циліндрах навантаження $P_1 - P_8$ мають однаковий характер зміни за кутом обертання КВ. Наприклад, на рис. 4 наведено годограф зміни навантажень на шатунну шийку у перерізі четвертого циліндрового модуля за два оберти колінчатого вала. Слід зазначити, що для усіх циліндрових модулів такий годограф буде відрізнятися лише кутом повороту нульової осі відносно узагальненої координати (ВМТ першого правого циліндра) відповідно до порядку роботи циліндрів.

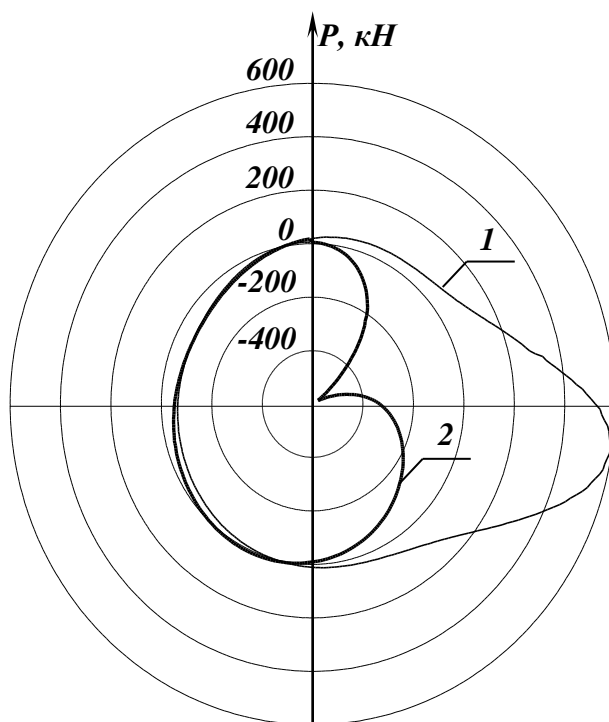


Рис. 4. Годограф розподілення навантаження на шатунну шийку четвертого циліндрового модуля:

- 1 – навантаження при куті повороту КВ від 0 до 360° відносно узагальненої координати;
- 2 – навантаження при куті повороту КВ від 360 до 720° відносно узагальненої координати

Для оцінки зносів, що формуються у підсистемі КВ, з використанням годографів розподілення навантажень на шатунні шийки та розрахункової схеми рис. 3 при проведенні досліджень отримані годографи розподілення навантажень для усіх корінних шийок. Слід зазначити, що особливості конструкції підсистеми колінчатого вала (рис. 3), а саме розташування навішених мас антивібратора та ротора тягового генератора (P_0 та P_{10}) на відповідних

відстанях (a та l_3), визначають нерівномірність розподілення навантаження по різних корінних шийках. Наприклад, на рис. 5 наведені відповідні годографи для п'ятої та другої корінної шийки. Видно, що рівні навантаження для зазначених корінних шийок суттєво відрізняються як за рівнями найбільших значень, так і за напрямком їх дії. Це визначає відповідний характер зносів КВ.

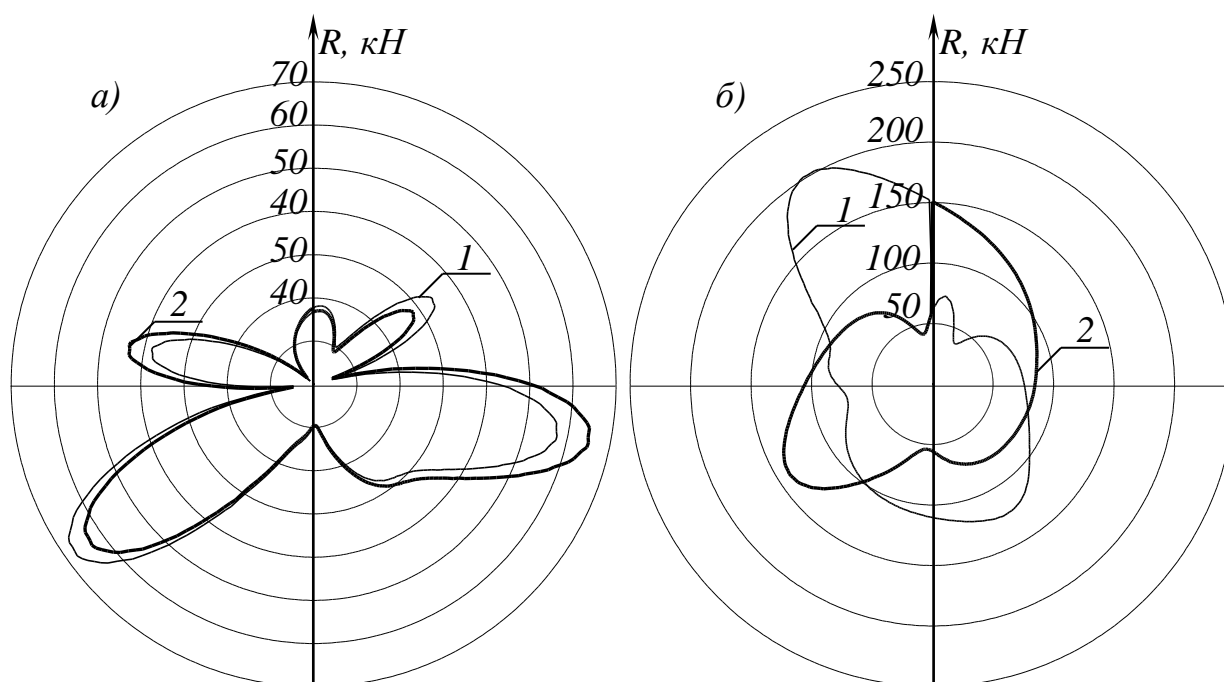


Рис. 5. Годографи розподілення навантаження на п'яті (а) та другі (б) корінні шийки:
 1 – навантаження при куті повороту КВ від 0 до 360⁰ відносно узагальноної координати;
 2 – навантаження при куті повороту КВ від 360 до 720⁰ відносно узагальноної координати

Аналіз отриманих годографів для всіх шийок показав, що окрім нерівномірного розподілення рівнів навантажень по перерізах різних корінних шийок спостерігається суттєва зміна радіус-вектора. Це викликає овальність корінних шийок, що у свою чергу характеризує ступінчастість між усіма корінними

шийками по довжині вала, що є одним з критеріїв оцінки придатності КВ до подальшої експлуатації [5].

Висновки і рекомендації з подальшого використання отриманих результатів. Наведені в статті матеріали можуть бути використані при врахуванні особливостей формування експлуатаційних

навантажень на шийки колінчатого вала енергетичних установок тепловозів 2ТЭ116 з дизелями типу Д49 при розробленні і

дослідженні скінченноелементної моделі КВ, що має важливе значення при оцінці надійності та довговічності деталей ЕУТ.

Список літератури

1. Програма оновлення локомотивного парку залізниць України, затверджена Постановою КМУ № 840 від 01.08.2011 р. [Текст] // Урядовий кур'єр. – 26.08.2011. – № 155.

2. Тіщенко, В.С. Новий підхід до розрахункових досліджень механізмів локомотивної енергетичної установки з v-подібним дизелем [Текст] // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 117. – С. 159 – 163.

3. Исследование состояния ремонтного фонда дизелей типа Д49, подлежащих капитальному ремонту. Часть 1. Износы и дефекты коленчатого вала и блока дизеля 1А-5Д49. Проектно-конструкторско-технологическое бюро по ремонту локомотивов [Текст]. – Полтава, 1989. – 23 с.

4. Исследование состояния ремонтного фонда тепловозов 2ТЭ116 поступивших в капитальный ремонт. Этап 2. Износы и дефекты коленчатого вала и блока дизеля 1А-5Д49. Проектно-конструкторско-технологическое бюро по ремонту локомотивов [Текст]. – Полтава, 1994. – 27 с.

5. Стеценко, Е.Г. Коленчатые валы тепловозных дизелей [Текст] / Е.Г. Стеценко, Ю.Н. Конарев. – М.: Транспорт, 1985. – 112 с.

Ключові слова: енергетична установка тепловоза, колінчатий вал, експлуатаційні навантаження.

Анотації

Відзначена доцільність проведення досліджень, спрямованих на виявлення особливостей формування експлуатаційних навантажень на шийки колінчатого вала енергетичної установки тепловоза 2ТЭ116 з дизелями типу Д49, що необхідно для оцінки їх надійності та довговічності. Наведені результати розрахункових досліджень експлуатаційних навантажень, отримані для перерізів шатунних та корінь шийок з урахуванням особливостей конструкції підсистеми колінчатого вала. Подані рекомендації щодо застосування отриманих результатів при розробленні і дослідженні скінченноелементної моделі колінчатого вала.

Отмечена целесообразность проведения исследований направленных на выявление особенностей формирования эксплуатационных нагрузок на шейки коленчатого вала энергетической установки тепловоза 2ТЭ116 с дизелями типа Д49, что необходимо для оценки их надежности и долговечности. Представлены результаты расчетных исследований эксплуатационных нагрузок, полученные для сечений шатунных и коренных шеек с учетом особенностей конструкции подсистемы коленчатого вала. Приведены рекомендации по применению полученных результатов при разработке и исследовании конечно-элементной модели коленчатого вала.

The desirability of research aimed at identifying the features of the formation of operating loads on the crankshaft journal 2TE116 diesel power plant with diesel D49, which is necessary to assess their reliability and durability. The results of computational modeling of operational loads

obtained for the cross sections of the connecting rod journals and indigenous structural peculiarities subsystem crankshaft. The recommendations for the use of the results in the development and study of a finite element model of the crankshaft.

УДК 629.424.1.004.67.002 (075.8)

*Д-р техн. наук О.Б. Бабанін (УкрДАЗТ),
інж. Ю.М. Грищенко (Укрзалізниця)*

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ СИНТЕТИЧНИХ ФІЛЬТРІВ ТЕПЛОВОЗІВ

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. На цей час пластмаси через їх високу технологічність і мінімальну енергоємність у багатьох випадках витісняють застарілі види матеріалів, які застосовуються в локомотивному господарстві. Ця обставина спонукає переглядати певні можливості їхніх експлуатаційних якостей, а відповідно й застосування нових технологій обслуговування. Такий підхід у повній мірі можна застосувати до синтетичних пропіленово-волокнистих фільтрів, які почали широко застосовуватися в різних системах локомотивів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом питанням технології очищення й миття приділяється велика увага. У цьому напрямку проведені значні дослідження з розробленням великої кількості мийного обладнання, нових технологічних процесів і проектів розбірно-мийних дільниць і цехів [7]. Розроблення синтетичних мийних засобів і нового мийного обладнання в окремих напрямках призвело до корінної перебудови технологічних процесів очищення [2, 39]. Завдяки науковим розробкам сьогодні повному уявляються способи ультразвукового й віброобразивного очищення [2, 7]. Разом з тим, у вітчизняній і закордонній літературі не знайшли

належного відображення питання, які пов'язані з очищенням деталей із пластмас (особливо відцентровим способом).

Мета статті – дослідити й розробити технологію відцентрової регенерації синтетичних фільтрів тепловозів.

Основна частина (результати експериментального дослідження). Однією з найважливіших характеристик будь-якого фільтра, поряд з тонкістю фільтрації, пропускною здатністю та його гідравлічним опором, є термін служби між очищенням або замінами. Цей термін визначається інтенсивністю забивання пор частками забруднювача (у даному випадку продуктами забруднення дизельної оливи) і зниженням пропускної здатності фільтра. Останнє призводить до збільшення перепаду тиску на фільтрах. Зростання перепаду тиску є непрямим показником його забруднення й при досягненні деякого критичного значення фільтр взагалі перестає працювати. Олива ж у цьому випадку починає циркулювати в обхід фільтруючих елементів за допомогою спеціального пропускного клапана. Тому відрізок часу між початком роботи фільтра й моментом відкриття пропускного клапана називається терміном служби (ресурсом) фільтроелемента [6].

Експериментальними дослідженнями було встановлено [1], що в експлуатації повнопоточні фільтри з елементами

"Нарва-6" у системах змащення вузлів тепловозів працюють з непостійною пропускною здатністю. У міру забруднення фільтруючого елемента пропускна здатність фільтра падає, опір у масляній магістралі зростає й при досягненні деякого значення перепаду тиску до та після фільтра відкривається перепускний клапан. При цьому частина неочищеної оливи проходить поза фільтром до системи змащення. У цьому випадку має місце частково поточний режим фільтрації, який негативно відображується на якості змащування пар тертя та дизельної оливи в цілому.

Після розпаду СРСР і утворення незалежної України купувати фільтруючі елементи типу "Нарва-6" в Естонії стало економічно не вигідно. У зв'язку з цим на підприємствах України було організоване виробництво цих елементів, які на цей час і встановлюються на тепловози. Однак рівень надійності таких елементів є дуже

низьким. Через неякісне виготовлення масово збільшилися розриви фільтруючих шторок в експлуатації, які приводять до повної втрати фільтруючих властивостей повнопоточного фільтра, і, як наслідок, до підвищення бракувальних параметрів оливи.

Виходячи з цього для заміни елементів "Нарва-6" ученими кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу" Української державної академії залізничного транспорту був запропонований принципово новий пористий фільтруючий елемент, виконаний на основі синтетичного матеріалу волокнистого поліпропілену, що виготовляється ТОВ НПП "Рембудсервіс" (м. Харків). Він має ті самі габаритні розміри, що й елемент "Нарва-6", однак відрізняється значною товщиною фільтруючої шторки. Загальний вигляд фільтруючого елемента поліпропіленово-волокнистого (ФЕПВ) наведений на рис. 1.



Рис. 1. Синтетичний фільтроелемент ФЕПВ для повнопоточних фільтрів тепловозів

Виконані дослідження та проведені експлуатаційні випробування дозволили отримати такі результати:

- фільтруючі елементи ФЕПВ за такими показниками як пористість та її зміна в процесі експлуатації, зростання перепаду тисків зі збільшенням пробігу і брудоемності, значно перевищують характеристики існуючих паперових елементів;
- застосування ФЕПВ в 3-5 разів збільшує тривалість їх роботи в порівнянні з існуючими фільтруючими елементами;

- при застосуванні ФЕПВ відпадає необхідність у попередньому просушуванні перед установленням на тепловоз існуючих фільтруючих елементів.

Крім того, за час проведення випробувань оцінювався фізичний стан синтетичних ФЕПВ. При цьому ніяких змін габаритних розмірів, короблення та інших пошкоджень у відпрацьованих фільтроелементах не було виявлено. Усе це навело на думку про повторне використання відпрацьованих ФЕПВ після

їх відповідної регенерації. Були проведені додаткові дослідження, які дозволили розробити очисну технологію відцентрової регенерації синтетичних фільтрів.

Основна ідея регенерації (очищення) синтетичних фільтрів ФЕПВ полягає в наступному. Для цього виготовляється додаткове спеціальне обладнання, що встановлюється поруч зі штатною мийною машиною й до якого від цієї машини під тиском підводиться подача миючого розчину. Синтетичний ФЕПВ, який

необхідно очистити, вставляється в це обладнання, закривається спеціальним кожухом і за допомогою електродвигуна починає обертатися. При обертанні усередину ФЕПВ під тиском подається миючий розчин. У результаті цього через дію відцентрових сил, які виникають миючий розчин вимиває всі його фільтруючі канали.

Загальна схема обладнання показана на рис. 2.

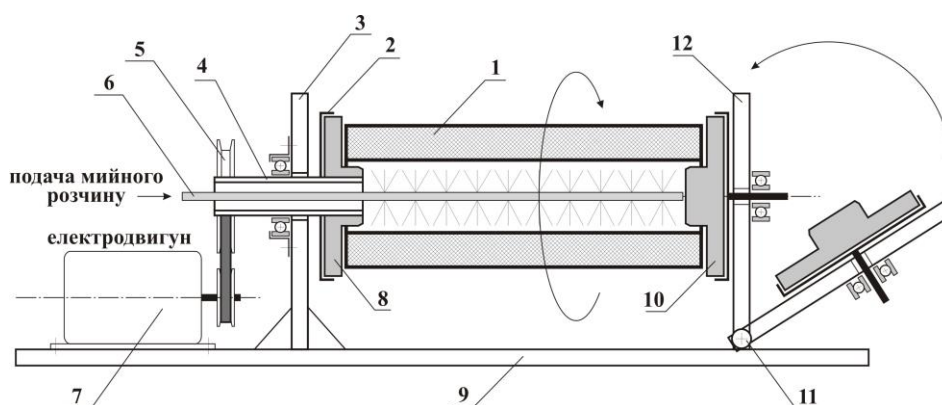


Рис. 2. Схема обладнання для відцентрової регенерації синтетичних фільтрів ФЕПВ:
 1 – ФЕПВ; 2 – утримуюча таріль; 3 – передній жорсткий стоек; 4 – порожній вал;
 5 – шків пасової передачі; 6 – трубка для підведення миючої рідини; 7 – електродвигун;
 8 – упор передній; 9 – рама; 10 – упор задній; 11 – шарнір; 12 – задній гнучкий стоек

Оснoву констpукції обладнання становить рама 9, виконана з кутка, на якій встановлені передній жорсткий стоек 3 і задній гнучкий стоек 12, який може відкидатися. У передньому стоекі 3 на підшипнику закріплюється порожній вал 4, з одного боку якого приварюється утримуюча таріль 2, а з іншого боку насаджується маховик 5 для зв'язку пасової передачі з електродвигуном 7. З іншого боку рами на шарнірі 11 закріплюється гнучкий відкидний стоек 12, до якого на підшипнику закріплюється аналогічна таріль, що є на передньому стоекі. У кожену таріль вставляються спеціальні пружні вставки 8 (для передньої тарілі) і 10 (для задньої тарілі). Задній гнучкий відкидний

стоек 12 за допомогою шарнірного з'єднання 11 може відкидатися на певний кут, що дозволяє закріплювати в обладнанні синтетичний фільтроелемент 1, який необхідно очистити. У порожній вал 4 переднього стоекі 3 вставляється трубка 6, яка забезпечує підведення під тиском миючого розчину для очищення синтетичного ФЕПВ.

Вся констpукція обладнання для очищення синтетичних фільтрів ФЕПВ закривається спеціальним кожухом. При цьому електродвигун, для виключення попадання на нього розчину й бруду, встановлюється зовні цього кожуха. Обладнання з кожухом встановлюється поруч зі штатною мийною машиною.

Проведені випробування з відцентрової регенерації синтетичних фільтрів дали позитивний результат і визначили надалі можливість повторного використання ФЕПВ в системах тепловозів. На цей час в локомотивних депо Основа й Харків-сортувальний проводяться пуско-налагоджувальні роботи з коректуванням існуючих технологічних процесів.

Висновки і рекомендації

1. У статті розглянуті особливості роботи синтетичних фільтрів ФЕПВ та

можливість їх подальшого використання після відповідного очищення від забруднень дизельної оливи.

2. Запропоновано рішення щодо відцентрової регенерації синтетичних фільтрів ФЕПВ з розробленням відповідного технологічного обладнання, яке дозволяє працювати разом із штатною мийною машиною, яка є в локомотивному депо.

Список літератури

1. Бабанин, А.Б. Очистка масел тепловозов синтетическими фильтрами [Текст] / А.Б. Бабанин, Ю.М. Грищенко, А.П. Мазняк // Локомотив-информ. – 2008. – № 9. – С. 29-31.
2. Беянин, П.Н. Промышленная чистота машин [Текст] / П.Н. Беянин, В.М. Данилов. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
3. Беренсон, С.П. Химическая технология очистки деталей двигателей внутреннего сгорания [Текст] / С.П. Беренсон. – М.: Транспорт, 1988. – 268 с.
4. Козлов, Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте [Текст] / Ю.С. Козлов. – М.: Транспорт, 1975. – 216 с.
5. Крутоус, Е.Б. Техника мойки изделий в машиностроении [Текст] / Е.Б. Крутоус, М.И. Некрич. – М.: Машиностроение, 1989. – 239 с.
6. Морозов, Г.А. Очистка масла в дизелях [Текст] / Г.А. Морозов, Арциомов. – Л.: Машиностроение, 1971. – 352 с.
7. Рахматулин, М.Д. Технология ремонта тепловозов [Текст] / М.Д. Рахматулин. – М.: Транспорт, 1983. – 319 с.
8. Савченко, В.И. Очистка и мойка машин [Текст] / В.И. Савченко. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 124 с.
9. Тельнов, Н.Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники [Текст] / Н.Ф. Тельнов. – М.: Колос, 1983. – 256 с.
10. ТУ У 29.2-31061660-002:2011. Елементи фільтрувальні синтетичні поліпропіленово-волокнисті. Технічні умови [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2011.
11. Харламов, П.Г. Воздушные, масляные и топливные фильтры тепловозов [Текст] / П.Г. Харламов, В.Д. Кузьмич, Э.А. Пахомов. – М.: Транспорт, 1965. – 165 с.

Ключові слова: забруднення, олива, очистка, повнопоточний, регенерація, розчин, синтетичний, стояк, тепловоз, фільтроелемент.

Анотації

У статті розглянуті особливості роботи синтетичних фільтрів та можливість їх подальшого використання в системах тепловозів після відповідного очищення від забруднень дизельної оливи. Запропоновано рішення щодо відцентрової регенерації синтетичних фільтрів з розробленням відповідного технологічного обладнання, яке дозволяє працювати разом із штатною мийною машиною, яка є в локомотивному депо.

В статье рассмотрены особенности работы синтетических фильтров и возможность их дальнейшего использования в системах тепловозов после соответствующей очистки от загрязнений дизельного масла. Предложено решение по центробежной регенерации синтетических фильтров с разработкой соответствующего технологического оборудования, которое позволяет работать совместно со штатной моечной машиной, которая имеется в локомотивном депо.

In article features of work of synthetic filters and an opportunity of their further use in systems of diesel locomotives after corresponding clearing of pollution of diesel oil are considered. The decision on centrifugal regeneration of synthetic filters with development of the corresponding process equipment which allows to work in common with regular washing machine which is available in locomotive depot is offered.

УДК 621.436.004.15

Канд. техн. наук О.В. Братченко

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДУ ДР1А

Представив д-р техн. наук, професор В.І. Мороз

Постановка задачі та аналіз останніх результатів досліджень. Відповідно до основних положень діючих Державних і цільових програм пріоритетним напрямком заходів з оновлення рухомого складу (РС) є забезпечення залізниць України парком РС переважно нового покоління. Це дозволить покращити техніко-економічні показники діяльності залізничного транспорту, поліпшити безпеку та зручність перевезень, підвищити конкурентоспроможність залізниць України, суттєво підвищити ефективність роботи галузі. В той же час оновлення залізничного РС пов'язане зі значними термінами впровадження і потребує дуже великих витрат коштів. Тому при поетапному вирішенні такої проблеми актуальними є роботи, спрямовані на зниження витрат щодо утримання наявного РС в експлуатації.

Великий обсяг пасажироперевезень на неелектрифікованих дільницях у

приміських сполученнях здійснюється дизель-поїздами ДР1А (ДП ДР1А) [1, 2], більша частина яких експлуатується у наднормативний термін. Наукові дослідження [3, 4] та досвід експлуатації дизель-поїздів показали, що одним з перспективних напрямків досягнення високого рівня експлуатаційних показників ДП ДР1А є поліпшення їх тягових характеристик за рахунок скорочення часу на розгін поїзда при зрушенні і наборі швидкості, особливо за початковими позиціями контролера машиніста [5, 6].

Практична реалізація зазначеного потребує удосконалення конструкції механічної системи регулювання швидкості ДП ДР1А, основою якої є просторовий механізм управління регулятором частоти обертів (РЧО) колінчатого вала силової установки. При цьому при проведенні пошукових досліджень особливої актуальності набувають розрахунки кінематичних характеристик ланок РЧО,

які можуть бути проведені на основі відповідних аналітичних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що питання отримання і використання аналітичних описань зміни кінематичних характеристик просторової механічної системи регулювання швидкості ДП ДР1А в сучасній науково-технічній літературі висвітлені не достатньо.

Мета статті і викладення основного матеріалу. Метою статті є викладення особливостей аналітичного дослідження кінематичних характеристик механічної системи регулювання швидкості ДП ДР1А з просторовим механізмом управління РЧО, яке проводилось з використанням

методу проєкцій замкнених векторних контурів на осі координат [7].

Особливості аналітичного дослідження кінематичних характеристик механічної системи регулювання швидкості дизель-поїзда ДР1А. На першому етапі досліджень було уточнено кінематичну схему серійного механізму управління РЧО (рис. 1). До кінематичного ланцюга важільного механізму управління РЧО входять такі ланки: 1 – повзун; 2 – шатун; 3 – важіль керування тягою холостого ходу (кут розвалу плечей $\alpha = 90^\circ$); 4 – тяга холостого ходу; 5 – пусковий важіль (кут розвалу плечей $\beta = 180^\circ$); 0 – стояк (корпус механізму).

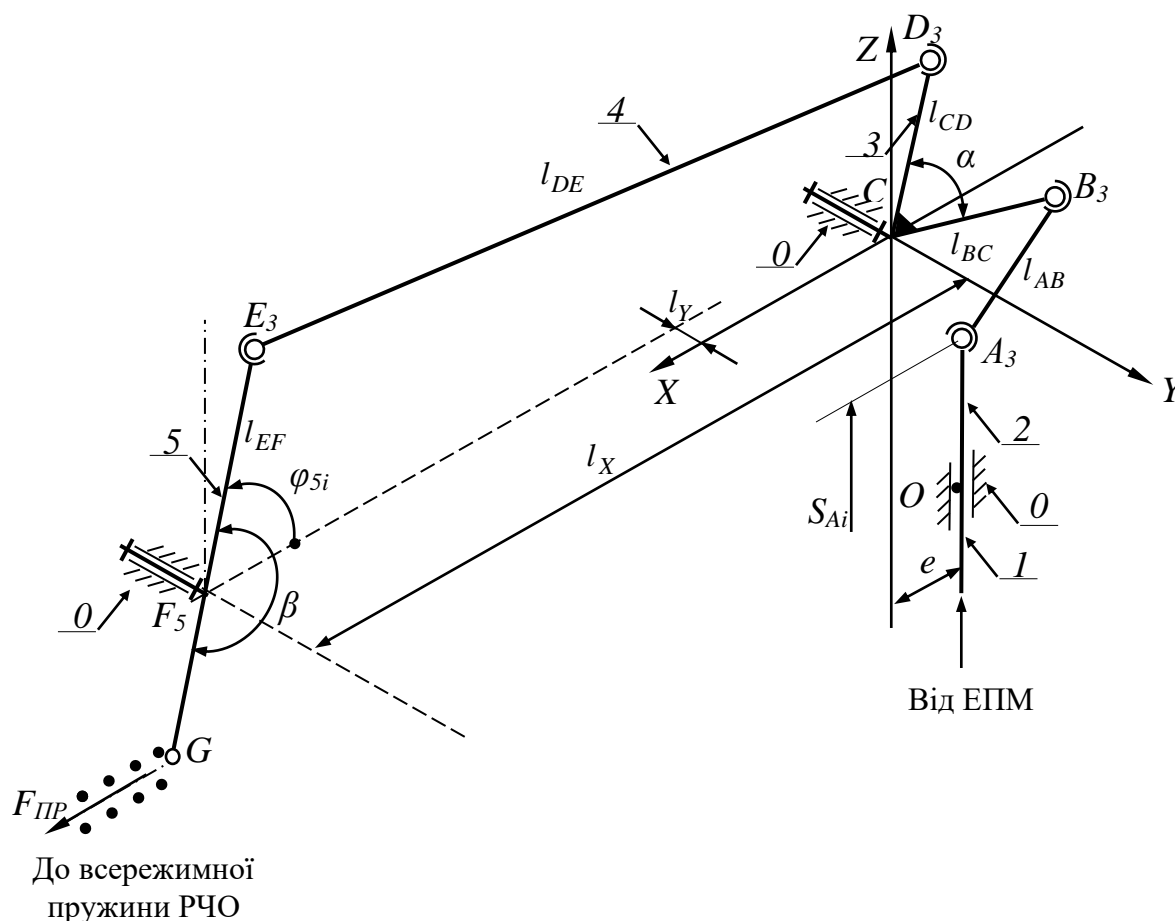


Рис. 1. Кінематична схема механізму управління РЧО ДП ДР1А

Як початкова і вхідна ланка механізму розглядається повзун 1. Його поточне

положення Z_{Ai} (положення всіх рухомих ланок кінематичного ланцюга) визнача-

ється переміщенням S_{Ai} виконавчої ланки електропневматичного модуля (ЕПМ), величина якого залежить від встановленої позиції контролера машиніста i . Величина частоти обертання n_{KB} визначається положенням φ_{5i} важеля 5. Таким чином метою даного дослідження було отримання аналітичної залежності вигляду $\varphi_{5i} = f(S_{Ai})$.

Вихідними даними в дослідженні є: закон руху початкової ланки $S_{Ai} = f(i)$; довжини ланок 2...5 – l_{AB} , l_{BC} , l_{CD} , l_{DE} , l_{EF} ; відстань між осями обертання важелів 3 і 5 – l_X ; відстань між паралельними площинами XZ , в яких обертаються важелі 3 і 5 – l_Y ; відстань між віссю Z і віссю руху повзуна 1 – e ; вихідне положення точки A – Z_{A0} .

Відповідно до методу проєкцій замкнених векторних контурів на координатні осі дійсну кінематичну схему механізму доцільно подати у вигляді таких векторних контурів (рис. 2):

- плоского контуру $ABCKA$, що утворений векторами \vec{l}_{AB} , \vec{l}_{BC} , \vec{Z}_B і \vec{e} , які розташовані в одній площині XZ ;

- просторового контуру $CDEFC$, що утворений векторами \vec{l}_{CD} , \vec{l}_{DE} , \vec{l}_{EF} і \vec{l}_{FC} .

Відповідно до цього розв'язання задачі також поділяється на два етапи:

- з розглядання контуру $ABCKA$ отримання аналітичної залежності вигляду $\varphi_{3i} = f(S_{Ai})$;

- з розглядання контуру $CDEFC$ отримання шуканої аналітичної залежності вигляду $\varphi_{5i} = f(S_{Ai})$.

Умова замкненості контуру $ABCKA$

$$\vec{l}_{AB} + \vec{l}_{BC} = \vec{Z}_{Ai} + \vec{e}. \quad (1)$$

Рівняння (1) в проєкціях на координатні осі Z і X

$$-l_{BC} \cdot Z_{BCi} - l_{AB} \cdot Z_{ABi} = -Z_{Ai}; \quad (2)$$

$$l_{BC} \cdot X_{BCi} + l_{AB} \cdot X_{ABi} = e, \quad (3)$$

де змінні Z_{ABi} , Z_{BCi} , X_{ABi} , X_{BCi} – напрямні косинуси кутів між векторами \vec{l}_{AB} , \vec{l}_{BC} і осями координат Z і X (рис. 2), які підлягають визначенню.

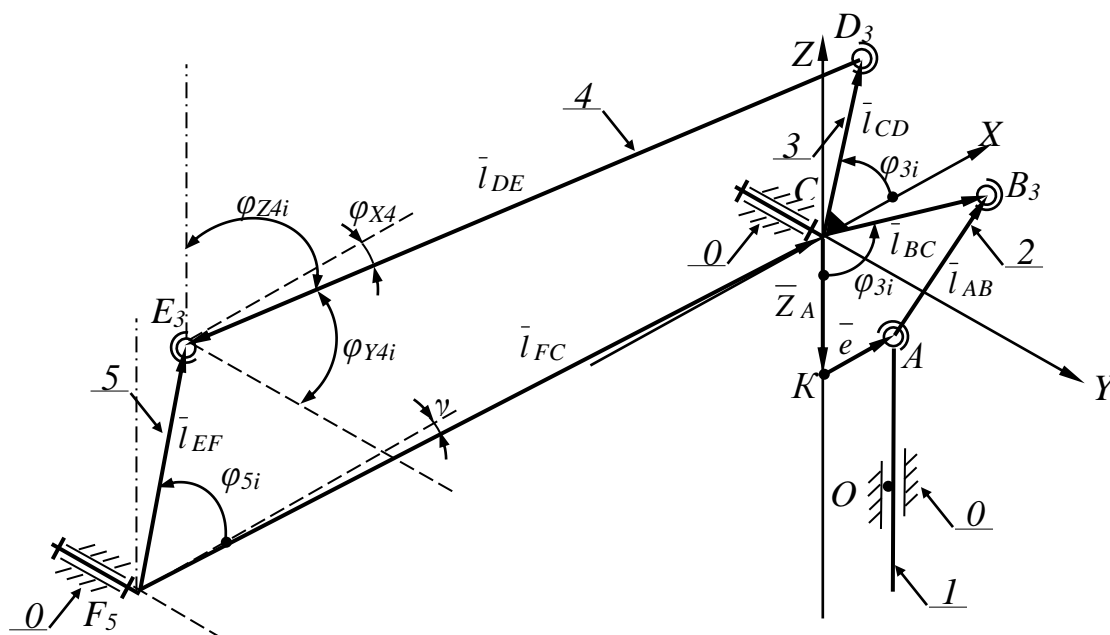


Рис. 2. Замінні векторні контури

Перетворення рівнянь (2) і (3), а також використання відомих тригонометричних співвідношень між невідомими Z_{ABi} , Z_{BCi} , X_{ABi} і X_{BCi} дозволили сформулювати систему з чотирьох рівнянь для їх визначення

$$\begin{cases} Z_{BCi} + \lambda_2 \cdot Z_{ABi} = \lambda_{Z_{Ai}}; \\ X_{BCi} + \lambda_2 \cdot X_{ABi} - \lambda_e = 0; \\ X_{BCi}^2 + Z_{BCi}^2 = 1; \\ X_{ABi}^2 + Z_{ABi}^2 = 1, \end{cases} \quad (4)$$

де $\lambda_{Z_{Ai}} = (Z_{A0} - S_{Ai}) / l_{BC}$;
 $\lambda_2 = l_{AB} / l_{BC}$; $\lambda_e = e / l_{BC}$.

З аналізу системи рівнянь (4) отримана формула для визначення поточних положень важеля 3

$$\varphi_{3i} = \arccos \left(-\frac{B_i}{2} - \sqrt{\frac{B_i^2}{4} - C_i} \right), \quad (5)$$

де змінні

$$B_i = -\frac{2 \cdot A_i \cdot \lambda_{Z_{Ai}}}{\lambda_{Z_{Ai}}^2 + \lambda_e^2}; \quad C_i = \frac{(A_i^2 - \lambda_e^2)}{(\lambda_{Z_{Ai}}^2 + \lambda_e^2)}; \quad A_i = \frac{\lambda_{Z_{Ai}}^2 - \lambda_2^2 + \lambda_e^2 + 1}{2}.$$

Для отримання розрахункових аналітичних залежностей при проведенні другого етапу досліджень уводились коефіцієнти $\lambda_3 = l_{CD} / l_{DE}$; $\lambda_5 = l_{EF} / l_{DE}$, $\lambda_0 = l_{FC} / l_{DE}$.

Умова замкнення просторового контуру $CDEFC$

$$\bar{l}_{FC} + \bar{l}_{CD} + \bar{l}_{DE} = \bar{l}_{EF}. \quad (6)$$

Рівняння (6) в проекціях на осі координат X, Y, Z

$$\begin{cases} l_{FC} \cdot X_{FC} + l_{CD} \cdot X_{CDi} + l_{DE} \cdot X_{DEi} - l_{EF} \cdot X_{EFi} = 0; \\ l_{FC} \cdot Y_{FC} + l_{DE} \cdot Y_{DEi} = 0; \\ l_{CD} \cdot Z_{CDi} + l_{DE} \cdot Z_{DEi} - l_{FE} \cdot Z_{EFi} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

де $X_{FC}, X_{CDi}, X_{DEi}, X_{EFi}, Y_{FC}, Y_{DEi}, Z_{CDi}, Z_{DEi}, Z_{EFi}$ – напрямні косинуси кутів між векторами $\bar{l}_{FC}, \bar{l}_{CD}, \bar{l}_{DE}, \bar{l}_{EF}$ і осями координат X, Y, Z .

Серед вказаних параметрів відомими є змінні $X_{CDi} = Z_{BCi} = \cos \varphi_{3i}$, $Z_{CDi} = \sin \varphi_{3i}$ (результати розрахунків попереднього етапу досліджень), а також константи $X_{FC} = \cos \gamma$ і $Y_{FC} = \sin \gamma$ (рис. 2). Шуканим параметром є змінна $X_{EFi} = \cos \varphi_{5i}$. Невідомими є також напрямні косинуси $Z_{EFi} = \sin \varphi_{5i}$,

$X_{DEi} = \cos \varphi_{X4i}$, $Y_{DEi} = \cos \varphi_{Y4i}$ і $Z_{DEi} = \cos \varphi_{Z4i}$ (рис. 2). Таким чином, система рівнянь (7) містить п'ять невідомих.

Перетворення рівнянь системи (7), а також використання загальновідомих співвідношень дозволило для визначення невідомих параметрів сформулювати систему (8) з п'яти рівнянь

$$\begin{cases} \lambda_0 \cdot X_{FC} + \lambda_3 \cdot X_{CDi} + X_{DEi} - \lambda_5 \cdot X_{EFi} = 0; \\ \lambda_0 Y_{FC} + Y_{DEi} = 0; \\ \lambda_3 \cdot Z_{CDi} + Z_{DEi} - \lambda_5 \cdot Z_{EFi} = 0; \\ X_{DEi}^2 + Y_{DEi}^2 + Z_{DEi}^2 = 1; \\ X_{EFi}^2 + Z_{EFi}^2 = 1. \end{cases} \quad (8)$$

З аналізу системи рівнянь (8) отримана математична залежність для визначення поточних положень важеля 5

$$\varphi_{5i} = \arccos \left(-\frac{P_i}{2} - \sqrt{\frac{P_i^2}{4} - Q_i} \right). \quad (9)$$

Складові рівняння (9) визначаються за наведеними нижче формулами

$$P_i = -\frac{R_i \cdot \{R_i^2 - [1 - (\lambda_0 \cdot Y_{FC})^2 - (\lambda_3 \cdot Z_{CDi})^2 - \lambda_5^2]\}}{\lambda_5 \cdot (R_i^2 + \lambda_3^2 \cdot Z_{CDi}^2)}, \quad (10)$$

де змінна $R_i = \lambda_0 \cdot X_{FC} + \lambda_3 \cdot X_{CDi}$;

$$Q_i = \frac{\{R_i^2 - [1 - (\lambda_0 \cdot Y_{FC})^2 - (\lambda_3 \cdot Z_{CDi})^2 - \lambda_5^2]\}^2 - (2 \cdot \lambda_5 \cdot \lambda_3 \cdot Z_{CDi})^2}{4 \cdot \lambda_5^2 \cdot (R_i^2 + \lambda_3^2 \cdot Z_{CDi}^2)}. \quad (11)$$

З використанням отриманих математичних залежностей було проведено дослідження кінематики механічної системи регулювання швидкості ДП ДР1А для серійної конструкції просторового механізму управління РЧО. Результати такого дослідження наведені на рис. 3 у вигляді діаграм зміни переміщень повзуна 1 (початкової ланки) S_{ai} і кутів оберту важеля 5 (вихідної ланки) φ_{5i} в залежності від встановленої позиції контролера машиніста i . Їх зіставлення з попередніми дослідженнями, в яких механізм управління РЧО розглядався як плоский, свідчать про суттєве (до 5%) уточнення кутових переміщень вихідного

важеля. У свою чергу це дозволяє уточнено оцінювати зміну n_{KB} (до 15...20 об/хв) силової установки ДП ДР1А.

Висновки і перспективи подальшого використання. Розглянуті в статті особливості аналітичного дослідження, отримані математичні залежності дозволяють розраховувати уточнені кінематичні характеристики просторового механізму управління РЧО. Це забезпечує проведення пошукових досліджень з вибору раціональних геометричних параметрів ланок механічної системи регулювання швидкості з метою поліпшення тягових характеристик за умов підвищення техніко-економічних показників ДП ДР1А в експлуатації.

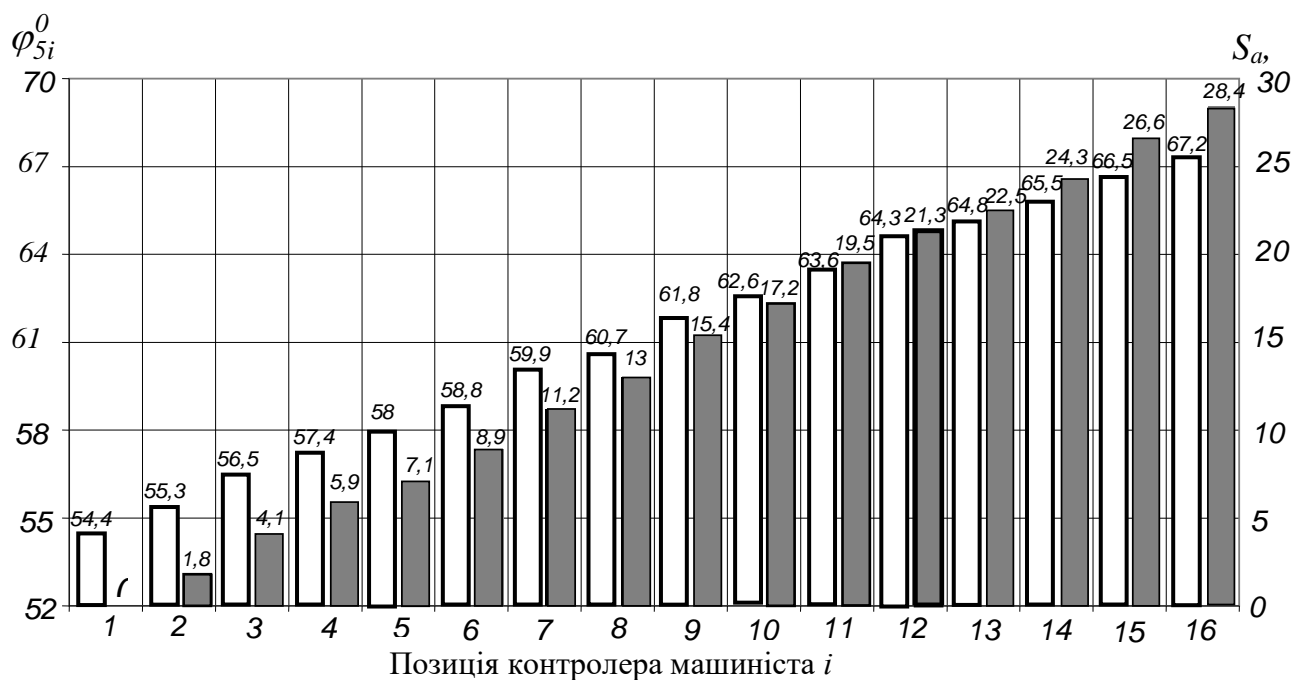


Рис. 3 Діаграми переміщень ланок механізму управління РЧО:

- - початкової ланки $S_{Ai} = f(i)$;
- - вихідної ланки $\varphi_{5i} = f(i)$.

Список літератури

1. Басов, Г.Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України [Текст] / Г.Г. Басов.– Харків: «Апекс +», 2004. – Ч. 1. – 240 с.
2. Залізничний транспорт України: Нормативна база [Текст]/ О.М.Роїна (упоряд.). – К.: КНТ, 2005. – 480 с.
3. Мороз, В.І. Дослідження характеристик функціонування електропневматичного модуля перетворення системи регулювання швидкості дизель-поїздів ДР1А [Текст] / В.І. Мороз, А.І. Біленький, О.В. Братченко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 73. – С. 108 – 113.
4. Братченко, О.В. Розрахункове дослідження важільного механізму керування регулятором швидкості дизеля М756Б [Текст] / О.В. Братченко, А.І. Біленький, В.Р. Войцехівський // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 79. – С. 19 – 27.
5. Біленький, А.І. Результати експериментальної перевірки модернізованої системи регулювання швидкості дизель-поїзда ДР1А [Текст] / А.І. Біленький // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 81. – С. 131 – 138.
6. Мороз, В.І. Особливості математичного моделювання тягових характеристик дизель-поїзду ДР1А [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.С.Тіщенко, А.І. Біленький// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 86. – С. 122 - 128.
7. Зиновьев, В.А. Курс теории механизмов и машин [Текст] / В.А. Зиновьев. – М.: Наука, 1975. – 383 с.

Ключові слова: залізничний рухомий склад, дизель-поїзд ДР1А, механічна система регулювання швидкості, просторовий механізм управління РЧО, кінематичні характеристики, аналітичні залежності.

Анотації

Відзначено, що одним з перспективних напрямків досягнення високого рівня експлуатаційних показників дизель-поїздів ДР1А є поліпшення їх тягових характеристик за рахунок удосконалення конструкції механічної системи регулювання швидкості, основою якої є просторовий механізм. Показано, що при проведенні пошукових досліджень актуальності набувають розрахунки кінематичних характеристик ланок просторового механізму, які можуть бути проведені на основі відповідних аналітичних залежностей. Висвітлено особливості аналітичного дослідження кінематичних характеристик механічної системи регулювання швидкості дизель-поїзда ДР1А, яке проводилось з використанням методу проєкцій замкнених векторних контурів на осі координат. Подані результати уточненого розрахунку кінематичних характеристик ланок просторового механізму, що проводились з використанням отриманих аналітичних залежностей.

Отмечено, что одним из перспективных направлений достижения высокого уровня эксплуатационных показателей дизель-поездов ДР1А является улучшение их тяговых характеристик за счет усовершенствования конструкции механической системы регулирования скорости, основу которой составляет пространственный механизм. Показано, что при проведении поисковых исследований актуальными являются расчеты кинематических характеристик звеньев пространственного механизма, которые могут быть проведены на основе соответствующих аналитических зависимостей. Отражены особенности аналитического исследования кинематических характеристик механической системы регулирования скорости дизель-поезда ДР1А, которое проводилось с использованием метода проекций замкнутых векторных контуров на оси координат. Представлены результаты уточненного расчета кинематических характеристик звеньев пространственного механизма, которые выполнялись с использованием полученных аналитических зависимостей.

Noted that one of the promising areas to achieve a high level of operational performance diesel trains DR1A is the improvement of the characteristics of the traction by improving the design of the mechanical speed control system, which was based on the spatial control mechanism. It is shown that during the exploratory research are relevant calculations kinematical characteristics links that may be conducted on the basis of HN-related analytical dependencies. Reflect the singularity of the kinematical characteristics of the analytical studies the mechanical speed control system of diesel trains DR1A with speiation control mechanism, which was conducted with the use of the Closed-loop vector projections on the coordinate axes. Presented the results of an updated calculation of the kinematical characteristics of links.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАМНО-ТРАПЕЦЕЇДАЛЬНОГО СТРУМОЗНІМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Представив д-р техн. наук, професор О.В. Устенко

Вступ. На сьогодні частка робіт на залізничному транспорті, що виконується електричною тягою, перевищує 80 %. При цьому електротяговий рухомий склад (ЕТРС), який задіяний при здійсненні пасажиро- та вантажоперевезень в більшості експлуатується у наднормативний термін. Разом з тим, державними програмами оновлення рухомого складу передбачено розроблення та введення в експлуатацію нових електровозів підвищеної швидкості вітчизняного виробництва. При цьому особливу увагу слід приділяти струмознімальним пристроям (СЗП), які відповідають за безперебійну та надійну роботу ЕТРС.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Конструкції існуючих СЗП відрізняються складністю побудови, містять просторові ланцюги, які мають велику кількість ланок та з'єднань. Тому в Українській державній академії залізничного транспорту під керівництвом д.т.н., професора В.І. Мороза була розроблена нова рамно-трапецеїдальна конструкція механічної системи (МС) СЗП, яка відрізняється від існуючих меншою кількістю рухомих ланок та з'єднань, зменшеною приведеною до верхнього вузла сили тертя всіх шарнірів та збільшеною жорсткістю в поздовжньому та поперечному напрямках [1, 2].

Одним з основних показників якісної роботи СЗП є контактне натискання, для визначення якого необхідно проводити

комплекс кінематичних досліджень. При цьому аналіз науково-технічної літератури і конструкторської документації засвідчив, що важільні механізми існуючих і створюваних перспективних СЗП являють собою просторові кінематичні ланцюги, ланки яких утворюють нижчі кінематичні пари. В той же час при розрахунках їх кінематики зазвичай застосовуються орієнтовані на використання для плоских кінематичних ланцюгів геометричні методи [3], що приводить до появи суттєвих похибок в результатах досліджень. Це обґрунтовує необхідність розроблення і використання нових підходів до уточненого математичного моделювання кінематичних характеристик просторових механізмів СЗП, що відіграє важливу роль в розрахунках їх динамічних характеристик.

Метою статті є висвітлення особливостей розрахунку швидкостей та прискорень рухомих ланок нового рамно-трапецеїдального СЗП.

Визначення кінематичних параметрів нового рамно-трапецеїдального струмознімального пристрою. Основу нового підходу складає метод перетворення координат [4], застосування якого для просторових кінематичних ланцюгів СЗП з визначеною структурою передбачає матричний запис рівнянь координат шуканих положень точок відповідних ланок.

Загальні формули перетворення координат для систем $X_iY_iZ_i$ і $X_jY_jZ_j$ мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} X_i &= k_{11} \cdot X_j + k_{12} \cdot Y_j + k_{13} \cdot Z_j + A_i; \\ Y_i &= k_{21} \cdot X_j + k_{22} \cdot Y_j + k_{23} \cdot Z_j + B_i; \\ Z_i &= k_{31} \cdot X_j + k_{32} \cdot Y_j + k_{33} \cdot Z_j + C_i, \end{aligned} \quad (1)$$

де A_i, B_i, C_i – координати початку системи $X_j Y_j Z_j$ в системі $X_i Y_i Z_i$;

$k_{11}, k_{12}, \dots, k_{33}$ – коефіцієнти при координатах – напрямні косинуси

$$\begin{aligned} k_{11} &= \cos(X_i \wedge X_j); & k_{12} &= \cos(X_i \wedge Y_j); & k_{13} &= \cos(X_i \wedge Z_j); \\ k_{21} &= \cos(Y_i \wedge X_j); & k_{22} &= \cos(Y_i \wedge Y_j); & k_{23} &= \cos(Y_i \wedge Z_j); \\ k_{31} &= \cos(Z_i \wedge X_j); & k_{32} &= \cos(Z_i \wedge Y_j); & k_{33} &= \cos(Z_i \wedge Z_j). \end{aligned}$$

Запис рівняння (1) у матричній формі буде мати вигляд

$$r_i = T_{ji} \cdot r_j, \quad (2)$$

$$r_i = \begin{Bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \\ 1 \end{Bmatrix}, \quad r_j = \begin{Bmatrix} X_j \\ Y_j \\ Z_j \\ 1 \end{Bmatrix}, \quad T_{ji} = \begin{Bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & A_i \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & B_i \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & C_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix}. \quad (3)$$

Матриця коефіцієнтів рівнянь (1) отримується з урахуванням відомих формул зв'язків між напрямними косинусами і кутами Ейлера [4]

$$T_{ji} = \begin{Bmatrix} \cos\psi_{ji} \cdot \cos\varphi_{ji} - & -\cos\psi_{ji} \cdot \sin\varphi_{ji} - & \sin\theta_{ji} \cdot \sin\psi_{ji} & A_i \\ -\cos\theta_{ji} \cdot \sin\psi_{ji} \cdot \sin\varphi_{ji} & -\cos\theta_{ji} \cdot \sin\psi_{ji} \cdot \cos\varphi_{ji} & & \\ \sin\psi_{ji} \cdot \cos\varphi_{ji} + & -\sin\psi_{ji} \cdot \sin\varphi_{ji} + & -\sin\theta_{ji} \cdot \cos\psi_{ji} & B_i \\ +\cos\theta_{ji} \cdot \cos\psi_{ji} \cdot \sin\varphi_{ji} & +\cos\theta_{ji} \cdot \cos\psi_{ji} \cdot \cos\varphi_{ji} & & \\ \sin\theta_{ji} \cdot \sin\varphi_{ji} & \sin\theta_{ji} \cdot \cos\varphi_{ji} & \cos\theta_{ji} & C_i \end{Bmatrix}. \quad (4)$$

Матриця (4) в задачах теорії механізмів і машин розглядається матрицею кінематичної пари і вважається базовою для запису матриць різних нижчих кінематичних пар.

На основі розробленого методу для механічної системи нового СЗП (рис. 1) було складено наведені нижче матриці

$$r_{F5} = T_{1-5} \cdot T_{3-1} \cdot r_{F3},$$

$$T_{1-5} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ \cos\theta_{1-5} & 0 & -\sin\theta_{1-5} & l_{AB} \\ \sin\theta_{1-5} & 0 & \cos\theta_{1-5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$T_{3-1} = \begin{pmatrix} -\cos\theta_{3-1} & 0 & \sin\theta_{3-1} & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ \sin\theta_{3-1} & 0 & \cos\theta_{3-1} & l_{BC} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$r_{F5} = \begin{pmatrix} X_{F5} \\ Y_{F5} \\ Z_{F5} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad r_{F4} = \begin{pmatrix} l_{CD} \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

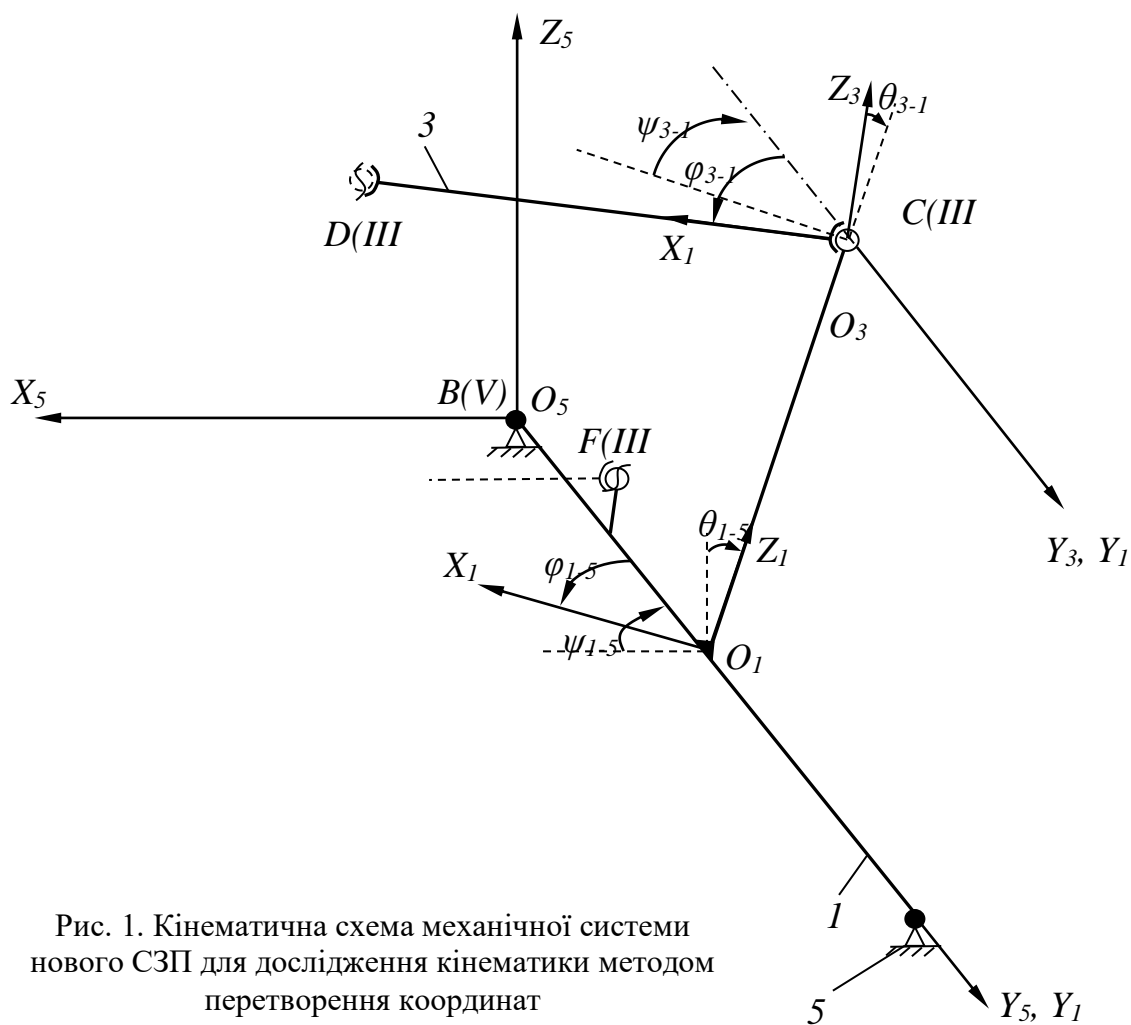


Рис. 1. Кінематична схема механічної системи нового СЗП для дослідження кінематики методом перетворення координат

Рухомий склад залізниць

Проведені розрахунки з використанням програмного пакета MathCAD підтвердили працездатність запропонованої конструкції та дозволили визначити змінність прискорень ланок в залежності від робочої висоти СЗП (рис. 2).

Це має важливе значення при моделюванні динамічних процесів у механічних системах СЗП, що в свою чергу дозволить робити уточнені оцінки рівнів контактних натискань при підвищених швидкостях руху ЕТРС.

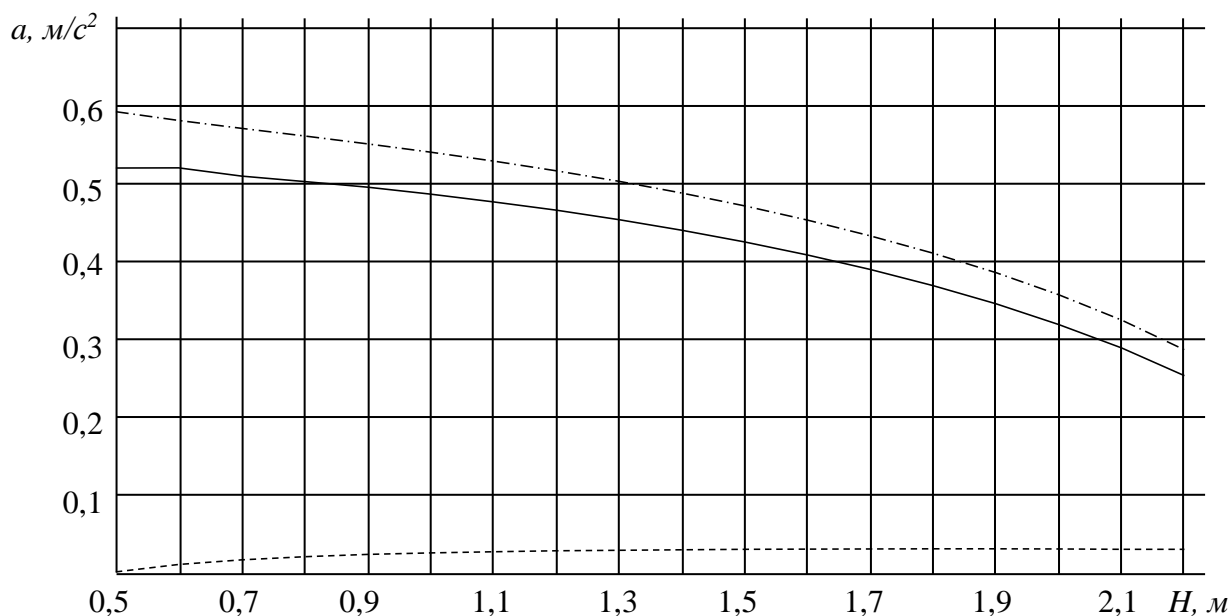


Рис. 2. Прискорення центру ваги ланок нового струмознімального пристрою при швидкості руху ЕТРС 200 км/год:

_____ ланка 2; - · - · - · ланка 1; - - - - - ланка 3

Висновки і рекомендації щодо подальшого використання. Матеріали статті містять висвітлення особливостей визначення кінематичних характеристик просторової механічної системи нового рамно-трапецеїдального СЗП для ЕТРС підвищеної швидкості. Наведені розрахункові залежності забезпечують уточнене (у порівнянні з плоскою

кінематичною схемою) визначення кінематичних параметрів СЗП, що має важливе значення для математичного моделювання його динаміки і контролю контактних натискань при різних умовах експлуатації ЕТРС. Це також має важливе значення для визначення навантажень та контролю умов міцності деталей та з'єднань СЗП.

Список літератури

1. Струмознімний пристрій [Текст]: пат 85140 Україна: МПК В 60L5/00, В 60L5/18 / Мороз В.І., Братченко О.В., Павшенко А.В.; заявник та власник Українська державна академія залізничного транспорту. – № а 200706728; заявл. 15.06.07.; опубл. 25.12.2008, Бюл. № 24. – 4 с.

2. Мороз, В.І. Нова рамно-трапецеїдальна конструкція струмознімального пристрою для швидкісного електротягового рухомого складу [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, А.В. Павшенко// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ. – 2008. – №. 96. – С. 24-30.
3. Беляев, И.А. Токосъем и токоприемники электроподвижного состава [Текст] / И.А. Беляев, В.П. Михеев, В.А. Шиян. – М.: Транспорт, 1976. – 184 с.
4. Левитский, Н.И. Теория механизмов и машин [Текст] / Н.И. Левитский. – М.: Наука, 1979. – 576 с.

Ключові слова: електротяговий рухомий склад, струмознімальний пристрій, механічна система, перетворення координат.

Анотації

Обґрунтовано актуальність проведення розрахункових досліджень з визначення кінематичних характеристик нового струмознімального пристрою рамно-трапецеїдальної конструкції для електротягового та моторвагонного рухомого складу підвищеної швидкості. Описано новий підхід дослідження кінематики рухомих ланок струмознімального пристрою, механічна система якого розглянута просторовою. Подані результати дослідження, які дозволяють проводити математичне моделювання динамічних процесів, що протікають в механізмі струмознімального пристрою.

Обоснована актуальность проведения расчетных исследований по определению кинематических характеристик нового токосъемного устройства рамно-трапецеидальной конструкции для электротягового та моторвагонного подвижного состава повышенной скорости. Описан новый подход исследования кинематики подвижных звеньев токосъемного устройства, механическая система которого рассмотрена пространственной. Представлены результаты исследования, которые позволяют проводить математическое моделирование динамических процессов, которые протекают в механизме токосъемного устройства.

Actuality of conducting of calculations researches is grounded on determination of kinematics descriptions of new currentremoval device of ramno-trapetseydal'noy construction for elektrotlyagovogo and multiple-unit rolling stock raised to velocities. New approach of research of kinematics of mobile links of currentremoval device the mechanical system of which is considered spatial is described. Results are represented researches, which allow to conduct the mathematical design of dynamic processes which flow in the mechanism of currentremoval device.

*Кандидати техн. наук О.І. Акімов,
Ю.О. Акімова*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Представив д-р техн. наук, професор Ю.І. Гусевський

Постановка проблеми. Досвід експлуатації кабельних ліній електропередачі (КЛЕП), що входять до складу систем електропостачання електрифікованих залізниць, показує, що навіть при проведенні профілактичних випробувань таких кабелів підвищеною постійною напругою частка їх відмов, що відбуваються під час експлуатації, залишається високою. Це свідчить про низьку ефективність профілактичних випробувань, що проводяться за діючими у теперішній час регламентованими нормами і технологіями [1]. Такі випробування не в змозі виявити всі дефекти ізоляції КЛЕП, час розвитку яких до пробою ізоляції знаходиться в межах одного міжпрофілактичного періоду. Таким чином, постає питання про підвищення ефективності профілактичних випробувань КЛЕП.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню й аналізу ситуації, що пов'язана з профілактичними випробуваннями кабельних ліній, присвячені праці багатьох вчених [2-8]. Основний напрямок їх робіт – це вирішення таких проблем: величини напруги, при якій треба вимірювати часткові розряди [4]; відмова від випробувань підвищеною напругою кабельних ліній через руйнування ізоляції в проблемних місцях частковими розрядами [5]; відмова від випробувань підвищеною напругою взагалі, оскільки при цьому не визначається залишковий ресурс кабелю [6, 7]; величини випробної напруги, її форми, а також можливість зниження випробної частоти.

Зміна часу прикладання випробної напруги залишилася за межами розгляду.

Мета статті. Метою статті є обґрунтування способів підвищення ефективності профілактичних випробувань КЛЕП і, зокрема, підвищення часу прикладання випробної напруги.

Основна частина. Підвищення ефективності профілактичних випробувань КЛЕП може бути досягнуто щонайменше двома шляхами:

- удосконаленням методики проведення випробувань таким чином, щоб отримати можливість виявляти дефекти на більш ранній стадії їх розвитку і тим самим добитися скорочення кількості пробовів ізоляції КЛЕП в міжпрофілактичній період;
- проведенням контролю, що доповнює випробування КЛЕП за існуючою методикою і несе інформацію про дефекти, які є та розвиваються, і які не були виявлені при випробуваннях, але пробій ізоляції через їх наявність можливий в міжпрофілактичній період з достатньо високою ймовірністю.

Одним з найчастіших шляхів удосконалення методики проведення випробувань, що обговорюються, є збільшення часу прикладання випробної напруги.

При профілактичних випробуваннях кабельної ізоляції частина дефектів, миттєва електрична міцність яких нижче випробної напруги, буде виявлена під час підняття цієї напруги. Одночасно прискорюється процес втрати міцності дефектів, розвиток яких залежить від часу прикладання випробної напруги. Якщо під

час випробувань їх електрична міцність знизиться до випробної напруги, то вони також будуть виявлені.

Енергія руйнування дефекту (W) при випробуваннях постійним струмом [2, 3] пропорційна часу прикладення випробної напруги:

$$W = E^2 \gamma t, \quad (1)$$

де E – напруженість поля, А/м;

γ – питома об'ємна провідність ізоляції;

t – час прикладення випробної напруги.

Напруженість поля залежить від величини випробної напруги та товщини ізоляції. Провідність визначається товщиною, станом ізоляції та випробною напругою, із збільшенням якої провідність збільшується. Товща і стан ізоляції в місці дефекту випадкові, тому і час, необхідний для виявлення дефекту, також випадковий і може бути визначений статистично.

Дослідні дані, отримані під час профілактичних випробувань КЛЕП [7], дозволили визначити функцію розподілу часу до пробую дефектів при дії випробної напруги постійного струму, яка відповідає показовому розподілу (рис. 1) із середнім

часом до пробую ізоляції в місцях дефектів, рівним 1,1 хв:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_{\text{сер}}}} = e^{-0,91t}, \quad (2)$$

де $P(t)$ – функція розподілу часу до пробую ізоляції в місці дефекту при випробуванні напругою постійного струму;

$T_{\text{сер}}$ – середній час до пробую ізоляції.

Крива, зображена на рисунку, дозволяє визначити тривалість прикладення випробної напруги, що забезпечує із заданою ймовірністю виявлення дефектів. Близько 95 % з них може бути виявлено при випробуванні кабелів протягом 3-4 хв.

Статистичний аналіз результатів випробувань КЛЕП показав, що тривалість випробувань до 10 хв забезпечує високу ефективність випробувань і більші тривалості малокорисні [3].

Недоцільність збільшення тривалості випробувань витікає з самого методу випробувань підвищеною напругою постійного струму через виявлення ним сильнорозвинутих дефектів і практичну відсутність іонізаційного старіння [5].

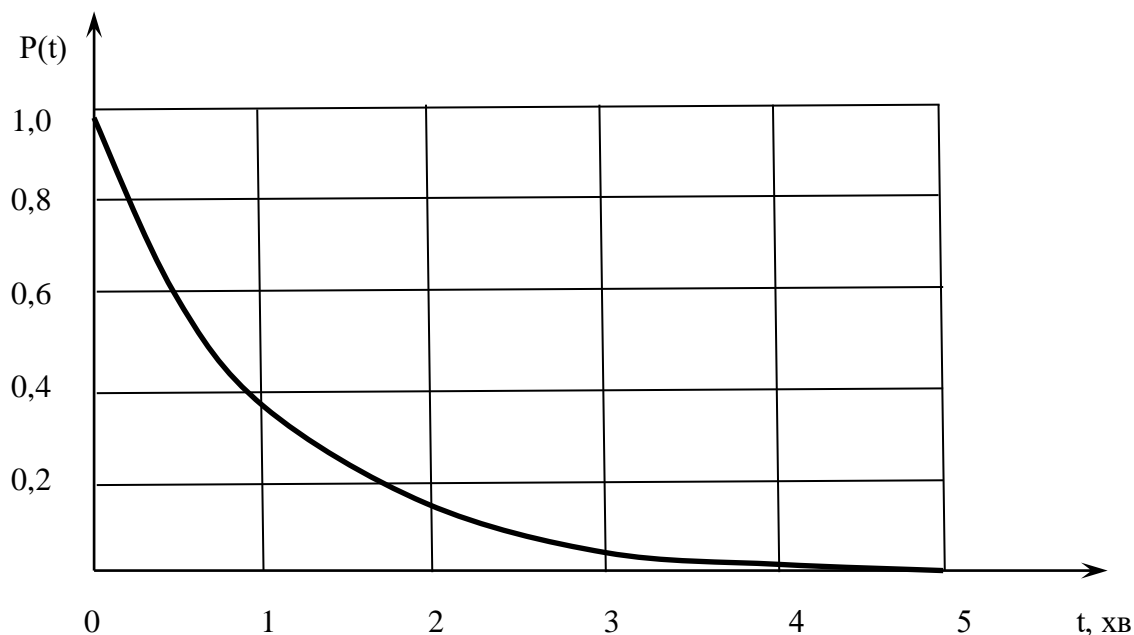


Рис. Визначення часу прикладення підвищеної напруги постійного струму при випробуваннях КЛЕП

Аналіз часу прикладення випробної напруги і напруги початку іонізації показав, що до 90 % розвинутих дефектів будуть виявлені протягом 5 хв [2].

Висновки

1. Прийняті в теперішній час при випробуваннях КЛЕП підвищеною

напругою постійного струму норми часу випробувань є раціональними і збільшення часу випробувань КЛЕП недоцільно.

2. Доцільно розглянути способи контролю, який доповнює випробування КЛЕП та має інформацію про дефекти ізоляції, що розвиваються.

Список літератури

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст]: утверждено приказом Министерства топлива и энергетики № 258 от 25 июля 2006 г. (в редакции приказа Министерства энергетики и угольной промышленности №91 от 13 февраля 2012 г.). – Харьков: Изд-во «Форт», 2012. – 404 с.
2. Вайда, Д. Исследования поврежденной изоляции [Текст] / Д. Вайда; пер. с венг. Т.З. Партоша; под ред. Д.В. Разевига. – М.: Энергия, 1968. – 400 с.
3. Городецкий, С.С. Испытания кабелей и проводов [Текст]: учеб. пособие для техникумов / С.С. Городецкий, Р.М. Лакерник. – М.: Энергия, 1971. – 272 с.
4. Ковригин, Л.А. Выбор испытательного напряжения при измерении частичных разрядов в кабелях на среднее напряжение [Текст] / Л.А. Ковригин, Л.Г. Сидельников // Кабель-news: информационно-аналитический журнал. – 2009. – № 11. – С. 56-58.
5. Войлошников, В. Технические требования по испытаниям кабельных линий в сетях 0,4-10 кВ [Текст] / В. Войлошников // Кабель-news: информационно-аналитический журнал. – 2008. – № 10. – С. 61-63.
6. Копченков, Д.М. Современные методы и оборудование для испытаний, определения мест повреждений и диагностики силовых кабелей [Текст] / Д.М. Копченков, В.Н. Кольцов // Кабель-news: информационно-аналитический журнал. – 2009/2010. – № 12-1. – С. 67-69.
7. Канискин, В.А. Оценка технического состояния кабелей и кабельных сетей [Текст]: монография / В.А. Канискин, А.А. Пугачев, А.И. Таджибаев. – С.Пб.: ПЭИПК, 2007. – 173 с.
8. Борисов, А.М. В России должны быть единые нормы для испытания кабелей [Текст] / А.М. Борисов // Кабель-news: информационно-аналитический журнал. – 2010. – № 3. – С. 49-50.

Ключові слова: підвищення, ефективність, профілактичні випробування, кабельні лінії, дефекти ізоляції, пробій, збільшення часу

Анотації

Розглядаються можливості підвищення ефективності профілактичних випробувань кабельних ліній електропередачі за рахунок збільшення часу прикладення випробної напруги.

Рассматриваются возможности повышения эффективности профилактических испытаний кабельных линий электропередачи за счет увеличения времени приложения испытательного напряжения.

In the article increase of efficiency of preventive testing of electricity transmission cable lines by increase of application time of testing voltage are considered.

*Д-р техн. наук І.Е. Мартинов (УкрДАЗТ),
інж. В.М. Ільчишин (ДП Укррефтранс),
магістрант А.П. Семененко (УкрДАЗТ)*

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ КРИТИХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Аналіз випадків порушень безпеки руху у вагонному господарстві свідчить, що технічний стан елементів буксових вузлів вантажних вагонів суттєво впливає на безпеку руху поїздів. Понад 50 % відчеплень вагонів на шляху прямування викликані відмовами роликів букс.

Не підлягає сумніву, що найважливішим елементом буксового вузла є підшипник. Для забезпечення надійної і безвідмовної роботи буксових вузлів вантажних вагонів з підшипниками кочення необхідно вивчити причини виникнення пошкоджень буксових підшипників, встановити різні експлуатаційні та інші фактори, що впливають на їх безаварійну роботу. Встановлення причин виходу з ладу підшипників дозволяє визначити напрямок подальших робіт з їх усунення.

Підвищення вимог до якості підшипників обумовлено необхідністю точної кількісної оцінки надійності їх роботи. Ці оцінки можуть бути отримані лише шляхом випробування підшипників на надійність. На основі таких досліджень знаходиться закон розподілу відмов даного типу підшипників. Також знання закону розподілення дозволить створити науково-обґрунтовану систему ремонту та технічного обслуговування буксових підшипникових вузлів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема підвищення надійності елементів буксових вузлів неодноразово розглядалася науковцями і

фахівцями залізничного транспорту впродовж останніх десятиліть. Питанням статистичної оцінки надійності підшипників кочення загального призначення присвячені дослідження М.З. Народецького [2].

Вибору найбільш ефективної конструкції підшипників для букс рухомого складу присвячена стаття [8]. Досвід експлуатації циліндричних підшипників в буксах вантажних і пасажирських вагонів аналізується в роботах [1, 7].

В статті [3] розглядаються особливості розрахунку показників надійності підшипників вантажних вагонів з урахуванням знеособленого характеру експлуатації.

Причини недостатньої надійності елементів букс вагонів аналізуються в дослідженнях [4, 5, 6].

Але в попередніх дослідженнях не враховувались умови експлуатації, так як раніше експлуатація підшипників була знеособлена. В умовах сьогоденної експлуатації, коли вантажні вагони є власністю певних підприємств та повертаються для проведення ремонту на свої підприємства, стало можливим більш точно оцінити технічний стан та визначити надійність циліндричних підшипників буксових вузлів вантажних вагонів.

Метою дослідження є аналіз відмов циліндричних роликів підшипників буксових вузлів вантажних критих вагонів.

Основна частина. Для розв'язання зазначеної задачі був виконаний аналіз журналів форми ВУ-91, в яких зазначаються пошкодження буксових підшипників.

Для аналізу надійності підшипників використовувалися дані Державного

Рухомий склад залізниць

підприємства "Український державний центр залізничних рефрижераторних перевезень "Укррефтранс" за період з січня по серпень 2012 року.

Всього була оброблена інформація майже про шістнадцять тисяч підшипників.

Всі несправності деталей підшипників були розділені на такі групи:

- дефекти втомного походження (раковини, лущення);
- корозійні пошкодження;
- дефекти раптового походження (злами, тріщини, відколи);
- пошкодження сепараторів.

Основні результати обробки подано в таблиці.

Таблиця

Розподіл підшипників за видами несправностей

Несправності	% до числа оглянутих	% до числа пошкоджених
раковини від втоми на доріжці кочення	0,68	0,82
корозійні раковини на поверхні кочення	5,8	7,03
корозійні раковини на поверхні кочення ролика	5,2	6,37
тріщини бортів зовнішнього кільця	0,2	0,31
тріщини зовнішнього кільця	0,01	0,01
задири (ялинка) на бортах кільця	9,68	11,70
задири (ялинка) на торцях ролика	4,89	5,92
вм'ятини на доріжці кочення зовнішнього кільця	0,01	0,02
вм'ятини на доріжці кочення ролика	4,26	5,15
поверхнева корозія на доріжці кочення	50,91	61,55
поверхнева корозія на доріжці кочення	0,02	0,02
поверхнева корозія на доріжці кочення ролика	0,86	1,04
сліди перегрівання на зовнішньому кільці	0,05	0,06

В результаті обробки отриманої інформації встановлено, що 85 % оглянутих підшипників мають пошкодження різного ступеня тяжкості, з яких 2 % оглянутих підшипників не підлягають відновленню.

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що найбільш часто з ладу виходять зовнішні кільця – 70 %. Підшипники виявляються несправними через вихід з ладу роликів – у 18 % випадків, а внутрішні кільця несправні – у 12 % (рис. 1).

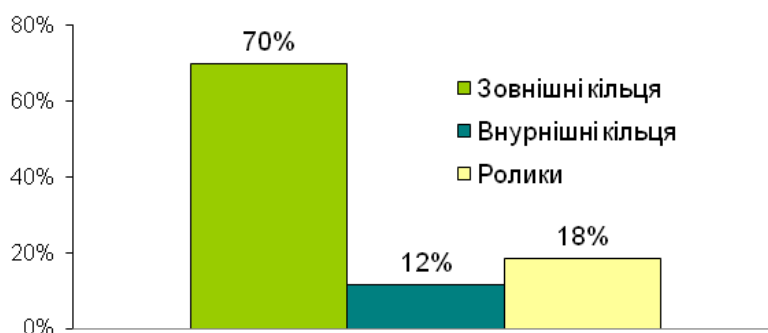


Рис. 1. Співвідношення між пошкодженими деталями підшипників

Рухомий склад залізниць

Найбільш частою причиною несправності підшипників є корозія – 84,2 %.

Отримані дані дозволяють також порівняти якість буксових підшипників, виготовлених на різних заводах. Відомо,

що найбільшими постачальниками підшипників є Європейська підшипникова корпорація, яка є власником заводу у м. Степногірськ, Казахстан, та АТ "Харківський підшипниковий завод" (рис. 2).

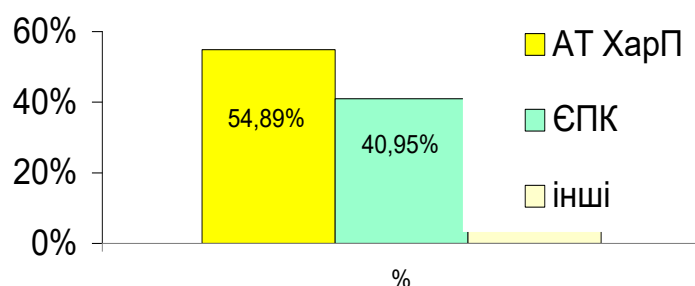


Рис. 2. Співвідношення оглянутих підшипників у залежності від виробника

Кількість справних і пошкоджених підшипників різних заводів-виробників суттєво не відрізняється.

Так само процентне співвідношення основних причин виходу з ладу підшипників практично однакове для виробників АТ ХарП та ЄПК.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Під час досліджень був проаналізований технічний стан циліндричних роликів підшипників буксових вузлів вантажних вагонів. На

основі отриманих даних можна зробити висновок, що дана конструкція підшипників кочення не є досконалою і вона не відповідає сучасним вимогам експлуатації рухомого складу, оскільки не виконується головна вимога - забезпечення сприйняття радіальних і осьових сил в режимі тертя кочення.

Результати обстежень дають можливість у подальшому визначити закон розподілення напрацювання до відмови буксових підшипників.

Список літератури

1. Девятков, В.Ф. Опыт эксплуатации буксовых узлов с роликовыми подшипниками вагонов грузового и пассажирского парка [Текст] / В.В. Девятков, В.В. Абашкин // Вопросы перевода подвижного состава на роликовые подшипники: тр. ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1961. – Вып. 221. – С. 16-24.
2. Народецкий, М.З. Расчет высокоточных шарикоподшипников [Текст] / М.З. Народецкий, М.П. Ковалев. – М.: Машиностроение, 1975. – 280 с.
3. Покровский, Б.Н. К постановке вопроса об оценке надежности подшипников качения букс вагонов [Текст] / Б.Н. Покровский // Всесоюзный заочный институт инженеров транспорта: сб. науч. трудов. – М., 1978. – Вып. 97. – С. 41-49.
4. Мартынов, И.Э. Анализ опыта эксплуатации цилиндрических роликоподшипников букс грузовых вагонов [Текст] / И.Э. Мартынов // Вісник Східноукраїнського державного університету. – Луганськ, 2000. – № 5 (27). – С. 157-159.

5. Мартынов, И.Э. К проблеме совершенствования подшипникового узла вагонов [Текст] / А.П. Горбенко, А.В. Донченко, И.Э. Мартынов // Залізничний транспорт України. – 1999. – № 6. – С. 39-42.

6. Цюренко, В.Н. Надежность роликовых подшипников в буксах вагонов [Текст] / В.Н. Цюренко, В.А. Петров. – М.: Транспорт, 1982. – 96 с.

7. Цюренко, В.Н. Опыт эксплуатации вагонов с буксовыми узлами на подшипниках качения [Текст] / В.Н. Цюренко // Пути совершенствования конструкций буксовых узлов вагонов с подшипниками качения: тр. ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1982. – Вып. 654. – С. 4-26.

8. Чебаненко, В.М. К вопросу выбора рациональной конструкции вагонной роликовой буксы [Текст] / В.М. Чебаненко // Техника железнодорожных дорог. – 1952. – № 7. – С. 11-16.

Ключові слова: буксовий вузол, роликовий підшипник, пошкодження, корозія, раковини від втоми.

Анотації

Виконаний аналіз технічного стану циліндричних підшипників кочення буксових вузлів вантажних вагонів. Проаналізовані основні причини, що викликають відмови.

Выполнен анализ технического состояния цилиндрических подшипников качения буксовых узлов грузовых вагонов. Проанализированы причины, вызывающие отказы.

The analysis of the technical state of cylindrical roller bearings of axle boxes of freight cars. Analyzed the causes of failures.

УДК 629.4.027.2:629.45

*Д-р техн. наук І.Е. Мартинов (УкрДАЗТ),
асп. В.В. Ільчишин (ДП УкрНДІВ),
інж. О.С. Калмиков,
магістрант М.В. Троцька (УкрДАЗТ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЩО ДІЮТЬ НА ВІЗКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Парк пасажирських вагонів України складається з різноманіття типів і моделей вагонів, які будувалися, головним чином, ще за часів СРСР. Переважна більшість пасажирських вагонів вже проходила технічне обстеження з призначенням відповідного ремонту та продовженням

терміну експлуатації. Тобто рухомий склад безупинно старіє, а його ресурс практично вичерпаний. Це позначається не лише на збільшенні обсягу робіт з ремонту та технічного обслуговування вагонів, але і на рівні безпеки руху. В умовах жорсткої конкуренції на ринку транспортних послуг залізницям зараз вже недостатньо мати просто пасажирські вагони збільшеної місткості. Вагони нового покоління

повинні мати не лише підвищену надійність, але й поліпшені комфортні умови для пасажирів. Фактором підвищення комфортності поїздки, а також збільшення надійності та терміну служби вагонів є зменшення величин динамічних сил, що виникають від взаємодії коліс з рейками. Як відомо, поліпшення динамічних показників вагонів та плавності руху можна досягти за рахунок застосування візків із збільшеним статичним прогином ресорного підвішування та зниження рівня збурення колії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ПАТ "Крюківський вагонобудівний завод" останніми роками активно працює у галузі створення пасажирських вагонів нового покоління, в тому числі призначених для швидкісного руху.

Але розрахунок показників міцності та надійності виконується добре відомими методами згідно з [1, 2]. Навантаження, що діють на вагони та їх елементи, вважаються постійними. Наявність динамічної складової як у вертикальних, так і горизонтальних навантаженнях враховується шляхом використання відповідно коефіцієнта вертикальної та горизонтальної динаміки. Ці коефіцієнти мають емпіричний характер. Поза увагою дослідників залишилося те, що навантаження, які діють на візки, мають випадковий характер та являють собою випадковий процес.

Метою дослідження є визначення законів розподілення динамічних навантажень, що діють на візки пасажирських вагонів з пневматичним підвішуванням.

Основна частина. Візки немоторні з пневматичним підвішуванням моделей 68-7041 в залежності від варіанта виконання призначені для підкочування під пасажирські вагони моделей 61-779Э, 61-788 та їх модифікацій, що експлуатуються на залізницях колії 1520 мм та рухаються з конструкційною швидкістю до 160 км/год. Вони також використовуються у пасажирських вагонах денних швидкісних поїздів локомотивної тяги міжрегіонального сполучення, а також у причіпних вагонах двосистемного електропоїзда міжрегіонального сполучення.

Візки двовісні безколискового типу і складаються з рами, надресорної балки, двох колісних пар, надбуксового (первинного) ресорного підвішування, центрального (вторинного) ресорного пневматичного підвішування, гідравлічних гасників коливань (чотири буксових вертикальних, два центральних вертикальних та один горизонтальний), елементів протиюзових пристроїв, гальмівної системи, вузлів з'єднання букси колісної пари з рамою візка, стабілізатора бокового хитання та вузлів з'єднання кузова з візком (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд візка моделі 68-7041

Рама візка жорсткого типу має моноблочну штамповарну конструкцію, включає дві поздовжні балки, зварені з гнutoго листового прокату та з'єднані між собою двома поперечними балками круглого перерізу. Поперечні балки рами оснащені кронштейнами підвішування гальмівних блоків, кронштейнами кріплення центральної рамки вузла з'єднання кузова вагона з візком та кронштейнами для встановлення тяг механізму поздовжнього привода візка. Поздовжні балки облаштовані кронштейнами для устанoвлення важелів з'єднання букс колісної пари з рамою, кронштейнами для стабілізатора бокового хитання, гасників коливань, кронштейнами кріплення упорів від повороту візка (для візків виконання 06 та 07), кронштейнами для піднімання рами та візка в цілому, опорними місцями для пружин буксового підвішування та місцями кріплення пневматичних ресор фірми CONTITECH.

Надресорна балка зварної конструкції із сталевих листів та гнутих елементів – опора для пневматичних ресор центрального ресорного підвішування, забезпечує надійний підвід повітря для живлення пневматичних ресор, несе на собі елементи вузлів з'єднання візків з кузовом вагона, обладнана кронштейнами для гасників коливань, важелів стабілізатора бокового хитання.

Вузол з'єднання кузова вагона з візками виконаний з опорою кузова на пневматичні ресори центрального підвішування через гумовий пристрій та надресорну балку з передачею поздовжніх навантажень на візки через тумбу-шворінь з системою тяг та важелів, а бокове зміщення вагона обмежене комбінованими упорами, розміщеними на центральній рамці, закріпленій на кронштейнах траверси рами візків.

База візка дорівнює 2560 мм, довжина – 3576±20 мм. Візки вписані у габарит 02-ВМ та мають максимальне розрахункове

статичне навантаження від колісної пари на рейки – 176,5 кН (18,0 тс).

Ходові динамічні випробування проходили на ст. Бориспіль Південно-Західної залізниці – ст. Гребінка Південної залізниці. Випробуванням піддавалися пасажирські вагони масою тари 540 кН, вага вагона бруто складала 653 кН.

Метою проведення порівняльних випробувань є експериментальна перевірка відповідності ходових динамічних якостей руху дослідних вагонів вимогам чинних нормативних документів [3] з наступною математичною обробкою та визначенням характеру та закономірностей розподілення діючих на вагон навантажень.

При проведенні ходових динамічних випробувань реєструвались процеси, що характеризують ходові якості вагона під час руху із різними швидкостями на прямих, кривих ділянках колії та стрілочних переводах:

- коефіцієнти вертикальної динаміки для сил, що діють на раму візка;
- коефіцієнти вертикальної динаміки для сил, що діють на елементи кузова;
- горизонтальні (поперечні) сили, що діють на колісні пари;
- прискорення на рівні підлоги кузова вагона;
- динамічні прогини ресорного підвішування.

Радіус кривих при швидкостях 75 та 90 км/год складав відповідно 1100 та 1600 метрів, а при швидкостях 120 та 160 км/год – відповідно 2800 та 2200 метрів.

При проведенні випробувань застосовувались прилади, що реєструють динамічні процеси, перетворювачі та засоби вимірювальної техніки, використовувались відомі методи тензометрії. Для вимірювань та реєстрації динамічних процесів під час проведення ходових динамічних випробувань застосовувався мобільний вимірювально-обчислювальний комплекс вагона-лабораторії ДП "УкрНДІВ".

Реєстрація процесів проводилась датчиками, які встановлювались на елементах конструкції вагона і візків відповідно до затвердженої програмою методики. Масив експериментальної інформації за досліджуваними величинами утворювався шляхом послідовного набору обсягу записів (реалізацій) процесів при різних швидкостях і режимах руху дослідного поїзда на випадкових відрізках залізничної колії.

Зареєстровані на магнітному носії динамічні процеси випробувань вагонів оброблялися програмою обчислення миттєвих значень амплітуд процесу. Записи реалізацій проведені в обох напрямках руху поїзда загальною тривалістю не менше

300 с у кожному діапазоні швидкостей. Частота дискретизації записів динамічних процесів дорівнювала 128 Гц.

Результати первинної обробки свідчать, що дослідні вагони задовольняють вимоги нормативних документів щодо динамічних якостей. Показники коефіцієнтів вертикальної та горизонтальної динаміки для навантаженого і порожнього режимів у всіх дослідних вагонів знаходяться в межах допустимих значень.

На наступному етапі досліджень отримані значення коефіцієнта вертикальної динаміки переводилися у цифрову форму (рис. 2).



Рис. 2. Залежність зміни коефіцієнта вертикальної динаміки візка на прямій дільниці колії при швидкості 45 км/год

Очевидно, що процес зміни коефіцієнта вертикальної динаміки являє собою випадковий процес з синусоїдальною складовою.

Отримані випадкові процеси у подальшому оброблялись відомими методами математичної статистики за допомогою пакета прикладних програм Microsoft Excel. При розрахунках обчислювались моменти 1-4 порядків, що характеризують випадковий процес.

Математичне очікування коефіцієнта вертикальної динаміки та рамних сил обчислювалося як для набігаючої колісної пари візка, так і для другої колісної пари візка. Розрахунки проводилися як на прямих, так і на кривих дільницях колії при швидкостях руху 45, 65, 75, 90, 120, 140 та 160 км/год.

Отримані залежності для математичного очікування коефіцієнта вертикальної динаміки на прямих

дільницях колії свідчать, що для набігаючої колісної пари він невинно зростає за лінійним законом відповідно до зростання швидкості руху. Лінійний характер збільшення коефіцієнта вертикальної динаміки характерний і для другої колісної пари, хоч і більш помірний.

Результати розрахунків свідчать, що розподілення коефіцієнта вертикальної динаміки у всіх випадках підкоряється нормальному закону розподілення.

Висновки з дослідження і перспективи подальшого розвитку у даному напрямку. Отримані закони розподілення миттєвих значень коефіцієнта вертикальної динаміки для візка. Доведено, що ці значення підкоряються нормальному закону розподілення. Визначені параметри розподілення при різних швидкостях руху. Результати розрахунків можливо використовувати для обчислення розподілення миттєвих динамічних навантажень в елементах рами візка з подальшим обчисленням показників безвідмовності.

Список літератури

1. Конструирование и расчёт вагонов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, В.Н. Котуранов и др. – М.: ФГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2011. – 688 с.
2. Вершинский, С.В. Анализ динамических характеристик вагонов поезда РТ-200 [Текст] / С.В. Вершинский, В.Е. Усов // Механика наземного транспорта. – К.: Наукова думка, 1977. – С. 33-36.
3. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовое качества [Текст]: РД 24.050.37-95 - [Введен в действие 96-01-07]. – М.: ГосНИИВ, 1995. – 101 с. – (Ведомственный нормативный документ).

Ключові слова: візок, математичне очікування, випадковий процес, коефіцієнт вертикальної динаміки.

Анотації

Проведено дослідження визначення законів розподілення динамічних навантажень, що діють на візки пасажирських вагонів з пневматичним підвішуванням. Виконано порівняння та встановлені коефіцієнти вертикальної динаміки для сил, що діють на раму візка та елементи кузова, горизонтальні (поперечні) сили, що діють на колісні пари, прискорення на рівні підлоги кузова вагона та динамічні прогини ресорного підвішування.

Проведено исследование законов распределения динамических нагрузок, действующих на тележки пассажирских вагонов с пневматической подвеской. Выполнено сравнение и определены коэффициенты вертикальной динамики для сил, которые действуют на раму тележки.

The above study to determine the laws of distribution of dynamic loads acting on the trolley carriages with pneumatic suspension. Comparison of coefficients and set vertical speakers for the forces acting on the cart frame and body parts, horizontal (lateral) force acting on the wheel pairs, acceleration at underlayment car body and dynamic deflections spring suspension.

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИМІРІВ РІВНЯ ПАЛИВА ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ КОНТРОЛІ ЙОГО ВИТРАТИ

Представив д-р техн. наук, професор О.Б. Бабанін

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. У цей час витрати на енергетичні ресурси, які забезпечують роботу рухомого складу залізниць, є однією з найбільш значних статей витрат залізничної галузі. Ощадливу витрату паливно-енергетичних ресурсів при експлуатації тепловозів неможливо реалізувати без об'єктивного й технологічно обґрунтованого процесу обліку й контролю витрати палива. Один з напрямків щодо забезпечення ефективності обліку, контролю й аналізу витрати палива тепловозами пов'язаний з автоматизацією процесів виміру й реєстрації параметрів роботи локомотива, застосуванням сучасних засобів виміру витрати палива.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню автоматизації процесу обліку й контролю за витратою палива присвячений ряд досліджень [1-5 і ін]. У них автори акцентували увагу як на теоретичних основах створення інформаційно-контролюючих комплексів у системі керування локомотивним господарством, так і на практичних результатах реалізації їхнього поетапного використання. Розроблено й знаходять застосування ряд сучасних систем контролю й обліку витрати палива [3,4,6], що включають у себе паливно-вимірвальну систему, бортову підсистему виміру, а також стаціонарну підсистему обробки й аналізу зафіксованих показників. Контроль кількості палива (в основному на маневрових тепловозах) здійснюється за рівнем палива в баку тепловоза,

обмірюваним у протилежних кінцях паливного бака. Як показали дослідження, на ефективності використання автоматизованого контролю позначається відсутність у деяких системах синхронізування даних про витрату палива з режимами роботи дизеля, неврахування температури й пов'язаного з нею коректування щільності дизельного палива. На точність вимірів впливає розташування датчиків на баку, їхній тип, а також особливості конструкції паливних ємностей. Особливої уваги вимагає облік впливу нахилу бака на похибку виконуваних операцій, тим більше, що в ряді тепловозів є можливість установити на баку тільки один датчик контролю рівня палива.

Мета дослідження. Метою даної роботи є дослідження й розроблення методичного підходу для вирішення важливого науково-практичного завдання – створення ефективної й економічної системи виміру фактичної витрати палива.

Основна частина. Однією з важливих умов успішного застосування автоматизованих систем контролю полягає в їхній інваріантності до типів тепловозів і можливості уніфікації на основі аналізу конструкції паливних баків і їх контролепридатності. Під контролепридатністю в цьому випадку розуміється можливість встановлення спеціальних пристроїв контролю кількості палива.

Маючи безумовні загальні компонуально-технологічні особливості (у всіх тепловозів паливні баки розташовуються між візками під рамою

Рухомий склад залізниць

локомотивів і являють собою зварені зі сталевих листів ємності), конструкційно вони досить різні. Це можна бачити на поданих ескізах у таблиці основних характеристик паливних баків сучасних тепловозів. Крім того, як показує практика, паливні баки тепловозів однієї серії можуть істотно відрізнятися один від одного.

Паливні баки тепловозів з несучими кузовами (ТЕП70) є елементом конструкції головної рами й виготовляються одночасно з нею. У більшості випадків баки кріпляться до рами твердим або напівтвердим кріпленням. У баках деяких тепловозів улаштовуються ніші для розміщення допоміжного устаткування тепловозів.

Таблиця

Конструктивні розміри паливних баків сучасних тепловозів

Серія тепловоза	Поперечний перетин паливного бака	Конструктивні розміри, мм			Теоретична ємність, л	Невживаний об'єм, л
		довжина	ширина	висота		
2ТЕ116		3665	3080	926	7860	200
2ТЕ10М		3060	2626	1040	7300	
2М62		2928	2500	930	3950	200
ТЕП70		5040	2690	910	8000	360
ТЕП150		3470	2760	1001	5560	750
ЧМЕЗ		3100	2000	1060	6000	500
ТЕМ103		3180	2485	975	5000	400

Іноді за умовами компоунання тепловоза паливний бак виконують із декількох окремих відсіків, з'єднаних між собою трубами, наприклад, на тепловозі ТГМ6А бак складається із двох частин, на тепловозі ТГМ3А – три об'єднані паливні ємності.

Як видно з таблиці, габаритні обмеження по висоті і ширині паливних баків обумовлюють невеликий діапазон зміни даних параметрів (від 2690 до

3180 мм по ширині і від 910 до 1060 мм по висоті), тоді як значення довжини, визначені в значній мірі розмірами бази тепловоза і базою візків, відрізняються більш істотно (від 2000 до 4850 мм). Місткості баків коливаються від 3950 л (тепловоз М62) до 8000 л (тепловоз ТЕП70). Вельми значним є також діапазон зміни місткості баків в 1 мм перетину по висоті (3,3 – 9,6 дм³/мм). Такий діапазон пояснюється також меншими розмірами

баків у нижній третині, обмеженій габаритом рухомого складу, неоднорідністю поздовжнього перетину баків по висоті, наявністю внутрішніх поздовжніх і поперечних перегородок з отворами для сполучення порожнин утворених ними відсіків бака, наявністю внутрішніх відсіків, не призначених для зберігання основного запасу палива (об'єми для брудного палива, відсіки акумуляторних батарей). У зв'язку з цим градуйовані характеристики баків є нелінійними.

Згідно з [7], вимір обсягу дизельного палива в баку тепловоза виконують на прямій горизонтальній ділянці шляху. Однак при роботі маневрових тепловозів зміна машиністів, при якій обов'язковий вимір кількості палива, нерідко відбувається на станції. Відповідно до ПТЕ, станції можуть розташовуватися на ухилах не крутіше 0,0025 (у важких умовах), а підйом головки рейки однієї з ниток вище над іншою в прямій ділянці шляху допускається до 6 мм.

При здійсненні безперервного контролю витрати палива в процесі

експлуатації локомотивів можуть мати місце й більш істотні перепади рівнів і нахилів. Так, для тепловоза ЧМЕЗ при ухилі колії в 20 % різниця висот крайніх передньої й задньої точок бака складе 40 мм, а при максимальному завищенні зовнішньої рейки в кривій (150 мм) різниця висот крайніх лівої й правої точок бака досягатиме 286 мм.

У цьому випадку обсяг палива в баку тепловоза може бути визначений за формулою

$$V = V_0 \left(1 \pm \frac{L_d}{H_0} \operatorname{tg} \alpha\right),$$

де V_0 і H_0 – відповідно обмірювані обсяг і висота дизельного палива;

L_d – відстань від геометричного центра бака до датчика рівня;

α – кут нахилу паливного бака в поперечному напрямку до його поздовжньої осі.

Відповідно до [8] масу витраченого палива за робочу зміну, поїздки або поїзну операцію можна визначити формулою:

$$m = m_i - m_{i+1} = V_i (1 + 2\gamma \delta_{iCT}) \rho_i (1 + \beta \delta_{ti}) \left(1 \pm \frac{L}{H_i} \operatorname{tg} \alpha_i\right) - \\ - V_{i+1} (1 + 2\gamma \delta_{(i+1)CT}) \rho_{i+1} (1 + \beta \delta_{t(i+1)}) \left(1 \pm \frac{L}{H_{i+1}} \operatorname{tg} \alpha_{i+1}\right),$$

де V_i , V_{i+1} – обсяги дизельного палива відповідно на початку й кінці фіксованого періоду часу, обумовлені за градуйованою таблицею паливного бака, м³;

ρ_i , ρ_{i+1} – середні щільності дизельного палива відповідно на початку й кінці контрольної операції, кг/м³;

γ – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу стінок паливного бака, 1/°C;

$\delta_{iCT} = (t_v - t_{TP})$ – різниця температур стінок паливного бака при вимірі обсягу (t_v) і при градуюванні (t_{TP}), °C;

β – коефіцієнт об'ємного розширення дизельного палива, 1/°C;

$\delta_t = (t_p - t_v)$ – різниця температур дизельного палива при вимірі щільності (t_p) і обсягу (t_v), °C.

Отримана формула справедлива для діапазону рівнів палива, обумовленого таким виразом:

$$H_{\min} + L \operatorname{tg} \alpha_{\max} < H_b < H_{\max} - L \operatorname{tg} \alpha_{\max},$$

де H_{\min} , H_{\max} – відповідно мінімальний і максимальний рівень палива;

α_{\max} – максимальний кут нахилу паливного бака.

Конструктивні особливості тепловозних паливних баків дозволяють забезпечувати вірогідність вимірів рівня палива в межах певних діапазонів. Для тепловозу 2ТЕ116 рівень палива в баку має бути в межах від 118 мм до 822 мм. Оскільки на практиці паливний бак повністю не заповнюється й мінімальна кількість палива в баку не повинна бути менше 500 кг, то наявні обмеження не позначаються на здійсненні необхідних вимірів.

При проведенні вимірів витрати палива в умовах змінного кута нахилу бака необхідною операцією є обчислення

значень реального рівня H_i . Обчислення реального рівня палива в умовах змінного кута нахилу бака можливе з використанням рівняння взаємозв'язку, що являє собою функцію п'яти змінних $H_i = f(H_b, L_b, H_d, L_d, \alpha)$. При цьому параметри H_b, L_b, H_d, L_d встановлюються при уведенні системи виміру витрати палива в експлуатацію, а H_d і α є динамічно змінюваними в процесі вимірів.

Оскільки кут нахилу α не перевищує 6° , то для оцінки похибки виміру витрати палива можна покласти, що $\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$. Тоді модель похибки визначення витрати дизельного палива буде описуватися таким виразом:

$$\Delta m = \pm 1,1 \sqrt{\frac{m_i^2}{m^2} \left[\left(\frac{\Delta H}{H_i} \cdot 100 \right)^2 + \Delta K^2 + \Delta \rho^2 + \left(\frac{\beta \Delta \delta_{ii}}{1 + \beta \delta_{ii}} \cdot 100 \right)^2 + \Delta L + \frac{L}{H_i} \Delta \alpha \right] + \frac{m_{i+1}^2}{m^2} \left[\left(\frac{\Delta H}{H_{i+1}} \cdot 100 \right)^2 + \Delta K^2 + \Delta \rho^2 + \left(\frac{\beta \Delta \delta_{i(i+1)}}{1 + \beta \delta_{i(i+1)}} \right)^2 + \Delta L + \frac{L}{H_{i+1}} \Delta \alpha \right] + \Delta M^2},$$

де H – рівень продукту в ємності, м;

ΔH – абсолютна похибка виміру рівня наповнення продукту, м;

ΔK – відносна похибка градування резервуара, %;

$\Delta \rho$ – відносна похибка виміру щільності, %;

ΔM – відносна похибка центрального блока обробки й індикації даних, %.

Встановлено, що в результаті нахилу відбувається перерозподіл палива по обсягу бака й рівень палива в точці виміру змінюється, при цьому обсяг палива залишається незмінним. Таким чином, виникає похибка обчислення обсягу ΔV за обмірюваним значенням рівня H_i . Компенсація зазначеної похибки є визначальним чинником при розробленні методики обчислення витрати палива з використанням рівнемірів.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Проведено аналіз конструкцій паливних баків тепловозів різних серій, що дозволило сформулювати вимоги до вимірювальних засобів автоматизованої системи контролю в частині корегування значень реальних і визначення граничних рівнів вимірів. Зазначено, що похибка виміру реального рівня дизельного палива залежить від геометричних розмірів баку. При цьому, чим менше значення відношення висоти бака до його довжини, тим більше значення похибки. Похибка виміру реального рівня залежить також від ступеня заповнення бака паливом. При цьому значення похибки збільшується, якщо в баку незначна кількість палива або коли він заповнений практично повністю.

Список літератури

1. Жуховицький, І.В. Проблеми та перспективи автоматизації управління локомотивним господарством [Текст] / І.В. Жуховицький, О.Б. Устенко, О.Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 2. – С 38-42.
2. Тимченко, А.Ю. Підходи к созданию единой автоматизированной системы учета дизельного топлива в ОАО «РЖД» [Текст] / А.Ю. Тимченко, А.А. Троицкий // Локомотив-информ. – 2008. – № 6. – С. 26-28.
3. Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами [Текст] / А.И. Молчанов, И.Л. Поварков, Л.А.Мугинштейн, К.М. Попов // Вестник ВНИИШКТ. – 2004. – № 2. – С. 25 - 29.
4. Тартаковський, Е.Д. Технічні та технологічні засоби енергозбереження тепловозів в експлуатації [Текст] / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Вісник СУНУ ім. В. Даля. – 2010. – Вип. 5 (143). – Ч. 2. – С. 215-219.
5. Белецкий, Ю.В. Системы контроля топливной экономичности [Текст] / Ю.В. Белецкий, Н.М. Найш, Ю.Е. Калабухин // Вісник СУНУ ім В.Даля. – 2010. – С. 27-29.
6. Дробаха, В.І. Результаты практического впровадження систем «БІС-Р» [Текст] / В.І. Дробаха, О.Д. Трихліб, А.М. Каплун // Локомотив-информ. – 2007. – № 9.– С. 24-25.
7. Инструкция о порядке и методах измерений при учетных операциях с нефтепродуктами на предприятиях федерального железнодорожного транспорта №10865. [Текст]. – Утв. 10.06.2010. – М.: МПС России, 2010. – 16 с.
8. ГОСТ 26976-86. Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР. – 1986. – 14 с.

Ключові слова: облік, автоматизовані системи контролю, дизельне паливо, фактична витрата, паливний бак, похибка виміру.

Анотації

У статті проведений аналіз конструкцій паливних баків тепловозів різних серій, що дозволило сформулювати вимоги до вимірювальних засобів автоматизованої системи контролю в частині коректування значень реальних і визначення граничних рівнів вимірів.

В статті проведено аналіз конструкцій топливних баков тепловозов различных серий, что позволило сформулировать требования к измерительным средствам автоматизированной системы контроля в части корректировки значений реальных и определения предельных уровней замеров.

An analysis of constructions of fuel tanks of diesel engines of different series is conducted In article, that allowed to formulate the requirements to the measuring facilities of the automated checking system in parts of adjustment of values real and determinations of maximum levels of measuring.

УДК 629.42:621.3

Канд. техн. наук В.С. Блиндюк

КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДАМИ МЕТРОПОЛІТЕНУ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ АДАПТИВНОЇ РЕЗОНАНСНОЇ ТЕОРІЇ

Частина 2. Розробка методу оптимізації руху поїзда метрополітену на основі дискретної нейронної мережі АРТ-1

Представив д-р техн. наук, професор М.М. Бабасєв

Вступ, аналіз публікацій, формулювання задачі дослідження. При експлуатації електропоїздів залежно від зовнішніх умов і стану електропривода можуть суттєво змінюватися режими роботи тягових двигунів. Оперативна оцінка цих процесів і наступне коректування режимів роботи електропривода, навіть при наявності відповідної інформації, вимагають часу для їхньої обробки й високої кваліфікації машиніста, що не завжди можливо в умовах руху електропоїзда. Мінімізувати енергетичні витрати та підвищити безпеку руху поїздів можливо шляхом впровадження нейронних мереж в процес керування усіма видами рухомого складу залізничного транспорту [1,2,5]. Можливим варіантом вирішення цієї задачі є використання асоціативної пам'яті на основі дискретної нейронної мережі АРТ-1 [3]. Подальшим продовженням цієї роботи є реалізація методів оптимального керування електропоїздами метрополітену на основі нейронних мереж адаптивної резонансної теорії.

Мета дослідження. Оптимізація методів оптимального керування електропоїздами метрополітену.

Основна частина. На основі дискретної нейронної мережі АРТ-1 пропонується асоціативна пам'ять, зображена на рис. 1,

що складається із двох модулів, кожен з яких є нейронною мережею АРТ-1.

Модуль 1 використовується для запам'ятовування кодів перегонів, а модуль 2 – для зберігання законів руху електропоїзда по перегону, наприклад, у вигляді графіків.

Машиніст за допомогою блока керування задає код перегону, який подається на вхідні нейрони модуля 1. Цей код визначає нейрон-переможець Y_j у шарі розпізнавальних елементів вихідний сигнал якого через *нейрон* A_j асоціативного A -шару нейронів (при наявності сигналу визначення асоціації на виході блока керування) надходить на вхід *нейрона* Y_j другого модуля асоціативної пам'яті.

У пам'яті кожного Y -нейрона зберігається траєкторія руху електропоїзда по відповідному перегону. За вхідним сигналом з виходу модуля 1 будь-який Y -нейрон модуля 2 через нейрони шарів Z і S видає на екран монітора машиніста зображення траєкторії руху состава по перегону. На цьому ж екрані відображається не тільки рекомендована (оптимальна) траєкторія руху, але й поточна траєкторія руху. Наявність цих двох траєкторій дозволяє машиністові підтримувати енергозберігаючий режим руху електропоїзда.

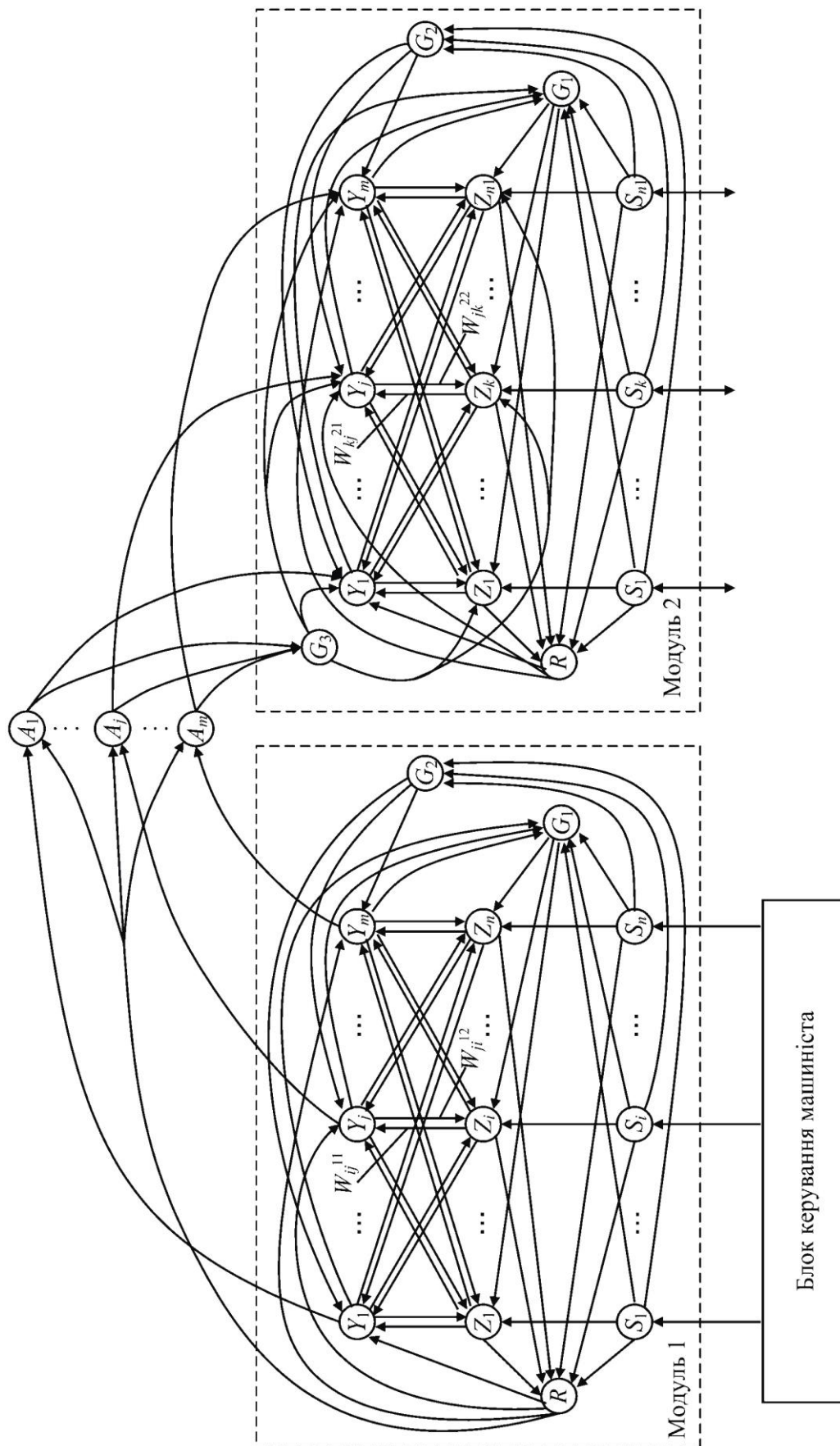


Рис. 1. Реалізація асоціативної пам'яті дискретної нейронної мережі АРТ-1

Алгоритм навчання модулів асоціативної пам'яті

Алгоритм навчання модулів асоціативної пам'яті відрізняється від класичних алгоритмів [4-6] такими особливостями:

1. Алгоритми навчання й розпізнавання розділені. У режимі розпізнавання не відбувається донавчання нейронної мережі.

2. При навчанні модулів використовується параметр подібності, що дорівнює одиниці.

3. Розподілені Y-нейрони обох модулів не можуть у режимі навчання адаптувати свої ваги зв'язків.

В алгоритмах функціонування дискретних нейронних мереж АРТ-1 використовуються такі позначення:

$n, n1$ – число компонент у вхідних векторах відповідно до модулів 1 і 2 асоціативної пам'яті;

m – число розпізнавальних елементів у розпізнавальних шарах модулів 1 і 2;

S^{1k}, S^{1l} – відповідно n і n l -вимірні вхідні вектори модулів 1 і 2 асоціативної пам'яті; $k = 1, q_1, l = 1, q_2$;

q_1, q_2 – число вхідних навчальних векторів відповідно до модулів 1 і 2;

W_{ij}^{11}, W_{kj}^{21} – ваги зв'язків від інтерфейсних нейронів $Z_i (i = \overline{1, n}), Z_k (k = \overline{1, n1})$ модулів 1 і 2 відповідно до елементів $Y_j (j = \overline{1, m})$ цих модулів;

W_{ji}^{12}, W_{jk}^{22} – ваги зв'язків від розпізнавальних нейронів $Y_j (j = \overline{1, m})$ модулів 1 і 2 відповідно до інтерфейсних елементів $Z_i (i = \overline{1, n})$ і $Z_k (k = \overline{1, n1})$;

p_1, p_2 – параметри подібності відповідно до модулів 1 і 2.

Алгоритм навчання модуля 1 асоціативної пам'яті

Крок 1. Ініціалізуються ваги зв'язків модуля $W_{ij}^{11}, W_{ji}^{21} (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m})$, задається параметр подібності $p_1 = 1$; задається безліч навчальних вхідних векторів $\{S^{11}, S^{12}, \dots, S^{1q_1}\}$.

Структура навчальних вхідних векторів можлива така:

Код лінії метрополітену	Код станції	Код напрямку руху	Код часу руху по перегону	Код завантаженості состава
-------------------------	-------------	-------------------	---------------------------	----------------------------

Для Харківського метрополітену під код лінії можна виділити не більш двох-трьох розрядів, під код станції – 4 розряди, напрямок руху – один розряд, під код часу руху – 3-5 розрядів, під код завантаження состава – 2 розряди. Якщо для навчання першого модуля асоціативної пам'яті використовувати дані по "Салтівській" лінії метрополітену, то можна одержати навчальні вектори, частина з яких наведена в табл. 1.

Якщо задатися чотирма видами завантаження состава (порожній, завантажений на 25 %, завантажений на 50 % і завантажений на 100 %), трьома

часами руху состава (уповільнене, номінальне, прискорене) і двома можливими напрямками руху, то для "Салтівської" лінії метрополітену необхідно мати не менш 24 ($q_1 = 24$) навчальних векторів, кожний з яких має 13 компонент, тобто $n = 13$. Число розпізнавальних нейронів має бути не менше 24, тобто $m \geq 24$, візьмемо $m = 24$.

Ваги зв'язків $W_{ij}^{11} (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m})$ визначаються числом n [4-6]:

$$W_{ij}^{11} = \frac{1}{1+n} = \frac{1}{1+13} = 0,071.$$

Таблиця 1

№ з/п	Код лінії	Код станції	Код напрямку руху	Код часу руху	Код завантаження состава	Позначення навчального вектора
1	011	0001	1	001	01	S^{11}
2	011	0010	1	001	01	S^{12}
3	011	0011	1	001	01	S^{13}
4	011	0100	1	001	01	S^{14}
5	011	0101	1	001	01	S^{15}
6	011	0110	1	001	01	S^{16}
7	011	0111	1 (у тунель)	001	01	S^{17}
8	011	0111	1	001	10	S^{18}
9	011	0110	1	001	10	S^{19}
10	011	0101	1	001	10	$S^{1,10}$
11	011	0100	1	001	10	$S^{1,11}$
12	011	0011	1	001	10	$S^{1,12}$
13	011	0010	1	001	10	$S^{1,13}$
14	011	0001	1 (у тупик)	001	10	$S^{1,14}$
...

Крок 2. Поки не виконуються умови припинення роботи алгоритму навчання першого модуля, для кожного навчального вектора $\{S^{11}, S^{12}, \dots, S^{1,23}, S^{1,24}\}$,

виконується циклічна обробка інформації за допомогою кроків 3 – 11 алгоритму.

Крок 3. Задається нульова активація всіх нейронів першого модуля асоціативної пам'яті:

$$U_{\text{ВЫХ}S_i} = U_{\text{ВЫХ}Z_i} = U_{\text{ВЫХ}Y_j} = U_{\text{ВЫХ}R} = U_{\text{ВЫХ}G_1} = U_{\text{ВЫХ}G_2} = 0.$$

Навчальним тринадцятирозрядним бінарним вектором

$$S^{11} = (0110001100\ 101) = (S_1^{11}, S_2^{11}, \dots, S_n^{11})$$

визначаються вхідні й вихідні сигнали S -елементів вхідного шару

$$U_{\text{ВЫХ}S_i} = U_{\text{ВХ}S_i} = S_i^{11}, \quad i = \overline{1, n}, \quad n = 13.$$

За допомогою розв'язувального нейрона R визначається норма вхідного вектора:

$$\|S^{11}\| = \|U_{\text{ВЫХ}S}\| = \sum_{i=1}^n S_i^{11} = 6.$$

Крок 4. Визначаються вхідні й вихідні сигнали керуючих нейронів G_1, G_2 і нейронів інтерфейсного шару:

$$\begin{aligned} U_{\text{вх}G_1} &= U_{\text{вх}G_2} > 0; \\ U_{\text{вих}G_1} &= U_{\text{вих}G_2} = 1; \\ U_{\text{вх}Z_i} &= U_{\text{вих}S_i} \quad i = \overline{1, n}; \\ U_{\text{вих}Z_i} &= U_{\text{вх}Z_i} \cdot U_{\text{вих}G_1} \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (1)$$

Крок 5. Для всіх незагальмованих розпізнавальних нейронів розраховуються їхні вхідні й вихідні сигнали:

$$U_{\text{вх}Y_j} = \sum_{i=1}^n U_{\text{вих}Z_i} \cdot W_{ij}^1; \quad U_{\text{вх}Y_1} = U_{\text{вх}Y_2} = \dots = U_{\text{вх}Y_{24}} = 0,923;$$

$$U_{\text{вих}Y_j} = U_{\text{вх}Y_j} \cdot U_{\text{вих}G_2}.$$

Крок 6. Починається пошук розпізнавального Y -нейрона, ваговий коефіцієнт якого відповідає вхідному зображенню із заданим параметром подібності p_1 першого модуля. Пошук виконується циклічно за допомогою кроків 7-9 алгоритму.

Крок 7. У розпізнавальному шарі елементів визначається нейрон Y_j , вихідний сигнал якого підпорядковується умові

$$U_{\text{вих}Y_j} \geq U_{\text{вих}Y_j}, \quad j = \overline{1, m}.$$

Якщо цю умову задовольняє два або більше Y -нейронів, то вибирається нейрон з найменшим номером. У розглянутому прикладі, коли вектор S^{11} подається першим, зазначену умову задовольняють усі Y -нейрони, тому $J = 1$. Якщо виявляється, що $U_{\text{вих}Y_j} = -1$, то пред'явлене зображення не можна класифікувати, оскільки за параметром подібності воно не відповідає жодному із зображень, що зберігаються у вагах зв'язків Y -елементів. Тому всі нейрони Y -шару загальмовані.

Крок 8. Визначаються сигнали на виходах елементів інтерфейсного шару за правилом "два із трьох":

$$U_{\text{вих}Z_i} = U_{\text{вих}S_i} W_{ji}^2, \quad i = \overline{1, n},$$

і розраховується норма вектора $U_{\text{вих}Z}$:

$$\|U_{\text{вих}Z}\| = \sum_{i=1}^n U_{\text{вих}Z_i}.$$

У розглянутому прикладі $U_{\text{вих}Z_i} = U_{\text{вих}S_i}$, $i = \overline{1, n}$, тому

$$\|U_{\text{вих}Z}\| = \|U_{\text{вих}S}\| = 6.$$

Крок 9. За допомогою параметра подібності визначається можливість навчання нейрона Y_j :

$$\text{якщо } \|U_{\text{вих}Z}\| / \|U_{\text{вих}S}\| \geq p_1, \quad \text{то}$$

навчання можливе, і воно здійснюється на наступному кроці алгоритму;

$$\text{якщо } \|U_{\text{вих}Z}\| / \|U_{\text{вих}S}\| < p_1, \quad \text{то}$$

зображення за параметром подібності не належать до одного класу, тому нейрон Y_j має бути загальмований ($U_{\text{вих}Y_j} = -1$), а алгоритм повинен продовжити свою роботу із кроку 7.

У розглянутому прикладі $\|U_{\text{вих}Z}\| / \|U_{\text{вих}S}\| = 1$, тому навчання ваг зв'язків мережі можливе, і воно здійснюється на 10-му кроці роботи алгоритму.

Крок 10. Навчання або адаптація вагових коефіцієнтів зв'язків нейрона Y_j здійснюється за допомогою відомих співвідношень [4-6]:

$$W_{ij}^1 = \frac{2 U_{\text{ВЫХ}Z_i}}{1 + \|U_{\text{ВЫХ}Z}\|}, \quad W_{ji}^2 = U_{\text{ВЫХ}Z_i}, \quad i = \overline{1, n}.$$

У розглянутому прикладі маємо:

$$W_{11}^1 = W_{41}^1 = W_{51}^1 = W_{61}^1 = W_{91}^1 = W_{10,1}^1 = W_{12,1}^1 = 0;$$

$$W_{21}^1 = W_{31}^1 = W_{71}^1 = W_{81}^1 = W_{11,1}^1 = W_{13,1}^1 = \frac{2 \cdot 1}{1 + 6} = 0,286;$$

$$W_{11}^2 = W_{14}^2 = W_{15}^2 = W_{16}^2 = W_{19}^2 = W_{1,10}^2 = W_{1,12}^2 = 0;$$

$$W_{12}^2 = W_{13}^2 = W_{17}^2 = W_{18}^2 = W_{1,10}^2 = W_{1,12}^2 = 1.$$

У розглянутому прикладі матриця W^1 ваг зв'язків від Z -нейронів до Y -нейронам буде мати такий вигляд. Розміри матриці – 13×24 .

Крок 11. Перевіряються умови зупинника процесу навчання нейронної мережі. Такими умовами можуть бути: сталість усіх ваг зв'язків нейронної мережі

протягом епохи; виконання заданого числа епох навчання нейронної мережі і т.д. Якщо умови зупинки виконуються, то перехід до останнього кроку алгоритму. А якщо ні, то – перехід до кроку 2 алгоритму.

У розглянутому прикладі здійснюється перехід до кроку 2 алгоритму.

$$W^1 = \begin{vmatrix} 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,071 & 0,071 & \dots & 0,071 \end{vmatrix}$$

Крок 2. На вхід нейронної мережі подається другий навчальний вектор $S^{12} = (0110010100\ 101)$.

Крок 3. Здається нульова активність усіх нейронів першого модуля асоціативної пам'яті. Навчальним вектором S^{12} визначаються вхідні й вихідні сигнали S -елементів вхідного шару:

$$U_{\text{ВЫХ}S_i} = U_{\text{ВХ}S_i} = 0, \quad i = 1, 4, 5, 7, 9, 10, 12;$$

$$U_{\text{ВЫХ}S_i} = U_{\text{ВХ}S_i} = 1, \quad i = 2, 3, 6, 8, 11, 13.$$

Визначається норма вхідного вектора:

$$\|S^{12}\| = \|U_{\text{ВЫХ}S}\| = \sum_{i=1}^{13} S_i^{12} = 6.$$

Крок 4. За співвідношеннями (5.13) визначаються вхідні й вихідні сигнали керуючих нейронів G_1 , G_2 і нейронів

інтерфейсного шару. При вхідному векторі S^{12} маємо:

$$U_{\text{ВЫХ}Z_i} = 0, \quad i = 1, 4, 5, 7, 9, 10, 12;$$

$$U_{\text{ВЫХ}Z_i} = 1, \quad i = 2, 3, 6, 8, 11, 13.$$

Крок 5. Розраховуються вхідні й вихідні сигнали всіх Y -нейронів:

$$U_{\text{ВХ}Y_1} = \sum_{i=1}^{13} U_{\text{ВЫХ}Z_i} \cdot W_{i1} = 1 \cdot 0,286 \cdot 6 = 1,716;$$

$$U_{\text{ВХ}Y_2} = \sum_{i=1}^{13} U_{\text{ВЫХ}Z_i} \cdot W_{i2} = 1 \cdot 0,071 \cdot 13 = 0,923;$$

$$U_{\text{ВХ}Y_2} = U_{\text{ВХ}Y_3} = \dots = U_{\text{ВХ}Y_{24}} = 0,923;$$

$$U_{\text{ВЫХ}Y_1} = 1,716;$$

$$U_{\text{ВЫХ}Y_2} = U_{\text{ВЫХ}Y_3} = \dots = U_{\text{ВЫХ}Y_{24}} = 0,923.$$

Крок 6–9. На першому етапі пошуку нейрона-переможця в Y -шарі маємо $J=1$, однак визначення параметра подібності

$$\|U_{\text{ВЫХ}Z}(S^{12})\| / \|U_{\text{ВЫХ}S}(S^{12})\| = 5/6 = 0.833 < p_1 = 1$$

показує, що вектор, що зберігається у вагах зв'язків нейрона Y_1 , недостатньо схожий на вхідний вектор S^{12} . Тому нейрон Y_1 має бути загальмований і початий новий цикл пошуку нейрона-переможця в шарі розпізнавальних нейронів. Цей цикл

починається кроком 6 і закінчується кроком 9. При цьому як нейрон-переможець виділяється нейрон Y_2 .

Крок 10. Адаптуються вагові коефіцієнти зв'язків нейрона Y_2 за допомогою співвідношення:

$$W_{i2}^1 = \frac{2 U_{\text{ВЫХ}Z_i}}{1 + \|U_{\text{ВЫХ}Z_i}\|}; \quad W_{2i}^2 = U_{\text{ВЫХ}Z_i}; \quad i = \overline{1, n}.$$

Для розглянутого нейрона Y_2 маємо:

$$W_{12}^1 = W_{42}^1 = W_{52}^1 = W_{72}^1 = W_{92}^1 = W_{10,2}^1 = W_{12,2}^1 = 0;$$

$$W_{22}^1 = W_{32}^1 = W_{61}^1 = W_{82}^1 = W_{11,2}^1 = W_{13,2}^1 = \frac{2}{1+6} = 0,286;$$

$$W_{21}^2 = W_{24}^2 = W_{25}^2 = W_{27}^2 = W_{29}^2 = W_{2,10}^2 = W_{2,12}^2 = 0;$$

$$W_{22}^2 = W_{23}^2 = W_{26}^2 = W_{28}^2 = W_{2,11}^2 = W_{2,13}^2 = 1.$$

Матриця W^1 ваг зв'язків від Z -нейронів до Y -нейронам буде мати вигляд:

$$W^1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,286 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,286 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0,286 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,286 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,286 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0 & 0 & 0,071 & \dots & 0,071 \\ 0,286 & 0,286 & 0,071 & \dots & 0,071 \end{vmatrix}$$

Крок 11. Перевіряються умови зупинника. Оскільки використані не всі навчальні вхідні вектори, то здійснюється перехід до кроку 2 алгоритму, де починається навчання вектором S^{13} . Оскільки при навчанні нейронної мережі використовується параметр подібності, що дорівнює одиниці, то перехід до останнього кроку алгоритму може бути здійснений після навчання мережі вхідним навчальним вектором $S^{1,24}$.

Алгоритм навчання модуля 2 асоціативної пам'яті

Кожному коду, що надходить на вхід модуля 1 асоціативної пам'яті, має відповідати унікальна залежність $v = v(S)$, що описує рух состава по заданому перегону при заданому завантаженні й часі руху состава та зберігається в модулі 2

асоціативної пам'яті. На рис. 2. наведений приклад навчального зображення для модуля 2. Незважаючи на те що для навчання нейронної мережі має використовуватися послідовність зображень, кожне з яких містить $n1=120 \times 100=12000$ пікселів, навчання другого модуля нейронної мережі виконується аналогічно навчанню першого модуля асоціативної пам'яті. При цьому навчальні зображення з функціями $v = v(S)$ необхідно подавати таким чином, що розпізнавальні нейрони модуля 2 Y_1, Y_2, \dots, Y_m зберігали у своїх вагах зв'язків функції $v(S)$, відповідні до кодів навчальних $S^{11}, S^{12}, \dots, S^{1,24}$ векторів, що зберігаються в пам'яті нейронів Y_1, Y_2, \dots, Y_m першого модуля асоціативної пам'яті.

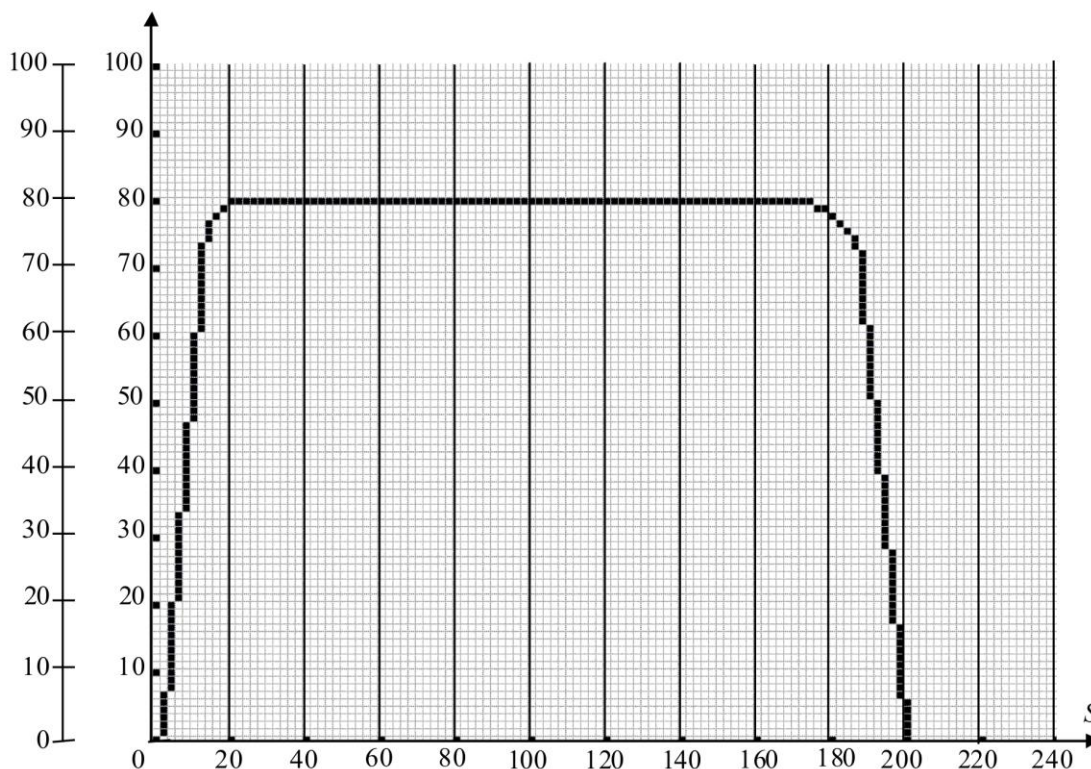


Рис. 2. Приклад навчального зображення для модуля 2

4. Алгоритм функціонування асоціативної пам'яті за підтримки рішень машиніста

Крок 1. При відправленні зі станції машиніст за допомогою блока керування задає нульову активацію всіх нейронів першого модуля й керуючий вектор $S^y = (S_1^y, S_2^y, \dots, S_n^y)$, що надходить на входи S -елементів першого модуля.

Крок 2. Визначаються вхідні й вихідні сигнали елементів вхідного шару:

$$U_{\text{вх}S_i} = S_i^y, \quad i = \overline{1, n}, \quad n = 13;$$

$$U_{\text{вих}S_i} = U_{\text{вх}S_i} S_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad n = 13.$$

Визначається норма вхідного вектора

$$\|S^y\| = \|U_{\text{вих}S_i}\| = \sum_{i=1}^n S_i^y = \sum_{i=1}^n U_{\text{вих}S_i}$$

Крок 3. Визначаються вхідні й вихідні сигнали керуючих нейронів G_1, G_2 і Z -нейронів:

$$U_{\text{вх}G_1} = U_{\text{вх}G_2} > 0;$$

$$U_{\text{вих}G_1} = U_{\text{вих}G_2} = 1;$$

$$U_{\text{вх}Z_i} = U_{\text{вих}S_i}, \quad i = \overline{1, n};$$

$$U_{\text{вих}Z_i} = U_{\text{вх}Z_i} \cdot U_{\text{вих}G_1}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Крок 4. Розраховуються вхідні й вихідні сигнали розпізнавальних нейронів:

$$U_{\text{вх}Y_j} = \sum_{i=1}^n U_{\text{вих}Z_i} \cdot W_{ij}^1;$$

$$U_{\text{вих}Y_j} = U_{\text{вх}Y_j} \cdot U_{\text{вих}G_2}.$$

Крок 5. У розпізнавальному шарі нейронів визначається нейрон Y_j , вихідний сигнал якого підпорядковується умові

$$U_{\text{вих}Y_j} \geq U_{\text{вих}Y_j}, \quad j = \overline{1, m},$$

а вміст пам'яті нейрона за параметром подібності відповідає вхідному вектору S^y . У цьому випадку на виході нейронів Y_j і R з'являються одиничні вихідні сигнали:

$$U_{\text{вих}Y_j} = 1; \quad U_{\text{вих}R} = 1.$$

Крок 6. Одиничні вихідні сигнали $U_{\text{вих}Y_j}$ й $U_{\text{вих}R}$ надходять на вхід нейрона A_j , який визначає свій вихідний сигнал за допомогою співвідношення

$$U_{\text{вих}A_j} = \begin{cases} 1, & \text{если } U_{\text{вих}R} + U_{\text{вих}Y_j} = 2, \\ 0, & \text{если } U_{\text{вих}R} + U_{\text{вих}Y_j} < 2. \end{cases}$$

Крок 7. Одиничний вихідний сигнал $U_{\text{вих}A_j}$ переводить в активний стан керуючий нейрон G_3 ($U_{\text{вих}G_3} = 1$) і надходить на вхід нейрона Y_j модуля 2. Нейрон Y_j переходить в активний стан ($U_{\text{вих}Y_j} = 1$), оскільки на його входи надходять одиничні сигнали із двох джерел: з виходу нейронів A_j і G_3 .

Крок 8. Сигнали $U_{\text{вих}G_3} = 1$, $U_{\text{вих}Y_j} = 1$ надходять на входи всіх Z -нейронів, вихідні сигнали яких визначаються співвідношеннями:

$$U_{\text{вх}Z_k} = U_{\text{вих}G_3} + U_{\text{вих}Y_j} \cdot W_{jk}^2, \quad k = \overline{1, n1};$$

$$U_{\text{вих}Z_k} = \begin{cases} 1, & \text{если } U_{\text{вх}Z_k} = 2, \\ 0, & \text{если } U_{\text{вх}Z_k} < 2, \end{cases}$$

де W_{jk}^2 – вага зв'язку від нейрона Y_j до нейрона Z_k , $k = \overline{1, n1}$. Вага зв'язку W_{jk}^2 ($k = \overline{1, n1}$) може дорівнювати тільки 0 або 1.

Крок 9. Розраховуються вхідні й вихідні сигнали нейронів *S-шару*:

$$U_{\text{вх}S_k} = U_{\text{вих}Z_k}, \quad k = \overline{1, n1};$$

$$U_{\text{вих}S_k} = U_{\text{вх}S_k}, \quad k = \overline{1, n1}.$$

Крок 10. Вихідні сигнали нейронів *S-шару* подаються на вхід обладнання візуалізації для відображення заданої траєкторії руху состава по заданому перегону.

Крок 11. Зупинка.

Висновок. На основі нейронних мереж адаптивної резонансної теорії розроблена асоціативна пам'ять для зберігання законів керування рухом составів метрополітену, що дозволяє мінімізувати енергетичні витрати та забезпечує графік руху й комфортні умови

перевезення пасажирів. Реалізація системи не вимагає внесення змін у силову схему електропривода вагона й у її систему керування. Для організації роботи нейронної мережі досить мати програмно-апаратне обладнання, до складу якого входить бортовий комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням і апаратний блок, за допомогою якого фіксується проходження поїзда через контрольні пункти, розташовані на певній відстані від станції, з наступним визначенням у бортовому комп'ютері всіх параметрів руху поїзда (швидкість, прискорення, координата) й виведенням на дисплей інформації у вигляді реальної та рекомендованої траєкторії руху поїзда. Розроблений метод оптимізації руху поїзда метрополітену має універсальність і може бути розповсюджений до використання на усіх видах рухомого складу.

Список літератури

1. Астрахан, В.И. Системы автоведения для управления поездами метрополитена [Текст] / В.И. Астрахан, Ю.А. Барышев. – М.: Транспорт, 1989. – 88 с.
2. Блиндюк, В.С. Аналіз основних етапів розвитку систем автоматичного керування рухом на залізничному транспорті та в метрополітенах [Текст] / В.С. Блиндюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 126. – С. 86-90.
3. Блиндюк, В.С. Керування електропоїздами метрополітену на основі нейронних мереж адаптивної резонансної теорії. Частина 1. Побудова асоціативної пам'яті на основі нейронних мереж адаптивної резонансної теорії [Текст] / В.С. Блиндюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135. – С. 20-25.
4. Дмитриенко, В.Д. Основы теории нейронных сетей / В.Д. Дмитриенко, Н.И. Корсунов // Белгород: БИИММАП, 2001. – 159 с.
5. Моделирование и оптимизация систем управления и контроля локомотивов / В.И. Носков, В.Д. Дмитриенко, Н.И. Заполовский, С.Ю. Леонов. – Харьков: ХФИ "Транспорт Украины", 2003. – 248 с.
6. Fausett I. Fundamentals of Neural Networks. Architectures, Algorithms, and Application. – New Jersey: Prentice Hall International, Inc., 1994. – 461 p.

Ключові слова: електропоїзд, нейронна мережа, асоціативна пам'ять, модуль, перегін, шар нейронів, траєкторія руху.

Анотації

На основі нейронних мереж адаптивної резонансної теорії розроблено асоціативну пам'ять для зберігання законів керування рухом составів метрополітену, яка не вимагає

внесення змін у силову схему електропривода вагона й у її систему керування. Розроблений метод оптимізації руху поїзда метрополітену має універсальність і може бути розповсюджений до використання на всіх видах рухомого складу.

На основе нейронных сетей адаптивной резонансной теории разработанная ассоциативная память для хранения законов управления движением составов метрополитена, которая не требует внесения изменений в силовую схему электропривода вагона и в ее систему управления. Разработанный метод оптимизации движения поезда метрополитена имеет универсальность и может быть использован на всех видах подвижного состава.

On the basis of neural networks of the adaptive resonant theory the developed associative memory for storage of control laws by motion of railroad trains of underground which does not demand modification of the power scheme of the electric drive of the coach and of its control system. The developed method of optimisation of train movements of underground has universality and can be spread to usage on all kinds of railway vehicles.

УДК 621.313.048

*Кандидати техн. наук С.І. Яцько (УкрДАЗТ),
В.В. Карпенко,
асп. Д.Ю. Василенко (ДП «Електроважмаш»*

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ НАГРІВОСТІЙКОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Представив д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Вступ. Надійність електрообладнання електрорухомого складу значною мірою залежить від температурного режиму його роботи. Термічні навантаження не тільки додатково навантажують елементи електрообладнання, але і знижують їх міцнісні характеристики [1].

Однією з причин зростання відмов тягових електричних машин (ТЕМ) в експлуатації, особливо у гарантійний строк, є недосконалість існуючих стандартних методів випробувань систем ізоляції ТЕМ в умовах виробництва через невідповідність їх сучасним вимогам до надійності та стійкості систем ізоляції до зовнішніх чинників, нормам безпеки. Це обумовлює необхідність проведення їх ретельного аналізу та удосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом дослідженню впливу підвищеної температури на ізоляцію ТЕМ в експлуатації приділялася значна увага різними науковими колективами. Такі дослідження проводили А.М. Худоногов, І.В. Бірюков, В.І. Бочаров, З.Г. Гіюєв, М.Д. Глущенко, А.А. Зарифьян, Д.Д. Захарченко, В.А. Кучумов, А.Л. Курочка, А.Л. Лісіцин, В.Б. Медель, М.Д. Находкін, А.Н. Савоськін, В.П. Феоктістов, В.А. Четвергов, В.Г. Щербаков, А.В. Голговських, І.С. Гамаюнов, Д.А. Оленцевич, М.А. Грищенко.

Значний внесок у вирішення питань надійності найбільш «слабких вузлів ТЕМ» – колекторно-щіткового вузла та ізоляційних конструкцій тягових електродвигунів – зробили В.Д. Авілов,

Г.Б. Дурандін, А.А. Бакланов, М.Ф. Карасьов, Ш.К. Ісмаїлов, А.С. Космодаміанський, А.С. Серебряков, А.Т. Осяєв, В.П. Смірнов та ін.

Був проведений аналіз надійності рухомого складу залізниць, який показав, що більша частина відмов припадає на тягові електродвигуни (ТЕД). Спостерігається подальше зниження надійності ТЕД. Більше половини пошкоджень ТЕД припадає на ізоляційні конструкції.

У роботах указаних авторів розроблено математичні моделі теплового стану в ТЕД, які дозволяють досліджувати процеси нагрівання обмоток ТЕД при різних теплових режимах, та визначено ступінь і характер впливу особливостей кліматичних умов зовнішнього середовища на механізм пошкодження ізоляції ТЕД, уточнено процес зміни надійності ізоляції в залежності від експлуатаційних дій – зміни властивостей ізоляції під дією підвищеної температури, розроблено заходи і рекомендації з удосконалення системи технічного утримання ізоляції ТЕД з урахуванням особливостей кліматичних умов навколишнього середовища. Запропоновано технології безперервного моніторингу та підтримання потрібного температурного режиму ізоляції ТЕД із застосуванням сучасної техніки.

Але до нашого часу не приділялася належна увага проблемі забезпечення теплостійкості ізоляції при виготовленні ТЕМ. Стандартні методи випробувань ТЕМ на теплостійкість не перероблялись з 80-х років минулого сторіччя. Потрібно визначити допустимі значення показників при випробуваннях ТЕМ та методи їх отримання, які б забезпечували надійність ТЕМ в експлуатації.

Мета роботи. Обґрунтування вибору та удосконалення методів контролю та випробувань нагрівостійкості ТЕМ, які відповідають сучасним вимогам та забезпечуватимуть високу надійність ТЕМ в експлуатації.

Матеріал і результати дослідження.

Вибір методів випробувань ТЕМ на стійкість до дії верхнього робочого значення температури довкілля здійснюється за наведеною на рис. 1 схемою нормативної документації, що встановлює ці методи.

ТЕМ відносяться до тепловидільних виробів, що нагріваються, тому метод 201-1.1 (випробування нетепловидільних виробів) не придатний для вищезазначеного випробування.

Застосовування методів 201-2.1 і 201-2.2, що передбачають випробування в камері під електричним навантаженням тепловидільних виробів ускладнено, оскільки кліматичні камери і їх агрегати не розраховані на випробування ТЕМ, що працюють під електричним навантаженням.

У випробувальному центрі тягового електрообладнання ДП завод «Електроважмаш», м. Харків, атестат акредитації № ССФЖТ UA.01ЖТ.12ЦТ.00181 від 07.12.2009 р., випробування проводиться за методом 201-1.2 – випробування тепловидільних виробів у камері без електричного навантаження.

Пропонується в перспективі ці випробування замінити на метод 201-3 – випробування тепловидільних виробів під електричним навантаженням поза камерою. Метод 201-3 передбачає застосування навантажень, більш ідентичних навантаженням на ТЕМ в експлуатації в порівнянні з методом 201-1.2 тому, що даний метод дозволяє використовувати струм як один з основних показників, з яких може бути встановлена адекватність режимів стендових випробувань експлуатаційним режимам. Як вказано в [1], тепловий режим силового обладнання при постійній температурі довкілля на даній позиції регулювання швидкості локомотива визначається у підсумку струмом двигуна. За методом 201-3 випробування проводять поза камерою, тому у перспективі слід розробити метод

імітації верхнього значення температури довкілля при випробуванні цим методом.

Упровадження цього методу планується після накопичення по ньому

дослідних даних і проведення модернізації випробувальних стендів, на яких проводяться випробування ТЕМ на нагрівання.



Рис. 1. Схема випробувань ТЕМ за методом 201

Застосований нині метод 201 – 1.2 є жорсткішим у порівнянні з методом 201-3. Це пов'язано з тим, що : 1) усі вузли, обмотки і система ізоляції за всім обсягом нагріваються до максимальної температури найбільш нагрітих частин ТЕМ із збільшенням температури довкілля і витримуються в камері в нагрітому стані при такій температурі декілька годин; 2) не передбачається підведення в ТЕМ на обмотки повітря, що охолоджує; 3) зовні на ТЕМ впливає повітря, що має максимальну температуру найбільш нагрітих частин ТЕМ, а не верхнє значення температури в експлуатації + 40°C.

Істотний недолік методу 201-1.2. Згідно з табл. 1 [2] обмотка якоря, обмотка

збудження і колектор з відповідними класами нагрівостійкості ізоляції електричної машини мають гранично допустимі перевищення температури, що істотно відрізняються між собою (наприклад, клас нагрівостійкості ізоляції Н: обмотки якоря 160 °С, обмотки збудження – 180 °С, колектора – 105 °С за ГОСТ 2582-81). Нагрівання усієї електричної машини за методом 201-1.2 може привести до перегрівання колектора й обмоток якоря. Крім того, мастило підшипників та деталі ТЕМ, які виготовлені з гумово-технічних матеріалів та пластмас, не розраховані на максимальні температури нагрівання і підлягають заміні після випробувань. Слід враховувати, що

світовий досвід говорить про те, що у перспективі будуть упроваджуватися системи ізоляції ще більш високого класу нагрівостійкості 200 °С, 220 °С і актуальність цього питання буде зростати.

Розглянемо експериментальні дані температур нагрівання основних вузлів тягових електродвигунів при тривалому режимі роботи на прикладі тягового двигуна ЕДП810У1 (клас ізоляції Н) для вантажних електровозів 2ЭС6.

На рис. 2 показано розподіл температур на внутрішніх поверхнях нагрітих ТЕД після приймально-здавальних випробувань. Зображення отримані за допомогою цифрового тепловізора фірми FLUKE (Федеративна Республіка Німеччина). Із зображень видно, що температури нагрівання якоря, головних полюсів та колектора дійсно істотно відрізняються між собою.

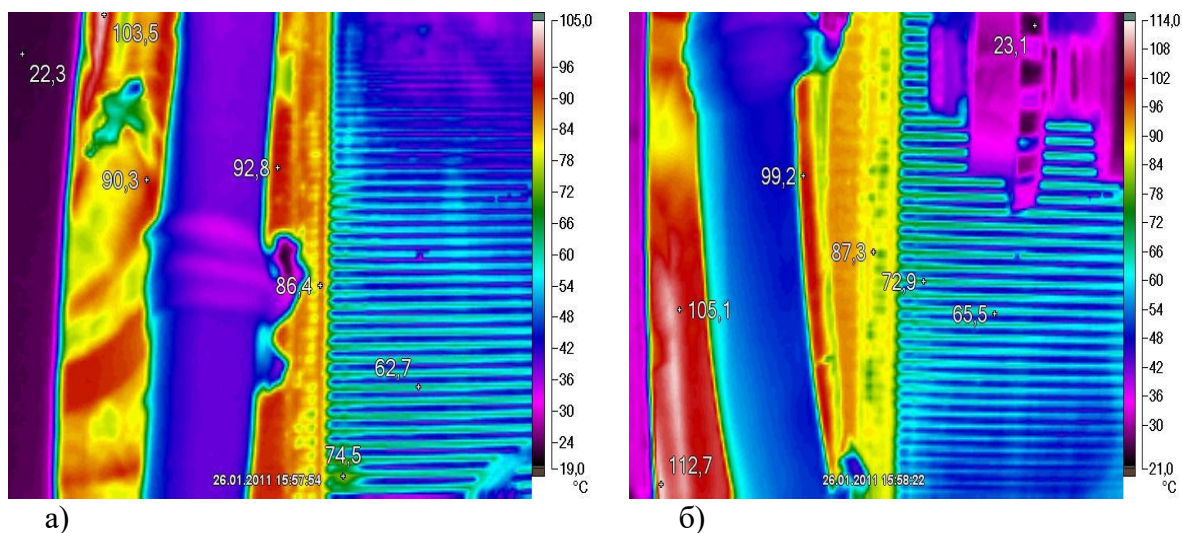


Рис. 2. Розподіл температур на внутрішніх поверхнях двигунів ЕДП810У1 після випробувань на нагрівання:
а – після роботи в режимі генератора; б – після роботи в режимі двигуна

Найбільш нагрітими частинами ТЕД є головні полюси – +90,3 ÷ +103,5°С для двигуна, що працював у режимі генератора, та +105,1 ÷ +112,7°С для двигуна, що працював у режимі двигуна з навантаженням. Видно також край обмотки якоря, температура якого відповідно для першого та другого двигунів +92,8°С та +99,2°С. Температура колекторів ТЕД значно менша (62,7°С ÷ 74,5°С та 65,5°С ÷ 72,9°С для першого та другого ТЕД відповідно).

Випробування ТЕМ в зборі на відповідність класу нагрівостійкості ізоляції неможливе, оскільки, як вказано раніше, обмотка збудження, обмотка якоря

і колектор, згідно ГОСТ з 2582 – 81, мають різні перевищення температури, що гранично допускаються для одного і того ж класу нагрівостійкості, а ТЕМ в зборі при випробуваннях необхідно нагрівати до якої-небудь конкретної температури. Якщо виріб має складальні одиниці з різними класами нагрівостійкості ізоляції або з різними перегріваннями, випробування ведуть по $T = (\tau + t)$ °С найбільш нагрітої складальної одиниці, де τ - максимальна температура найбільш нагрітої частини ТЕМ, отримана при приймально-здавальних випробуваннях, t - верхнє значення температури довкілля, рівне + 40 °С (згідно з ГОСТ 15150, п. 3.2, табл. 3).

У Випробувальному центрі тягового електрообладнання ДП завод "Електроважмаш" встановлено на усі ТЕМ допустиме значення опору ізоляції обмоток ТЕМ відносно корпусу і між обмотками 1,0 МОм у режимі дії верхнього значення температури довкілля при стабілізованій температурі виробу $110 \pm 1^\circ\text{C}$, яке отримано розрахунковим шляхом і підтверджено багаторічним практичним досвідом.

Відповідно до закону Арреніуса [3] при підвищенні температури ізоляції на кожні 10°C її ресурс знижується приблизно в 2 рази, тобто при підвищенні температури в $10n$ разів її ресурс знизиться в 2^n разів. За даними попередніх досліджень це правило

виконується і для опору ізоляції при її нагріванні, тобто

$$R_{i3+20+10n} = R_{i3+20}/2^n. \quad (1)$$

Опір системи ізоляції відносно корпусу і між обмотками більшості ТЕМ тепловозів і електровозів за нормальних кліматичних умов (н.к.у.) $t^\circ = 20 \pm 10^\circ\text{C}$, $\alpha = 45-80\%$ знаходиться в межах 2000-6000 МОм (допустиме значення 20 МОм – за нормами безпеки НБ ЖТ ЦТ-07) [4].

Розрахунок для мінімального опору ізоляції за нормальних кліматичних умов 2000 МОм:

Температура нагрівання	Опір ізоляції
від $+20^\circ\text{C}$ до $+110^\circ\text{C}$	$R_{i3+110} = R_{i3+20}/2^9 = 2000/512 = 3,91 \text{ МОм}$
до $+140^\circ\text{C}$	$R_{i3+140} = R_{i3+20}/2^{12} = 2000/4096 = 0,488 \text{ МОм}$
до $+160^\circ\text{C}$	$R_{i3+160} = R_{i3+20}/2^{14} = 2000/16384 = 0,122 \text{ МОм}$
до $+180^\circ\text{C}$	$R_{i3+180} = R_{i3+20}/2^{16} = 2000/65536 = 0,031 \text{ МОм}$

Дані експериментальних досліджень указують, що при нагріванні ТЕМ до стабілізованої температури 110°C достатньо нагрівостійка система ізоляції класів нагрівостійкості F, H повинна мати опір не нижче 1 МОм, що підтверджено багаторічним досвідом випробувань ТЕМ.

На поданих нижче графіках (рис. 3) на прикладі генератора постійного струму (клас ізоляції H) наведені залежності $R_{i3} = f(t+\tau)$ при нагріванні від 20°C до 180°C та при охолодженні до н.к.у., які отримані експериментально при випробуваннях зразків 1-3 за методом 201-1.2 ГОСТ 20.57-406 у порівнянні з розрахунковими значеннями, отриманими за формулою (1).

Випробування на нагрівання та охолодження проводилося за методом 201-1.2 на зразках генератора, які ще не були в експлуатації.

З графіків видно, що фактичні показники R_{i3} у більшості випадків перевищують розрахункове значення, що

свідчить про достатньо високу нагрівостійкість ізоляції, особливо третій зразок.

Слід зазначити, що нагрівання ТЕМ до 180°C за методом 201-1.2 суперечить вимогам табл. 1 [2] і може призвести до перегрівання колектора і обмотки якоря. З одного боку, нагрівання вказаних частин ТЕМ не призведе до виходу їх з ладу, тому що в технологічному процесі виготовлення такі температури мають місце, але можуть суттєво знизити їх ресурс в експлуатації. Крім того, як було сказано вище, в ТЕМ застосовуються гумово-технічні вироби, вироби з пластмас та інші, для яких температура 180°C є недопустимою.

Вимір опору ізоляції при $+110^\circ\text{C}$ проводиться під час охолодження ТЕМ, попередньо нагрітої до максимальної температури перегрівання обмоток при верхньому значенні температури довкілля, що дозволяє перевірити здатність системи ізоляції ТЕМ до відновлення опору до значення не менше 1 МОм.

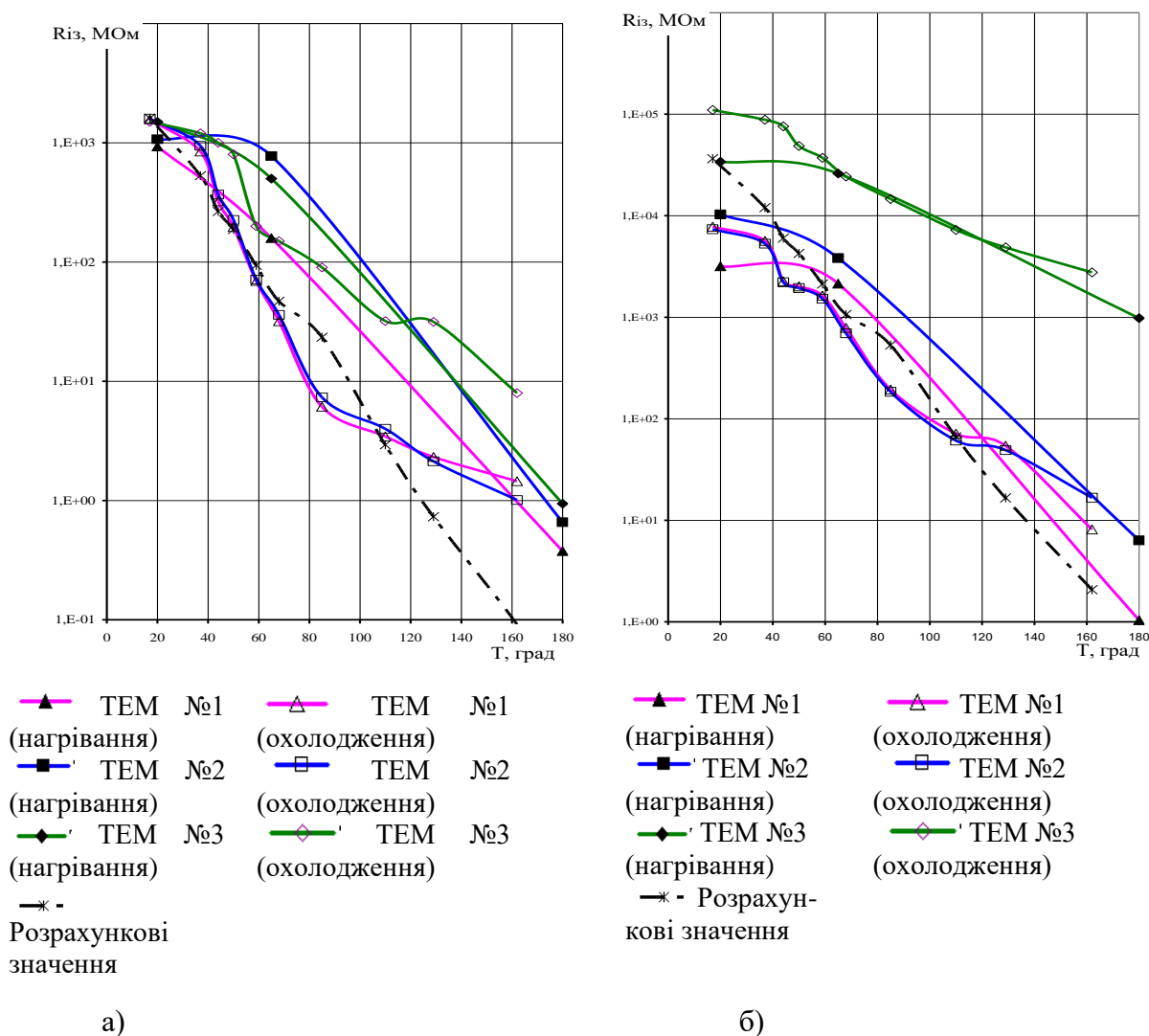


Рис. 3. Залежності величин опору ізоляції ТЕМ від дії підвищеної температури:
а – ланцюг якоря; б – обмотка збудження

Висновки і перспективи подальшого використання

1. У роботі запропонована доцільність проведення випробування методом 201–3 замість методу 201–1.2 з точки зору наближення режимів випробування ТЕМ до реальних навантажень та умов експлуатації.

2. Обґрунтовано вибір мінімального порога опору ізоляції 1 МОм при стабілізованій температурі +110°C при випробуваннях ТЕМ на стійкість до дії верхнього значення температури докільця за методом 201 – 1.2.

Список літератури

1. Исаев, И.П. Ускоренные испытания и прогнозирование надежности электрооборудования локомотивов [Текст] / И.П. Исаев, А.П. Матвеевичев, Л.Г. Козлов. — М.: Издательство «Транспорт», 1984. – 245 с.

2. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия [Текст]: ГОСТ 2582 – 81. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1981. – 34 с.

3. Кулаковский, В.Б. Работа изоляции в генераторах: Возникновение и методы выявления дефектов [Текст] / В.Б. Кулаковский. – М.: Энергоиздат, 1981. – 256 с.

4. Нормы безопасности НБ ЖТ ЦТ 07-99 «Тепловозы, дизель-поезда и автомотрисы (рельсовые автобусы). Электрооборудование тяговое. Нормы безопасности на железнодорожном транспорте» [Текст]. – Введ. Приказом Минтранса России от 11.02.2009 г. № 22. Приложение № 16. – М., 2009. – 290 с.

Ключові слова: випробування, нагрівання, температура, кліматична камера.

Анотації

Наводяться результати обґрунтування вибору методів контролю та випробувань тягових електричних машин на нагрівостійкість. Вказуються шляхи максимального наближення режимів стендових випробувань до експлуатаційних режимів в умовах підвищеної температури довкілля.

Приводятся результаты обоснования выбора методов контроля и испытаний тяговых электрических машин на нагревостойкость. Указываются пути максимального приближения режимов стендовых испытаний к эксплуатационным режимам в условиях повышенной температуры окружающей среды.

The results of substantiation of choice of methods of control and tests of hauling electric machines heat stability are resulted. The pathes of the maximal approaching of the modes of bench tests are specified to the operating modes in the conditions of the heightened ambient temperature.

УДК 629.424.4

*Г.І. Яровий (ДП завод «Електроважмаш»),
Д.В. Ніконенко (ДП завод «Електроважмаш»),
асп. О.О. Шкурпела (УкрДАЗТ),
канд. техн. наук І.О. Тукалов (НТУ «ХПИ»)*

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА ДЕЛ-02

Представив д-р техн. наук, професор А.П. Фалендиш

Вступ, постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед останніх вітчизняних розробок рухомого складу є дизель-поїзд ДЕЛ-02, оснащений тяговим електроприводом на базі системи «інвертор напруги – асинхронний двигун».

Незважаючи на широке використання даного типу привода на різних рухомих одиницях, продовжуються інтенсивні дослідження щодо поліпшення його як технічних, так і експлуатаційних характеристик. При цьому, крім стендових

та експлуатаційних досліджень, широко використовуються методи математичного моделювання [1-4], що дає змогу: проводити дослідження складної системи, якою є і тягова електропередача дизель-поїзда ДЕЛ-02, з виключенням істотних або неістотних зв'язків; реалізовувати умови, недосяжні на практиці; прогнозувати стан системи.

Мета роботи полягає у визначенні основних підходів до розроблення математичної моделі тягової електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02 для проведення дослідження як штатних, так і нештатних режимів її роботи з метою

покращення технічних та експлуатаційних характеристик.

Основна частина. Функціональна схема тягової електропередачі. Дизель-поїзд ДЕЛ-02 вітчизняного виробництва обладнаний тяговим приводом змінного струму з асинхронними тяговими двигунами АД906У1, перетворювачами частоти із загальною ланкою постійного струму, мікропроцесорною системою керування та силовим модулем "PowerPack", виробництва фірми MTU (Німеччина). Схема містить джерела енергопостачання допоміжних систем та опалення салонів. Дизель-поїзд оснащений реостатним гальмуванням.

Основні параметри дизель-поїзда

Рід служби	пасажирський
Складеність дизель-поїзда:	
головних (моторних) вагонів	2
причіпних вагонів	1
Осьова формула головного вагона	20-22
Ширина колії, мм	1520
Діаметр колеса по колу кочення, мм	
при нових бандажах	950
при повністю зношених бандажах	870
Маса тари з екіпіровкою, т, не більше	
головного (моторного) вагона	64
причіпного вагона	45
Кількість місць для сидіння, од., не менш:	
в дизель-поїзді	344
в головному (моторному) вагоні	104
в причіпному вагоні	136
Статичне навантаження від колісної пари на колію, при максимальній населеності, тс, не більше	
моторного (головного) вагона	21
причіпного вагона	18
Номінальна потужність дизеля, кВт	550
Частота обертання вала дизеля, мин-1	
при номінальній потужності дизеля	2100
мінімально стійка під навантаженням	930
максимальна, обмежена регулятором дизеля	2200
Система пуску дизеля - електрична від акумуляторної батареї напругою	24В

Як приводний двигун силового модуля "PowerPack" виробництва фірми MTU використовується дизель 12U183TB13. Дизельний двигун – чотиритактний з рідинним охолодженням, лівим обертанням, безпосереднім вприском палива.

Тяговий генератор SDV67.29-12 є синхронна електрична машина з незалежним збудником, з двома трифазними статорними обмотками, що зміщені на 30 електричних градусів. Збудження збудника тягового генератора здійснюється від мікропроцесорної системи керування.

Тяговий електродвигун АД-906У1 являє собою трифазну асинхронну реверсивну електричну машину з короткозамкненим ротором, з самовентиляцією. Виконаний у кліматичному виконанні У1. Група умов експлуатації в частині впливу механічних факторів зовнішнього середовища М26

згідно з ГОСТ 175161-90. Підвішування тягового двигуна – опорно-рамне. Також він обладнаний датчиком частоти обертання типу КМГ-2Н та датчиком температури статорної обмотки типу Pt100.

Живлення тягових двигунів забезпечують перетворювачі частоти (ПЧ) типу МПЧ-Т2ТП-200-1,15к-50-У3, кожен з яких складається з діодного випрямляча з керованим ключем для реостатного гальмування, емнісного фільтра, трифазного інвертора напруги на IGBT-модулях. При зміні частоти основної гармоніки від 0,4 до 18 Гц вихідна напруга кожного ПЧ регулюється методом широтно-імпульсного регулювання пропорційно сигналу глибини модуляції від системи керування. Подальше підвищення вихідної напруги реалізується системою збудження тягового генератора. Спрощена функціональна схема тягової електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02 показана на рис. 1.

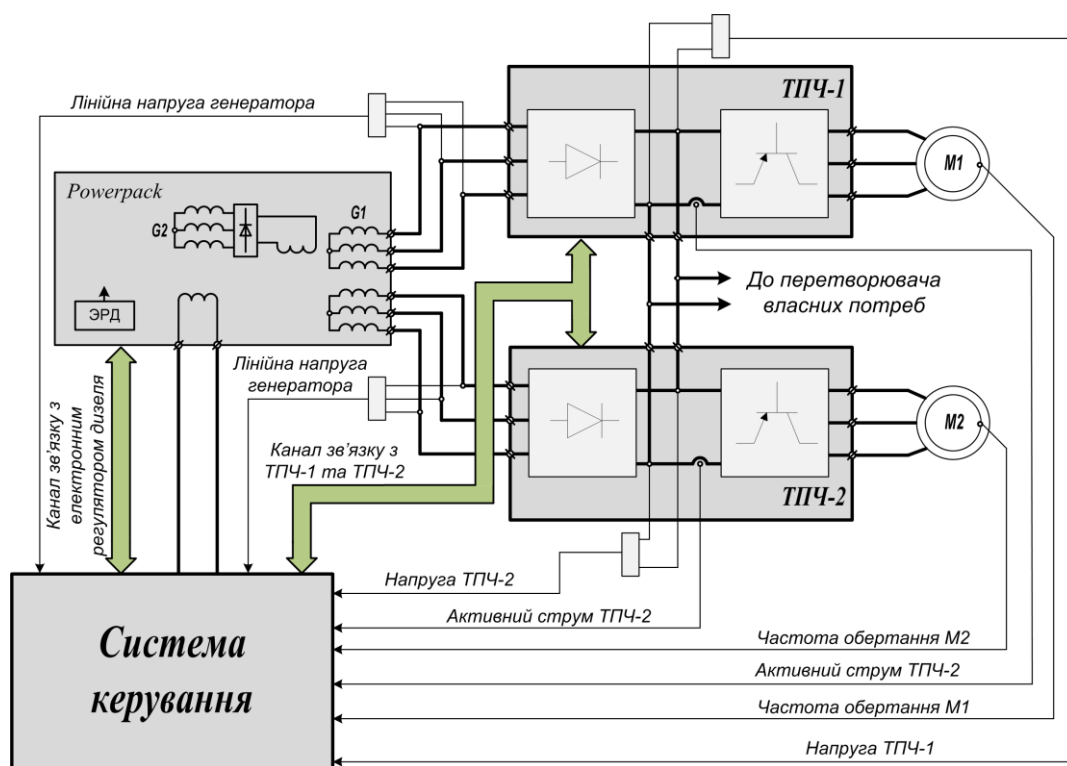


Рис. 1. Функціональна схема тягової електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02

Особливість вибору моделі асинхронного тягового електродвигуна (АД). Електричні машини змінного струму (зокрема, асинхронні і синхронні) в загальному випадку є нелінійними багатомірними об'єктами з досить складною структурою, тому аналіз процесів, що протікають у них, методом математичного моделювання практично в усіх випадках пов'язаний із певною попередньою ідеалізацією об'єкта досліджень. При математичному дослідженні всі параметри машини повинні мати однаковий "масштаб", тобто бути приведеними до єдиного кола (до певної номінальної напруги). При цьому найбільш часто всі параметри приводять до кола статора машини, і тільки в окремих випадках (насамперед керування машиною з боку ротора) – до кола ротора.

Коректність прийнятих допущень повинна бути суворо обґрунтована, а в ряді випадків, у залежності від мети досліджень, вплив факторів, якими зневажили, повинен бути урахований більш або менш точно. Саме тому відомі математичні моделі машин змінного струму відрізняються одна від одної перш за все складом зроблених припущень.

Вирішуючи завдання управління машинами змінного струму, дуже часто використовують певні координатні перетворення (перетворення *Парка-Горєва*) з метою подання математичного опису машини змінного струму у більш простій формі. Таким чином, модель однієї і тієї ж машини, в залежності від завдань досліджень, може відрізнятися системою координат, структурою, складом вхідних і вихідних параметрів. Ці фактори обираються також з урахуванням принципу управління, обраних регульованих координат та заданого джерела живлення.

Традиційно при аналізі роботи систем електричних передач відносно електричних машин на першому етапі приймаються такі припущення, які вказують на ступінь ідеалізації об'єкта:

- магніторушійні сили розподілені синусоїдально вздовж кола рівномірного повітряного зазора (тобто відсутні вищі гармоніки магнітного потоку);

- параметри обмоток машини є зосередженими (геометричні розміри машини суттєво менші за довжину електромагнітної хвилі);

- електрична машина є ненасиченою (магнітні властивості матеріалу магнітопроводу лінійні);

- втрати в сталі статора і ротора відсутні (струм намагнічування має чисто індуктивний характер);

- машина є симетричною (усі обмотки окремо статора і ротора є однаковими, розташовані у просторі суворо симетрично);

- комплексні опори обмоток не мають ємнісних складових (електростатичне поле в обмотках та між обмотками відсутнє);

- відсутнє явище витиснення струму (параметри обмоток не є функціями режиму роботи машини).

За необхідності певне явище повинно бути ураховано за можливості без зайвого ускладнення моделі.

Також розрізняють способи моделювання асинхронного двигуна залежно від виду системи координат на рівняння у фазних та ортогональних координатах, останні у свою чергу можуть бути орієнтованими або нерухомими.

Рівняння АД у фазних координатах описують процеси в асинхронній машині, дозволяючи при цьому не відходити від фізичної сутності цих процесів. За допомогою такої моделі можливе також якісне дослідження роботи АД за умов несиметрії АД (на рис. 2 як приклад наведені величини активного опору обмоток статора 8 АД) або джерела живлення (штатна несиметрія або несиметричні режими), при живленні АД від неідеального джерела живлення (джерело несинусоїдальної напруги).

Проте такій моделі властивий той недолік, що вона містить періодичні коефіцієнти у диференційних рівняннях, що робить неможливим аналітичне їх розв'язання і значно збільшує тривалість їх числового розв'язання. Тому для спрощення математичної моделі необхідно переходити до моделювання двигуна в ортогональних двофазних координатах.

Метою моделювання АД в ортогональних двофазних координатах є створення моделі АД, еквівалентної за своїми основними властивостями об'єкту і його моделі у фазних координатах, котра у той же час є більш простою і тому більш зручною у моделюванні і придатною до синтезу ефективних алгоритмів управління АД.

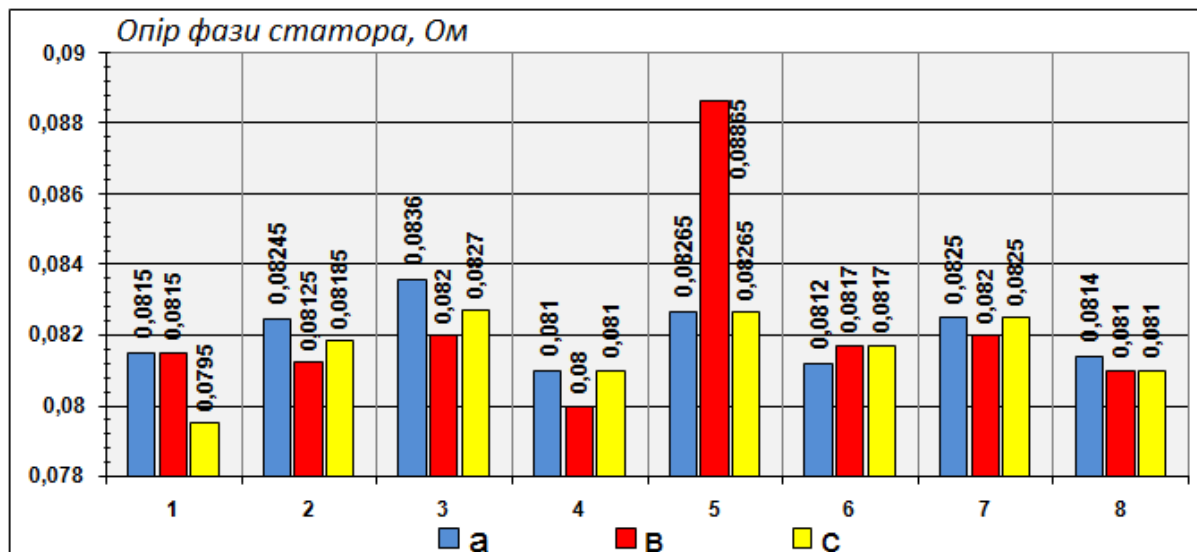


Рис. 2. Значення активного опору фаз статорів 8 двигунів АД-906

Стационарні системи координат статора α, β і ротора u, v є найбільш близькими до моделі АД у фазних координатах, тому використовуються як альтернатива моделі у фазних координатах, маючи таку основну перевагу, як більша простота, при аналізі миттєвих значень електромагнітних величин відповідно статора і ротора.

Синхронна система координат x, y більше спрямована на аналіз амплітудних (або ефективних) значень електромагнітних величин статора і ротора в системах скалярного (параметричного, частотного) управління АД.

Орієнтовані системи координат використовуються, як правило, за необхідності організації векторного управління за певною електромагнітною

відповідною величиною АД. Слід також відзначити, що за умови $\omega_k = \omega_s$ система координат вже буде непрямо орієнтованою за векторами, що визначають живлення АД (вектори напруги статора та ротора) [5].

Слід відзначити, що, в принципі, модель АД може бути складена так, що там будуть фігурувати складові лише одного вектора, і навіть так, що сигнал електромагнітного моменту буде визначатись лише за відомими вхідними сигналами складових напруги статора, але з оглядом на суттєву нелінійність АД така структура не зможе бути використана для синтезу високодинамічних систем асинхронного тягового електроприводу і вирішення завдання сукупного управління електромагнітним моментом і швидкістю АД [5].

Враховуючи вищесказане, можна відмітити таке: для повноцінного дослідження тягового електроприводу слід мати декілька математичних моделей тягового двигуна для оцінки швидкоплинних процесів та повільно протікаючих процесів у складі всього поїзда.

Пакет *Simulink* [6] дозволяє проводити дослідження (моделювання у часі) поведінки динамічних лінійних та нелінійних систем, причому складання

«програми» та введення характеристик систем можна здійснювати в діалоговому режимі, шляхом складання на екрані схеми з'єднання елементарних (стандартних чи користувальницьких) ланок. Такий процес складання називають візуальним програмуванням.

Модель, що імітує роботу асинхронного двигуна з короткозамкненим (чи фазним) ротором, складена на основі математичних рівнянь та схеми заміщення (рис. 3).

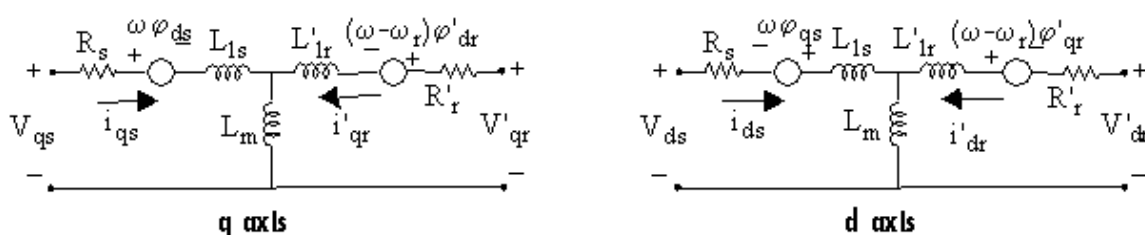


Рис. 3. Схема заміщення асинхронного двигуна з бібліотеки MATLAB

$$\left. \begin{aligned} V_{qs} &= R_s i_{qs} + \frac{d\phi_{qs}}{dt} + \omega \phi_{ds}; \\ V_{ds} &= R_s i_{ds} + \frac{d\phi_{ds}}{dt} - \omega \phi_{qs}; \\ V'_{qr} &= R'_r i'_{qr} + \frac{d\phi'_{qr}}{dt} + \omega \phi'_{dr} + (\omega - \omega_r) \phi'_{dr}; \\ V'_{dr} &= R'_r i'_{dr} + \frac{d\phi'_{dr}}{dt} + \omega \phi'_{dr} - (\omega - \omega_r) \phi'_{qr}; \\ T_e &= 1.5p(\phi_{ds} i_{qs} - \phi_{qs} i_{ds}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де

$$\begin{aligned} \phi_{qs} &= L_s i_{qs} + L_m i'_{qr} & L_s &= L_{ls} + L_m \\ \phi_{ds} &= L_s i_{ds} + L_m i'_{dr} & L_r &= L_{lr} + L_m \\ \phi'_{qr} &= L'_r i'_{qr} + L_m i_{qs} \\ \phi'_{dr} &= L'_r i'_{dr} + L_m i_{ds} \end{aligned}$$

R_s – активний фазний опір обмотки статора, Ом;

R'_r – приведений активний фазний опір обмотки ротора, Ом;

i_{ds}, i_{qs} – фазний струм обмотки статора по повздожній та поперечній осі відповідно, А;

i'_{dr}, i'_{qr} – приведений фазний струм обмотки ротора по повздожній та поперечній осі відповідно, А;

T_e – електромагнітний момент двигуна, Нм;

L_s, L_r – індуктивності статора та ротора відповідно, Гн;

L_m – взаємна індуктивність, Гн;

L_{ls}, L_{lr} – індуктивності розсіяння статора та ротора відповідно, Гн;

ω – синхронна частота обертання, рад/с;

ω_r – частота обертання ротора, рад/с;

ϕ_{ds}, ϕ_{qs} – потокозчеплення фази статора по повздожній та поперечній осі відповідно, Вб;

ϕ'_{dr}, ϕ'_{qr} – приведені потокозчеплення фази ротора по повздожній та поперечній осі відповідно, Вб;

V_{ds}, V_{qs} – підведена фазна напруга обмотки статора по повздожній та поперечній осі відповідно, В;

V'_{dr}, V'_{qr} – приведена підведена фазна напруга обмотки ротора по повздожній та поперечній осі відповідно, В.

Для проведення порівняльної оцінки була розроблена модель (рис. 4) асинхронного двигуна на базі рівнянь у нерухомій системі координат.

$$\left. \begin{aligned} u_{s\alpha} &= r i_{s\alpha} + L_s \frac{di_{s\alpha}}{dt} - \frac{k_R}{T_R} \psi_{R\alpha} - k_R p \omega_m \psi_{R\beta}, \\ u_{s\beta} &= r i_{s\beta} + L_s \frac{di_{s\beta}}{dt} - \frac{k_R}{T_R} \psi_{R\beta} + k_R p \omega_m \psi_{R\alpha}, \\ 0 &= -k_R R_R i_{s\alpha} + \frac{1}{T_R} \psi_{R\alpha} + \frac{d\psi_{R\alpha}}{dt} + p \omega_m \psi_{R\beta}, \\ 0 &= -k_R R_R i_{s\beta} + \frac{1}{T_R} \psi_{R\beta} + \frac{d\psi_{R\beta}}{dt} - p \omega_m \psi_{R\alpha}, \\ M &= \frac{3}{2} p \cdot k_R (\psi_{R\alpha} i_{s\beta} - \psi_{R\beta} i_{s\alpha}), \\ J \frac{d\omega_m}{dt} &= M - M_C. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Для створення моделі із системи рівнянь (2) виділяються струми та потокозчеплення і система рівнянь набуває вигляду:

$$\left. \begin{aligned} i_{s\alpha} &= (u_{s\alpha} - \frac{k_R}{T_R} \psi_{R\alpha} + k_R p \omega_m \psi_{R\beta}) \frac{1}{r(1+T_S s)}, \\ i_{s\beta} &= (u_{s\beta} + \frac{k_R}{T_R} \psi_{R\beta} - k_R p \omega_m \psi_{R\alpha}) \frac{1}{r(1+T_S s)}, \\ \psi_{R\alpha} &= (k_R R_R i_{s\alpha} - p \omega_m \psi_{R\beta}) \frac{T_R}{(1+T_R s)}, \\ \psi_{R\beta} &= (k_R R_R i_{s\beta} + p \omega_m \psi_{R\alpha}) \frac{T_R}{(1+T_R s)}, \\ M &= \frac{3}{2} p \cdot k_R (\psi_{R\alpha} i_{s\beta} - \psi_{R\beta} i_{s\alpha}), \\ \omega_m &= (M - M_C) \frac{1}{J_S}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де

$$r = R_S + \frac{L_m^2}{L_R} R_R \quad T_R = \frac{L_R}{R_R} \quad T_S' = \frac{L_S'}{r}$$

$$L_S' = L_S - \frac{L_m^2}{L_R} \quad k_R = \frac{L_m}{L_R}$$

R_S – активний фазний опір обмотки статора, Ом;

R'_r – приведений активний фазний опір обмотки ротора, Ом;

$i_{sa}, i_{s\beta}$ – фазний струм обмотки статора по повздовжній та поперечній осі відповідно, А;

p – кількість пар полюсів машини, од;

J – момент інерції приведений до валу двигуна, кг/м²;

M, M_c – електромагнітний момент та момент опору двигуна, Нм;

L'_s – індуктивності статора та ротора відповідно, Гн;

ω_m – частота обертання ротора, рад/с

$\psi_{Ra}, \psi_{R\beta}$ – потокозчеплення фази ротора по осі α та β , Вб

$U_{sa}, U_{s\beta}$ – підведена фазна напруга обмотки статора по повздовжній та поперечній осі відповідно, В.

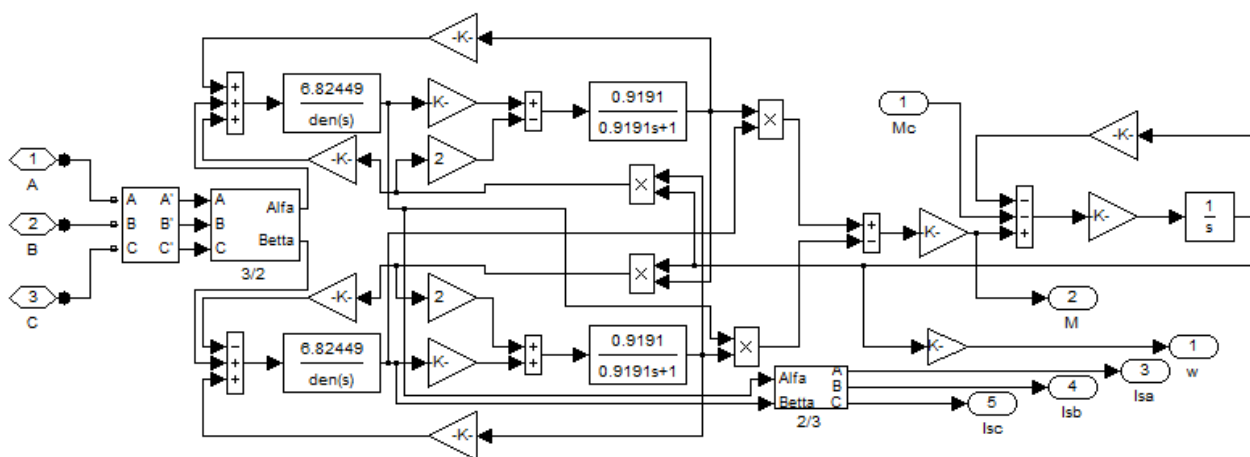


Рис. 4. Модель асинхронного двигуна у нерухомій системі координат, що складена за (3)

Відповідність моделей АД реальному АД-906 перевірялась шляхом порівняння даних моделювання режимів короткого замикання та холостого ходу з

експериментально отриманими значеннями (див. рис. 5,6)

Як ілюстрація, на рис.7 показано результати моделювання прямого пуску АД для двох способів подання АД.

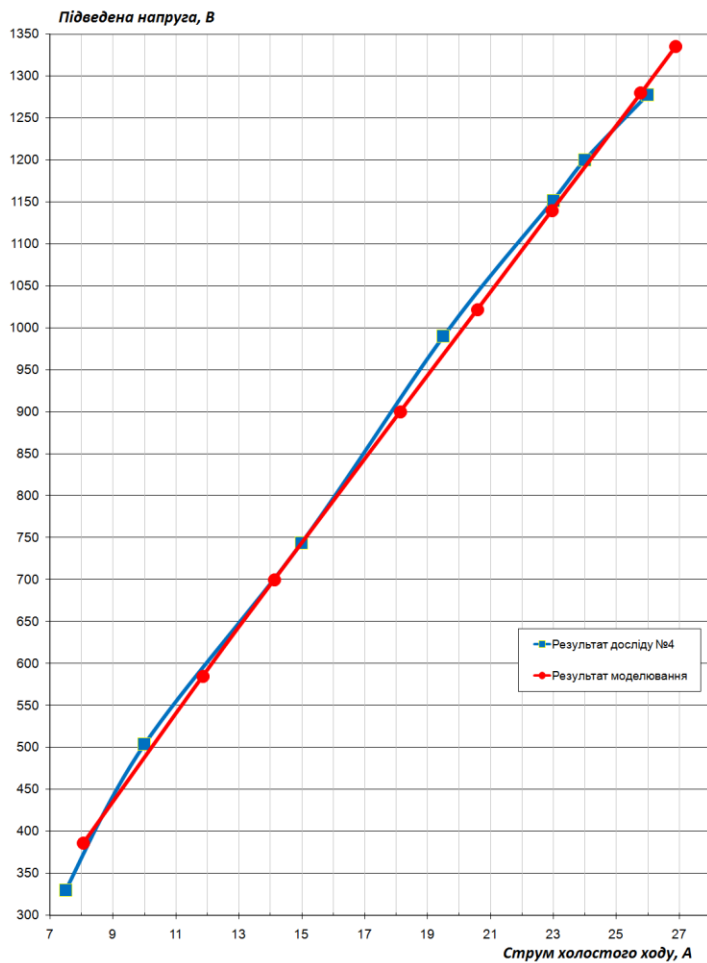


Рис. 5. Результати моделювання холостого ходу

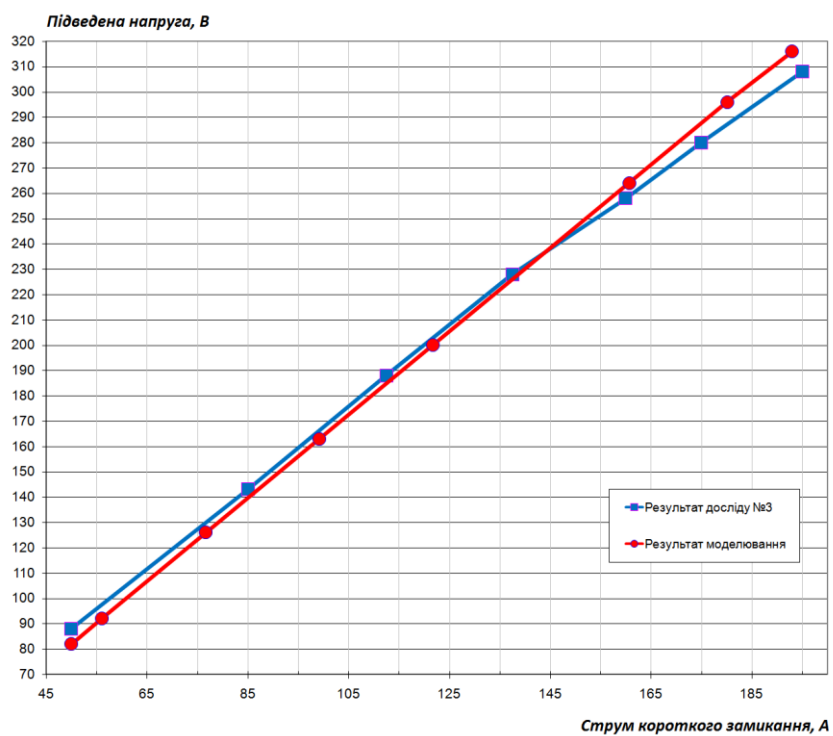


Рис. 6. Результати моделювання короткого замикання

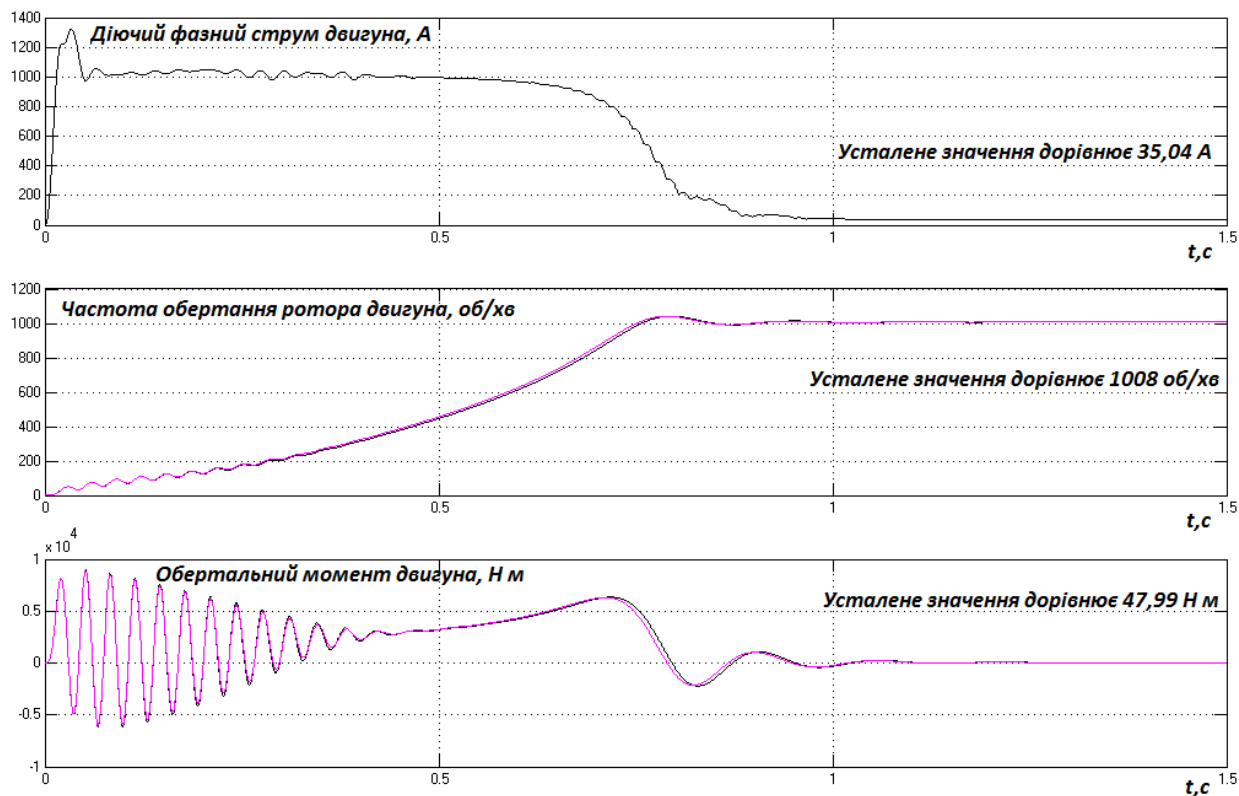


Рис. 7. Результати моделювання прямого пуску АД

Висновки. Розглянуті основні підходи до розроблення математичної моделі елементів тягової електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02, які дозволяють проводити дослідження як штатних, так і

нештатних режимів роботи. Дослідження на основі математичної моделі сприяють уточненню тягових характеристик тягової електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02.

Список літератури

1. Басов, Г.Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України [Текст] / Г.Г. Басов. – Харків: Апекс+, 2004. – Ч. 1. – 240 с.
2. Андрієнко, П.Д. Порівняльний аналіз регуляторів системи керування струмом тягового частотно – керованого електропривода дизель-поїзда ДЕЛ-02 [Текст] / П.Д. Андрієнко, Д.О. Кулагін, О.С. Качур // Електромашинобудування та електрообладнання. – 2010. – № 75. – С. 32-36.
3. Носков, В.І. Створення тягового електроприводу моторвагонних поїздів на базі сучасних інформаційних технологій [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Носков Валентин Іванович. – Харків: НТУ «ХП», 2009. – 37 с.
4. Кулагін, Д.О. Підвищення ефективності роботи тягової електропередачі дизель-поїздів ДЕЛ-02 [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Кулагін Дмитро Олександрович;. — К.: ДП "Держ. н.-д. центр залізн. трансп. України", 2011. — 18 с.
5. Пересада, С.М. Векторное управление в асинхронном электроприводе: аналитический обзор [Текст] // Сб. науч. трудов. Серия “Электротехника и энергетика”. – Донецк: ДонГТУ, 1999. – Вып. 4. – С. 8-20.

6. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7+Simulink 5/6 в математике и моделировании. Серия «Библиотека профессионала» [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.
7. Алексеев, В.В. Выбор типа модели асинхронного двигателя при компьютерном моделировании электромеханических процессов, протекающих в частотных электроприводах с алгоритмами скалярного и векторного управления [Электронный ресурс] / В.В. Алексеев, В.И. Вершинин, А.Е. Козярук, В.Н. Язев // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2012. – Режим доступа: URL: <http://www.online-electric.ru/articles.php?id=11>
8. Micromaster 440. Руководство по эксплуатации. Документация пользователя. Издание А1 [Текст]. – Nürnberg.: Siemens AG 2007. – 140 с.
9. Ефименко, Е.И. Новые методы исследования машин переменного тока и их приложения [Текст] / Е.И. Ефименко. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 288 с.
10. Максимкин, В.Л. Разработка и применение математических моделей асинхронных двигателей с учетом случайного характера нагрузки [Текст] / В.Л. Максимкин. – М.: МЭИ, 1986.
11. Нгуен Мань Зуй. Динамика асинхронных машин в аномальных режимах [Текст] / Нгуен Мань Зуй. – М., 1986.
12. Зверев, К.А. Исследование волновых процессов в частотно-регулируемом асинхронном двигателе [Текст] / К.А. Зверев. — М.: МЭИ, 2000.
13. Амбрацумова, Т.Т. Макромоделирование асинхронных машин с учетом динамики [Текст] / Т.Т. Амбрацумова. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 40 с.

Ключові слова: електропередача, дизель-поїзд, асинхронний тяговий електродвигун, математична модель, холостий хід, коротке замикання.

Анотації

Розглянуто актуальне питання щодо визначення основних підходів до розроблення математичної моделі тягової електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02 для проведення дослідження як штатних, так і нештатних режимів її роботи з метою покращення технічних та експлуатаційних характеристик дизель-поїзда. Актуальність даної роботи полягає у визначенні основних підходів до повноцінного дослідження тягового електроприводу. Для цього слід мати декілька математичних моделей тягового двигуна для оцінки швидкоплинних процесів та повільно протікаючих процесів у складі всього поїзда.

Рассмотрен актуальный вопрос по определению основных подходов к разработке математической модели тяговой электропередачи дизель-поезда ДЕЛ-02 для проведения исследования как штатных, так и нештатных режимов ее работы с целью улучшения технических и эксплуатационных характеристик дизель-поезда. Актуальность данной работы заключается в определении основных подходов для полноценного исследования тягового электропривода. Для этого следует иметь несколько математических моделей тягового двигателя для оценки быстропротекающих процессов и медленно протекающих процессов в составе всего поезда.

In the article a actual question is examined on determination of basic approaches on development of mathematical model of hauling electricity transmission of дизель-поезда of DEL-02 for the leadthrough of research both regular and nonpermanent, its office hours with the purpose of improvement of technical and operating descriptions a diesel is trains. Actuality of this work consists in determination of basic approaches for valuable research of hauling electromechanic. For this purpose it is necessary to have a few mathematical models of hauling engine for the estimation of fleeting processes and slowly flowings processes in composition all of train.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА КОНСТРУКЦІЇ

УДК 656.21

*Канд. техн. наук В.П. Шраменко,
канд. фіз. – мат. наук С.Д. Бронза,
студ. Є.М. Коростельов*

КВАЛІМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ДІЯЛЬНОСТІ КОЛІЙНОЇ БРИГАДИ ПРИ ПОТОЧНОМУ УТРИМАННІ КОЛІЇ

Представив д-р техн. наук, професор А.А. Плугін

Вступ. Діяльність колійної бригади під час виконання робіт з поточного утримання колії полягає у виконанні робіт (установлених згідно з відповідною нормативною технічною документацією) з необхідною якістю.

Кваліметрична модель – це один із видів математичної моделі. У роботі розглядається математична модель діяльності колійної бригади при виконанні робіт з поточного утримання колії, яка зв'язує обсяг виконаних робіт та якість їх виконання з оплатою праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що розроблено лише декілька кваліметричних моделей у будівництві [4]. Кваліметрична модель діяльності колійної бригади при поточному утриманні колії побудована вперше в даній роботі. Аналітичне рівняння для кваліметричної моделі діяльності колійної бригади при поточному утриманні колії розроблене вперше.

Мета роботи – побудувати кваліметричну модель, яка дозволить мотивувати виконавців робіт (бригаду колії) виконувати роботу заданого обсягу із заданою якістю, незважаючи на те, якими є початкові умови для виконання робіт.

Модель, побудована в роботі, розроблена вперше.

При побудові моделі припускається, що поточне утримання базується на постійному вивченні залізничної колії, систематичному контролю її стану, аналізі причин появи несправностей та своєчасному виконанні колійних робіт з їх ліквідації. Складовою якістю виконання робіт з поточного утримання колії є виконання команд керівника робіт монтерами колії відповідно до діючої нормативно-технічної документації на відповідний вид робіт. Математична модель буде зв'язувати оплату праці монтерів колії з обсягом та якістю виконаних ними робіт.

Основний матеріал

Вводимо такі позначення:

t – час;

v – міра обсягу виконуваної роботи;

m – міра якості виконання роботи;

q – ресурс, який має в розпорядженні керівник для оплати й заохочення виконавця;

β_1 – плата за одиницю виконаної роботи;

β_2 – додаткова плата за одиницю виконаної роботи в позаробочий час (преміальна оплата);

β_3 – плата за якість виконання робіт з якістю вище мінімально-допустимої;

V_n – плановий обсяг робіт.

Під час виконання робіт колійною бригадою в обсязі $V_{\text{п}}$ робітники виконують певний обсяг роботи з певною якістю, але в деяких випадках не системно (не передбачено нормативно-технічною документацією, випадково) працівники допускають помилки в роботі, які інакше називають браком. Таким чином, визначений брак під час виконання робіт називається помилкою. Помилка може бути виправлена з метою запобігання несправностей залізничної колії та її складових частин у подальшому. Якщо помилки виправляються самостійно робітниками бригади під час виконання робіт, то керівник їх не вважає за помилки. Якщо помилки зафіксовані керівником, який проводить контроль за поточним утриманням колії на певній ділянці колії, то вони фіксуються. Зафіксовані помилки повинні бути виправленими в нормативно-установлений термін та можуть бути, за рішенням керівника, причиною накладання на бригаду колії штрафних санкцій.

Через $m_{\text{п}}$ позначається кількість помилок, які допускає бригада monterів при виконанні планового завдання $V_{\text{п}}$. При цьому $m_{\text{п}}$ розглядається як апріорна константа, суть якої – математичне сподівання числа помилок як функції щільності ймовірності. Ця функція визначена на множині обсягів планових завдань. Для визначеності вважається, що $m_{\text{п}}$ має природні обмеження $m_{\text{min}} \leq m_{\text{п}} \leq m_{\text{max}}$, які цілком визначені обсягами v_{min} і v_{max} . Зокрема вважається, що $m_{\text{min}} = 0$, тобто $0 \leq m_{\text{п}} < m_{\text{max}}$. Через $M = M(v)$ позначається математичне сподівання числа помилок при обсязі v , за середніх зовнішніх умов.

Зробимо природні припущення про процес виконання робіт для початкового моменту часу t_0 . Вважаємо, що у початковий момент часу $t = t_0$ керівник має ресурс Q , який він повинен використовувати для виконання планового обсягу робіт $V_{\text{п}}$ згідно з діючою нормативно-технічною документацією. За допомогою побудованої в роботі моделі

керівник отримує способи та методи керування бригадою колії для виконання планових завдань. Керівник здійснює управління діяльністю колійної бригади шляхом зміни параметрів $\beta_1, \beta_2, \beta_3$. З часом ресурс q змінюється $q(t_0) = Q$. Разом із плановим обсягом $V_{\text{п}}$ планується і ресурс Q для виконання цього завдання, який протягом часу зменшується у зв'язку з витратами на оплату робіт, які вже були виконані.

У певній дистанції колії виконується робота обсягом v , при цьому робоча бригада здійснює m помилок на одиницю обсягу, не виправляючи їх деякий час t . Керівник використовує для оплати і заохочення ресурс q і за час Δt бригада monterів виконає обсяг Δv і отримає оплату Δw . Вважатимемо, що $\Delta w = - \Delta q$, так як зміна ресурсу q для керівника також є зміною рівня оплати для працівників.

Оплата Δw може бути подана як сума оплат трьох складових:

Δw_1 – за обсяг v ;

Δw_2 – за надплановий обсяг v ;

Δw_3 – за якість виконаних робіт (якість робіт відповідає установленим нормам, якщо кількість помилок на одиницю обсягу збігається з математичним сподіванням кількості помилок на одиницю обсягу). Якщо кількість помилок на одиницю обсягу перевищує математичне сподівання помилок, то якість робіт вважається незадовільною; якщо кількість помилок на одиницю обсягу менша, ніж математичне сподівання, якість робіт вважається відмінною.

Таким чином:

$$\Delta w = \Delta w_1 + \Delta w_2 + \Delta w_3. \quad (1)$$

Розглядаються доданки $\Delta w_1, \Delta w_2, \Delta w_3$ рівняння (1):

Природно, що $\Delta w_1 = \beta_1 \Delta v$.

Оскільки керівнику слід заохочувати в цій складовій лише надплановий обсяг, а при виконанні обсягу менше плану внести штрафні санкції, то

$$\Delta w_2 = \beta_2 \frac{v - V_{II}}{V_{II}} \Delta v. \quad (2)$$

При цьому, якщо $v > V_{II}$, то Δw_2 – додатне та є заохоченням, а якщо $v < V_{II}$, то Δw_2 – від’ємне, а це вже штрафна санкція.

Якщо як і вище, $M = M(v)$ – математичне сподівання числа помилок на одиницю обсягу при обсязі v . Доданок Δw_3 має бути визначений таким чином: якщо реальне число помилок m на одиницю обсягу перевищує середнє M , то складова Δw_3 повинна виступати як штрафна санкція, інакше – як заохочення за якість.

У простішому випадку:

$$\Delta w_3 = \frac{M - m}{M} \Delta m. \quad (3)$$

Помічається, що якщо $M > m$, то $\Delta w_3 > 0$ (Δw_3 є заохоченням); якщо $M < m$, то $\Delta w_3 < 0$ (Δw_3 є штрафом). Таким чином, різниці Δw_2 і Δw_3 мають риси як заохочувальних, так і штрафних санкцій керівника, що застосовуються до робітників.

Перетворюючи рівняння (1), отримано:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta w}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \beta_1 \frac{\Delta v}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \beta_2 \frac{v - V_I}{V_I} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \beta_3 \frac{M - m}{M} \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}. \quad (4)$$

Обчислюючи границі, отримано:

$$\frac{dw}{dt} = \beta_1 \frac{dv}{dt} + \beta_2 \frac{v - V_I}{V_I} \cdot \frac{dv}{dt} + \beta_3 \frac{M - m}{M} \cdot \frac{dm}{dt}. \quad (5)$$

Обидві частини рівняння (5) інтегруються від $t_0 = 0$ по змінній верхній границі:

$$\int_0^t \frac{dw}{dt} dt = \int_0^t \beta_1 \frac{dv}{dt} dt + \int_0^t \beta_2 \frac{v - V_I}{V_I} \cdot \frac{dv}{dt} dt + \int_0^t \beta_3 \frac{M - m}{M} \cdot \frac{dm}{dt} dt. \quad (6)$$

Обчислюються складові лівої частини рівняння:

$$\int_0^t \frac{dw}{dt} dt = Q - q(t) \quad (9)$$

$$\int_0^t \frac{dw}{dt} dt = w \Big|_0^t = w(t) - w(0). \quad (7)$$

так як

$$w(t) - w(0) = -q(t) + q(0) - Q - q(t).$$

Ураховується, що $w(t) = -q(t)$, а тому

$$\int_0^t \frac{dw}{dt} dt = w \Big|_0^t = -q(t) + q(0), \quad (8)$$

Перший доданок правої частини початкового рівняння:

$$\int_0^t \beta_1 \frac{dv}{dt} dt = \beta_1 \int_0^t \frac{dv}{dt} dt = \beta_1 (v(t) - v(0)). \quad (10)$$

а оскільки в початковий момент часу $t_0 = 0$ керівник має ресурс Q , то $q(0) = Q$, а тому

Ураховується, що у момент часу $t = t_0 = 0$, колійна бригада ще не виконувала роботу, тобто $v(0) = 0$, а тому

$$\int_0^t \beta_1 \frac{dw}{dt} dt = \beta_1 v(t). \quad (11)$$

Другий доданок правої частини початкового рівняння:

$$\int_0^t \beta_2 \frac{v - V_i}{V_i} \cdot \frac{dv}{dt} dt = \frac{\beta_2}{V_i} \left[\frac{v^2(t)}{2} - V_i \cdot v(t) \right]. \quad (12)$$

I, нарешті:

$$\int_0^t \beta_3 \frac{M - m}{M} \cdot \frac{dm}{dt} dt = \frac{\beta_3}{M} \left[M \cdot m(t) - \frac{m^2(t)}{2} \right]. \quad (13)$$

З урахуванням (5) остаточно отримано

$$Q - q(t) = \beta_1 v(t) + \beta_2 \frac{1}{V_i} \left[\frac{v^2(t)}{2} - v(t) \cdot V_i \right] + \beta_3 \frac{1}{M} \left[M \cdot m(t) - \frac{m^2(t)}{2} \right]. \quad (14)$$

Отримана функція зміни ресурсу $q(v, m)$ як функція обсягу виконаних робіт та допущених при цьому помилок:

$$q = -\beta_1 v - \beta_2 \left[\frac{v^2}{2} - v \cdot V_i \right] \frac{1}{V_i} - \beta_3 \left[M \cdot m - \frac{m^2}{2} \right] \frac{1}{M} + Q, \quad (15)$$

де q – ресурс, який має у розпорядженні керівник у момент часу t , для оплати і заохочення виконавців;

v – обсяг виконаної роботи;

m – помилки, які були при цьому допущені;

$V_{\text{п}}$ – планове завдання по v ;

$M = M(v)$ – математичне сподівання числа помилок при обсязі v ;

β_1 – плата за одиницю обсягу виконаної роботи;

β_2 – додаткова плата за одиницю виконаної роботи;

β_3 – плата (чи заохочення) за якість виконання роботи.

Функція (15) розглянута як передаточна функція кваліметричної

(математичної) моделі діяльності колійної бригади. Вхідними параметрами моделі вважатимемо: ресурс q , коефіцієнти $\beta_1, \beta_2, \beta_3$, плановий обсяг $V_{\text{п}}$, математичне сподівання помилок $M = M(v)$. Серед них виділимо керовані параметри, тобто ті, на які керівник може впливати та за допомогою яких він впливає на працівників. Вихідними параметрами є обсяг виконаних робіт v , кількість допущених помилок m та оплата праці w , яка залежить від обсягу виконаної роботи та від ресурсу q , який був виділений на оплату праці. Значення оплати залежить від значення ресурсу в будь-який момент часу. Схема складових моделі зображена на рисунку.



Рис. Схема складових моделі

Висновки з дослідження і перспективи подальшого розвитку у даному напрямку. Отримана кваліметрична модель дозволяє керівнику опосередковано керувати діяльністю колійної бригади, стимулюючи їх до виконання більшого обсягу робіт або до підвищення якості робіт шляхом зміни коефіцієнтів β_1 (плата за одиницю виконаної роботи), β_2 (додаткова плата за одиницю обсягу виконаної роботи в позаробочий час), β_3 (плата за якість виконання робіт з якістю вище мінімально допустимої).

За допомогою побудованої в роботі моделі керівник отримує додаткову можливість розроблення способів та методів керування бригадою колії для виконання планових завдань.

Отримане аналітичне рівняння для передаточної функції кваліметричної моделі діяльності колійної бригади при поточному утриманні колії дозволяє розробити тактику та стратегію керування бригадою.

Список літератури

1. Лехно, И.Б. Путевое хозяйство [Текст] / И.Б. Лехно – М.: Транспорт, 1990. – 447 с.
2. Технологія ремонту й утримання колії [Текст] / В.Ф. Сушков, В.П. Шраменко, О.І. Белорусов, А.Д. Возненко. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 314 с.
3. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии [Текст] / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
4. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М.: Стройиздат, 1989. – 172 с.

5. Азгальдов, Г.Г. Количественная оценка качества: Квалиметрия [Текст] / Г.Г. Азгальдов, Л.А. Азгальдова. – М.: Изд-во стандартов, 1971. — 175 с.

Ключові слова: кваліметрична модель, передаточна функція, плановий обсяг, математичне сподівання помилок, помилка.

Анотації

Досліджено діяльність колійної бригади при виконанні робіт з поточного утримання колії. Для чого будується модель, яка зв'язує кількість з якістю виконуваної роботи.

Отримана модель дозволяє керівнику опосередковано керувати діяльністю колійної бригади, стимулюючи її до виконання більшого обсягу робіт або до підвищення якості роботи шляхом зміни коефіцієнтів β_1 , β_2 , β_3 .

Исследуется деятельность путевой бригады при выполнении работ по текущему содержанию пути. Для чего строится модель, которая связывает количество с качеством выполняемой работы.

Полученная модель позволяет руководителю опосредствованно руководить деятельностью путевой бригады, стимулируя её к выполнению большего объема работ или к повышению качества их работы путем изменения коэффициентов β_1 , β_2 , β_3 .

Activity of track brigade is in process investigated at implementation of works from current maintenance of track. What a model that binds an amount to quality of executable work is built for.

Got a model allows to the leader mediated to manage activity of travel brigade, stimulating them to implementation of greater volume of works, or to upgrading of their work by the change of coefficients β_1 , β_2 , β_3 .

УДК 621.314.52

Канд. техн. наук Г.М. Афанасов

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗНОШУВАННЯ ПАРИ ТЕРТЯ «ПОРШНЕВЕ КІЛЬЦЕ - ГІЛЬЗА ЦИЛІНДРІВ» ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ ПРИ ОБРОБЦІ МОТОРНИХ ОЛИВ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ

Представив д-р техн. наук, професор М.П. Ремарчук

Постановка проблеми. Згідно з результатами досліджень, проведених в [1], встановлено, що обробка робочих рідин гідравлічних приводів будівельних та колійних машин зовнішнім електростатичним полем дозволяє знизити знос поверхонь тертя за рахунок збільшення товщини граничної плівки, адсорбованої на

металевих поверхнях. Це обумовлюється збільшенням концентрації молекул поверхнево-активних речовин (ПАР), що володіють дипольним моментом у формі мономерів. Однак до теперішнього часу не проводилися дослідження впливу обробки моторних олив електростатичним полем на знос поверхонь тертя дизелів тепловозів.

Аналіз останніх досліджень. Поруч з численними роботами зі створення присадок і добавок ведуться інтенсивні дослідження впливу електромагнітних полів на експлуатаційні властивості рідких змащувальних матеріалів. Встановлено, що обробка сучасних змащувальних матеріалів електромагнітними полями призводить до значного покращення їх протизношувальних властивостей. Однак у цих роботах не вивчався вплив електромагнітної обробки моторних оливок тепловозних дизелів.

Метою досліджень було визначення ефективності впливу обробки моторних оливок електростатичним полем на знос пари тертя тепловозних дизелів.

Дослідження швидкостей зношування пари тертя «поршневе кільце-гільза циліндрів» проводилися на машині тертя МТЗПР (рис. 1), яка імітує умови роботи цієї пари. Машина тертя зворотно-

поступального руху працює таким чином. Обертання від електричного двигуна 1 за допомогою пасової передачі 2 передається на кривошипний редуктор 3, потім через карданну передачу 4 зворотно - поступальний рух передається зразку тертя – гільзі циліндра 6, середня швидкість ковзання якого становить 0,8 м/с. На нерухомо закріпленій зразку тертя - поршневе кільце 7 пристроєм, що навантажує, 8 передається навантаження. Змащування зразків при випробуваннях здійснювалося краплинним методом механізмом 5 для подачі оливи із частотою 5-6 крапель за хвилину. Величину зношування визначали по втраті маси зразків за період випробувань. Зважування проводилося на аналітичних вагах ВЛА-200 г-М з точністю 0,001 г з доведенням зразків до постійної маси. Час випробувань становив 10 год.

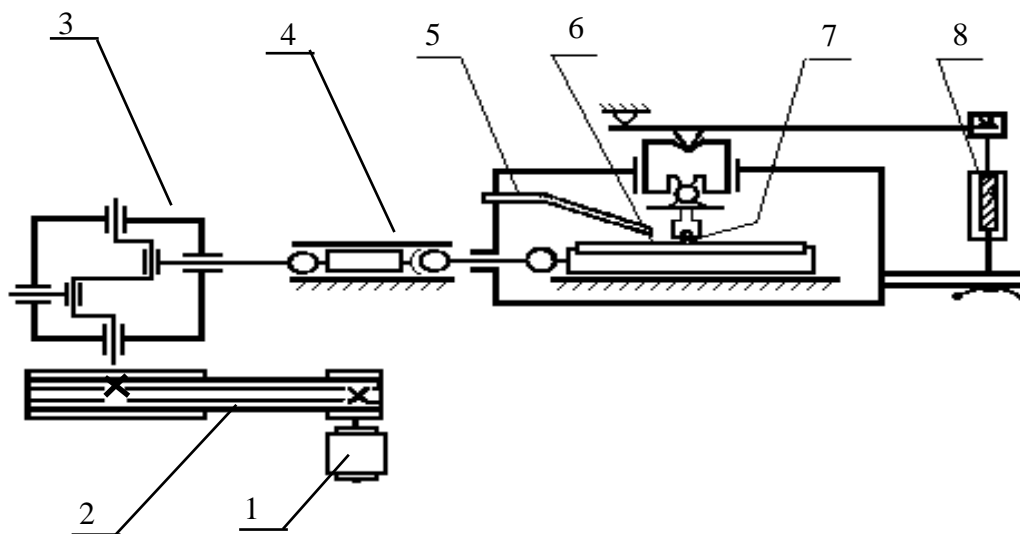


Рис. 1. Принципова схема машини тертя МТЗПР:

- 1 – електродвигун; 2 – пасова передача; 3 – редуктор; 4 – карданна передача;
- 5 – механізм подачі оливи; 6 – зразок пари тертя "гільза";
- 7 – зразок пари тертя "кільце"; 8 – механізм навантаження

Для випробувань були використані зразки, виготовлені з реальних гільз циліндрів і хромованих поршневих кілець дизеля тепловоза 5Д49.

Експериментальними дослідженнями на машині тертя МТЗПР передбачалося визначити залежність швидкості зношування пари тертя від величини фактичних контактних тисків як при обробці моторної

оливи електростатичним полем, так і при використанні товарної оливи.

При цьому відповідно до результатів експериментальних досліджень на машині тертя СМЦ-2 обробка моторної оливи електростатичним полем проводилася при напрузі, що подавалася на пристрій, 1000 В, електроди мали зазор $\Delta = 2$ мм [2].

Величина контактних тисків приймалася у відповідності до їх реальних значень у процесі роботи тепловозного дизеля 5Д49 (25-45 МПа).

Результати експериментальних досліджень швидкостей зношування в залежності від контактного тиску на машині тертя МТЗІР наведені на рис. 2, 3.

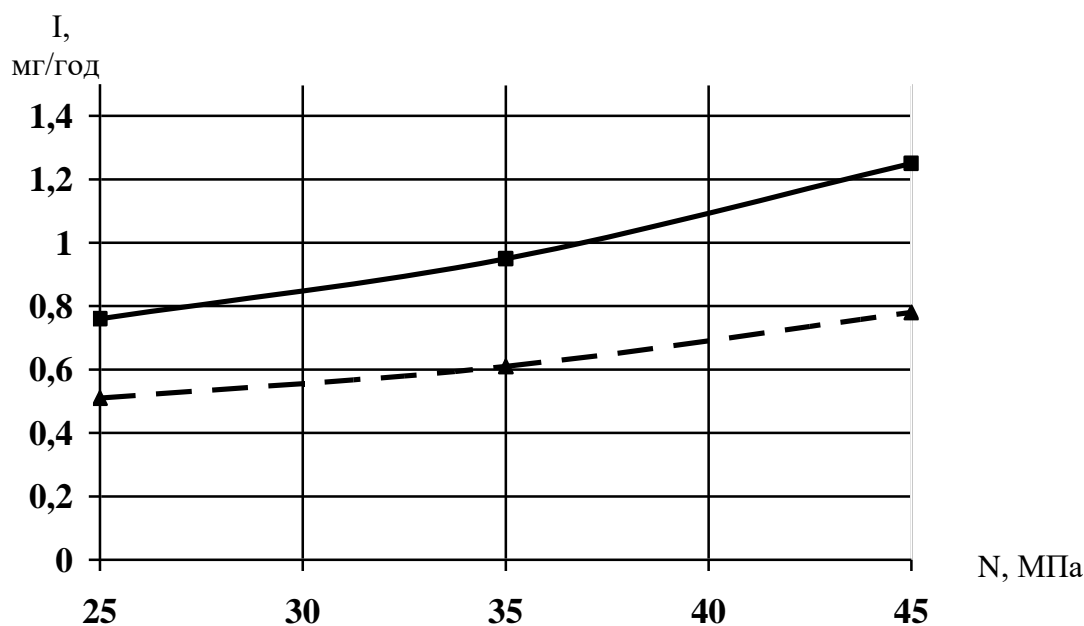


Рис. 2. Зміна швидкості зношування кільця в залежності від величини контактного тиску:
 — без обробки; - - - з обробкою

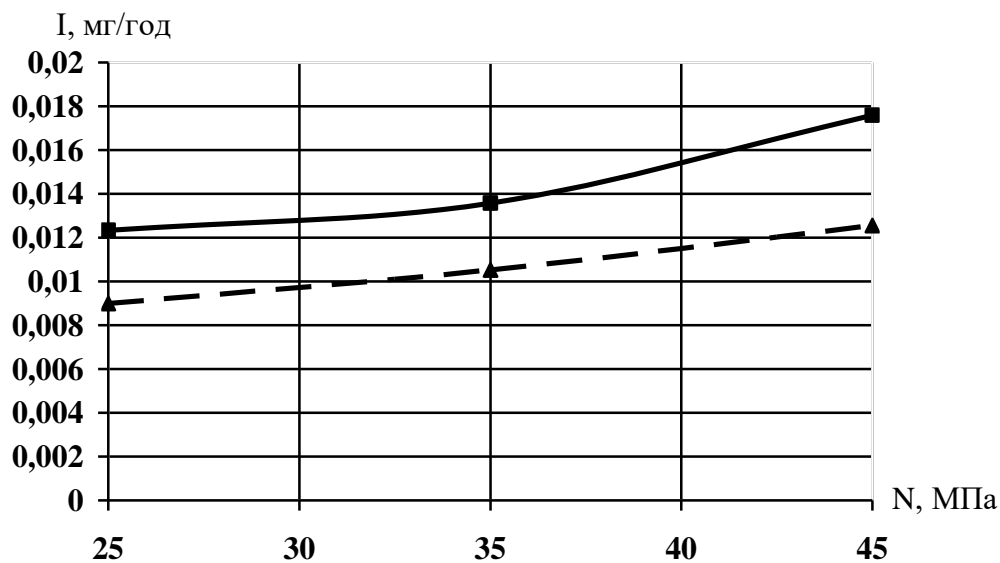


Рис. 3. Зміна швидкості зношування гільзи в залежності від величини контактного тиску:
 — без обробки; - - - з обробкою

Із наведених графіків видно значне зниження швидкостей зношування пари тертя при обробці моторної оливи електростатичним полем у порівнянні з базовою оливою. Найбільшою мірою ефект зниження швидкостей зношування спостерігається в діапазоні контактних тисків 40 -45 МПа, коли величина швидкості зношування пари тертя зменшується в 1,44-1,62 рази.

Висновок. Обробка моторної оливи М14В₂ електростатичним полем дозволяє значно знизити швидкість зношування поверхонь тертя, імітуючи пару тертя «поршневе кільце-гільза циліндрів» дизелів тепловозів. Це найбільшою мірою виявляється при напрузі, яка подається на пристрій 1000 В.

Список літератури

1. Лысиков, Е.Н. Физические основы механизма воздействия внешнего электростатического поля на структуру рабочей жидкости гидроприводов строительных и дорожных машин [Текст] / Е.Н. Лысиков // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – Харьков: ХГАДТУ, 2000. – Вып. 11. – С. 44-47.

2. Лисіков, Є.М. Вплив обробки моторних оливок електростатичним полем на знос пар тертя тепловозних дизелів [Текст] / Є. Лисіков, Г. Афанасов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 88: Удосконалення будівельних, колійних та перевантажувальних машин. – С.249-254.

Ключові слова: моторна олива, присадки, тепловозний дизель, пари тертя, машина тертя, електромагнітна обробка.

Анотації

Обробка моторної оливи М14В₂ електростатичним полем дозволяє значно знизити швидкість зношування поверхонь тертя, імітуючих пару тертя «поршневе кільце – гільза циліндрів» дизелів тепловозів. Це найбільшою мірою виявляється при напрузі, яка подається на пристрій 1000 В.

Обработка моторного масла М14В₂ электростатическим полем позволяет значительно снизить скорость изнашивания поверхностей трения, имитирующих пару трения «поршневое кольцо – гильза цилиндров» тепловозных дизелей. Это в наибольшей степени проявляется при напряжении, подаваемом на устройство 1000 В.

Treatment of motor oils by the «M14B₂» electrostatic field allows considerably speed of wear of surfaces of friction of imitating to steam of friction « a piston ring is the shell of cylinders» of diesel engine diesels. It in a most degree shows up at tension of given on the device 1000 V.

*Доктори техн. наук О.Ю. Федоренко,
М.І. Рищенко,
асп. Л.В. Присяжна (НТУ «ХПІ»)*

ТЕХНОЛОГІЯ, СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ КЕРАМІЧНОГО КЛІНКЕРУ ДЛЯ БРУКУВАННЯ ДОРІГ

Вступ. Останнім часом серед матеріалів для брукування доріг особливої популярності набувають керамічні клінкерні матеріали. Тільки в Україні обсяги продажу клінкерної кераміки зросли майже втричі. Аналіз динаміки виробництва архітектурно-фасадних виробів свідчить про неухильне зростання частки клінкерних виробів у структурі продукції вітчизняних виробників, що представлена найбільш популярним серед споживачів асортиментом: бруківкою, цеглою та плиткою, які відрізняються формою, розмірами та кольором.

Мостовий клінкер здатний витримувати великі статичні і динамічні навантаження, що дозволяє використовувати цей матеріал для облаштування ділянок і територій з інтенсивним транспортним та пішохідним рухом. Клінкерна бруківка використовується також для укріплення насипів, будівництва та оздоблення гідротехнічних огорожень тощо. Функціональність мостового клінкеру обумовлена його фізико-механічними властивостями: високою міцністю, морозостійкістю, витривалістю по відношенню до дії вологи й агресивних хімічних реагентів (розчинів солей, лугів та ін.).

Дана стаття є продовженням розробок співробітників кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, які спрямовані на розроблення ресурсо- та енергоощадних технологій керамічних будівельних матеріалів з використанням нових видів мінеральної сировини.

Постановка завдання досліджень. Розвиток вітчизняного виробництва керамічного клінкеру та наближення його

до європейських стандартів потребує підвищення якості та розширення асортименту продукції. У той же час міркування технологічного та економічного характеру вимагають підвищення енергоефективності технологій та зниження собівартості виробів за рахунок використання доступної мінеральної сировини, в т.ч. вторинних ресурсів гірничодобувної промисловості. Тому створення технології мостового клінкеру, орієнтованої на використання широко розповсюдженої неспікливої полімінеральної глинистої сировини, є важливим і актуальним завданням.

Аналіз публікацій, що передували дослідженням. Визначення шляхів інтенсифікації спікання некондиційної глинистої сировини з метою отримання клінкерних керамічних виробів привертає увагу багатьох дослідників. Так, у роботах [1, 2] наведені результати досліджень кварц-польовошпатових порід як активаторів спікання клінкерних мас. Перспективи використання відходів вуглевидобування (вуглистих аргілітів та алевролітів) у технології дорожнього клінкеру висвітлені в роботі [3]. У роботі [4] розглянуто технологічні аспекти підвищення якості клінкерних керамічних матеріалів, отриманих з використанням відходів видобування та переробки гранітів, лужноземельних сієнітів та пегматитів. Результати наших попередніх розробок [5] свідчать про можливість отримання керамічного клінкеру завдяки використанню базальтових туфів, які виконують роль інтенсифікаторів спікання та забезпечують отримання якісного

керамічного клінкеру на основі неспікливої глинистої сировини при температурі до 1100 °С. Напрямок подальших досліджень визначила необхідність вивчення впливу туфових порід на процеси формування структури та фазового складу отриманих щільноспечених матеріалів з високими показниками міцності і морозостійкості.

Методологія і результати досліджень. Про перспективність використання туфів для прискорення спікання керамічних виробів свідчать результати робіт [7, 8]. Для перевірки зроблених припущень щодо здатності активувати спікання та фазоутворення керамічних мас на основі полімінеральної неспікливої сировини здійснено дослідження туфових порід Берестовецького родовища Рівненської області. З використанням хімічного (ХА), диференційно-термічного (ДТА) та рентгенофазового (РФА) методів аналізу визначено хіміко-мінеральний склад туфів та досліджено процеси, що супроводжують їх термообробку.

Установлено, що за хімічним складом туфи відповідають натрієвим базальтам сублужного ряду. Сумарний вміст легкоплавких оксидів ($\Sigma K_2O + Na_2O + Fe_2O_3 + FeO$),

який визначає флюсуючу здатність мінеральної сировини, досягає 18 мас. %. Підвищений вміст у туфах оксидів CaO, MgO, MnO ($\Sigma \sim 10 \div 15$ мас. %) свідчить про можливість їх використання як мінералізуючої добавки, здатної прискорювати процеси фазоутворення при випалі виробів.

Результати ДТА туфів (рис. 1, а) вказують на те, що дегідратація глинистих мінералів, які входять до їх складу, відбувається в широкому температурному інтервалі 130÷950 °С. Повне видалення конституційної води спостерігається при 900÷950 °С. Наявність водяної пари створює слабовідновлювальне середовище та спричиняє активне утворення кристалічної фази, про що свідчить екзофект значної інтенсивності з максимумом при 990 °С.

Рентгенофазовими дослідженнями (рис. 1, б) встановлено, що фазовий склад дослідних туфів представлений переважно цеолітовими мінералами, монтморилонітом та гідрослюдаю. Ці дані доповнюють відомості ДТА щодо порядку перетворень при термообробці туфів, які супроводжуються частковою перебудовою структури породоутворюючих мінералів та формуванням нової кристалічної фази.

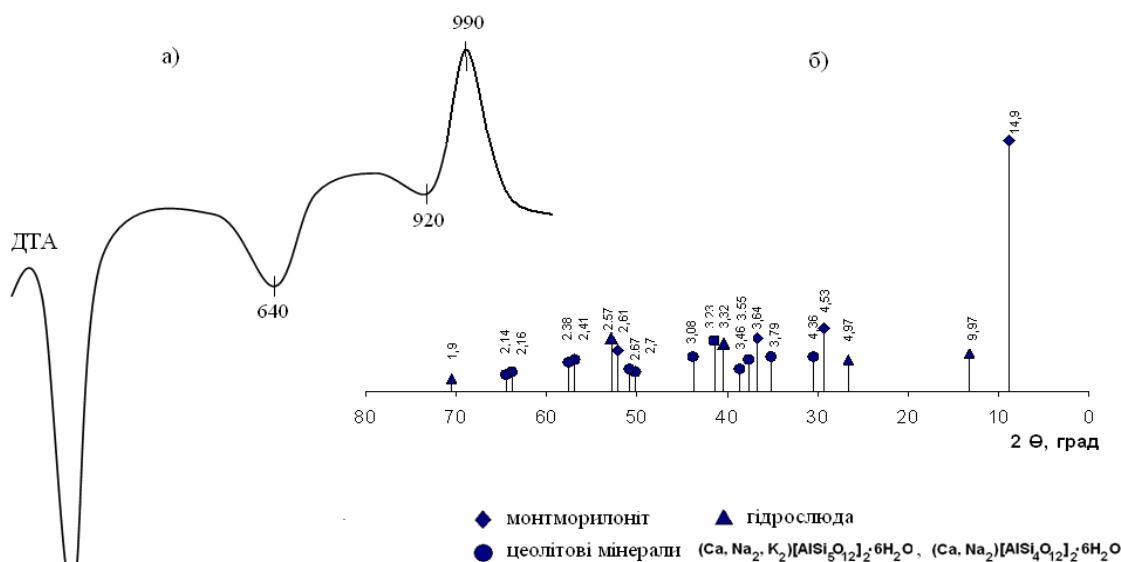


Рис. 1. Крива ДТА (а) та штрих-рентгенограма (б) берестовецького туфу

Таким чином, комплексними дослідженнями туфових порід підтверджено зроблене нами припущення щодо активності туфів як спікаючої та мінералізуючої добавки до складу мас на основі полімінеральної глинистої сировини, не здатної до спікання при температурі до 1150 °С.

У результаті попередніх досліджень [5] встановлена оптимальна кількість

добавки туфів до складу кlinkерних мас на основі сумішей глин Верхньосириуватського родовища Сумської області. Порівняльна характеристика властивостей продуктів випалу глинистої полімінеральної неспікливої глинистої сировини та мас, що містили 15 мас. % берестовецьких туфів, подана в таблиці.

Таблиця

Вплив добавки туфу на властивості зразків, випалених при 1100 °С

Глиниста складова	Вміст туфу, мас. %	Вогнева усадка, %	Водопоглинання, %	Міцність на стиск, МПа	Міцність на згин, МПа	Зносостійкість, г/см ²	Морозостійкість, цикл
Суглинок	-	10,2	7,74	23,32	2,5	0,61	76
	15	13,5	3,25	60,55	6,4	0,22	>300
Глина строката	-	10,8	8,68	27,81	3,0	0,55	70
	15	12,9	3,50	65,20	6,9	0,18	>300
Глина бура	-	10,5	8,72	28,73	3,1	0,50	65
	15	12,5	3,71	70,82	7,2	0,17	>300
Глина сіра	-	9,0	9,50	26,47	1,8	0,58	58
	15	11,5	4,00	63,54	6,7	0,20	>300

Отримані дані свідчать про ефективність використання базальтового туфу як інтенсифікатора спікання в технології керамічних кlinkерних виробів.

Як відомо, за призначенням кlinkерні керамічні вироби поділяють на стінові, тротуарні та дорожні [6]. Залежно від межі міцності на стиск та характеру розташування порожнин продукція поділяється на марки: стінові вироби з горизонтальним розміщенням порожнин (М100, М125, М150); стінові вироби з вертикальним розміщенням порожнин (М200, М250, М300); повнотілі тротуарні вироби (М150, М175, М200, М250, М300) та повнотілі дорожні вироби (М300, М400, М500, М600, М700, М1000). При цьому водопоглинання стінових і тротуарних виробів, а також дорожніх виробів марок М400, М500 має не перевищувати 6 мас. %. У той же час водопоглинання дорожнього

кlinkеру марок М600, М700 має бути не більше 4 мас.%; а виробів марки М1000 – не більше 2 мас. %. Відповідно за морозостійкістю кlinkерні вироби розташовуються в такий ряд: стінові (F100; F150; F200); тротуарні (F200; F250; F300); дорожні (F300 і більше).

Результати досліджень основних властивостей отриманих кlinkерних матеріалів (див. таблицю) свідчать про те, що введення 15 мас. % базальтового туфу до складу мас дозволяє отримати при температурі 1100 °С щільноспечені матеріали з водопоглинанням $W \leq 4\%$, зносостійкістю $D = 0,17 \div 0,22$ г/см², міцністю на стиск $\sigma_{ст} = 60 \div 70$ МПа, міцністю на згин $\sigma_{зг} = 6,4 \div 7,2$ та високою морозостійкістю ($F > 300$ циклів).

Дослідження структури та фазового складу отриманих матеріалів здійснювали з використанням електронномікроскопічного

та рентгенофазового методів аналізу (рис. 2).

Установлено, що високий рівень спікання обумовлений утворенням значної кількості розплаву (~25÷28 об. %), який ущільнює матеріал, залишаючи лише замкнуті пори малого розміру (~3÷7 мкм). Утворення таких кристалofаз, як кварц, муліт та авгіт підвищує міцність та зносостійкість клінкеру, а також надає кислотостійкості завдяки цінним властивостям цих фаз: підвищеній

щільності, твердості та нерозчинності в розчинах кислот і солей. У свою чергу низька відкрита поруватість матеріалу забезпечує високу морозостійкість клінкеру.

Таким чином, у результаті реалізації експерименту отримано керамічний клінкер марки М600, який за комплексом фізико-механічних та експлуатаційних властивостей задовольняє вимоги ДСТУ Б В.2.7-245: 2010 до мостового клінкеру [6].

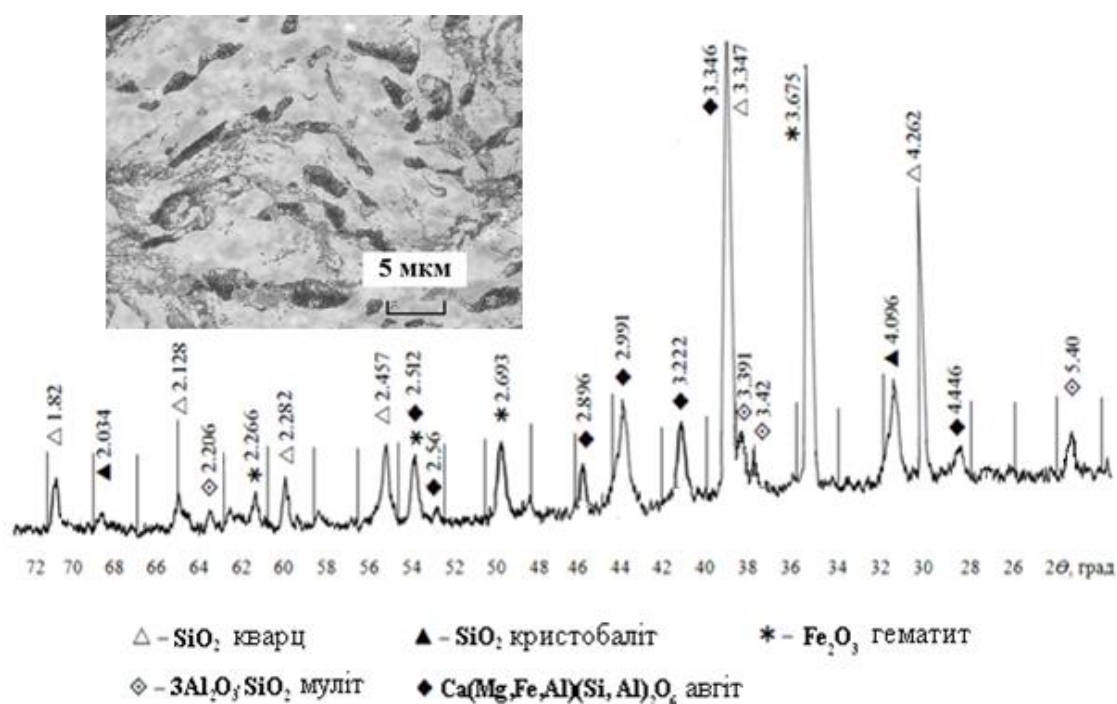


Рис. 2. Структура та фазовий склад мостового керамічного клінкеру

Висновки і рекомендації. У результаті проведених досліджень підтверджена ефективність використання туфових порід як інтенсифікатора спікання та фазоутворення клінкерних керамічних мас.

Показано можливість отримання мостового клінкеру при використанні різних видів неспікливої полімінеральної

глинистої сировини при введенні до складу мас 15 мас. % базальтових туфів.

Визначено вплив добавки на властивості керамічного клінкеру, які обумовлюють його якісні характеристики.

Встановлено особливості структури та фазового складу отриманих матеріалів у взаємозв'язку з їх фізико-механічними та експлуатаційними властивостями.

Список літератури

1. Огороднік, І.В. Керамічний клінкер для облицювання фасадів та брукування доріг з використанням польвошпатвмісної сировини [Текст] / І.В. Огороднік, Т.В. Ходаковська, Н.Д. Дмитренко // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2006. – № 22. – С. 60-67.
2. Массы для клинкерного кирпича на основе сырьевых материалов Донецкого бассейна [Текст] / Е.С. Цыбулько, В.В. Коледа, Е.В. Алексеев, Е.С. Михайлюта // Вісник НТУ «ХП»: зб. наук. праць. Тематичний випуск «Хімія, хімічна технологія та екологія». – 2009. – № 45. – С. 38-46.
3. Федоренко, О.Ю. Технологія виготовлення клінкерних керамічних виробів на основі відходів вуглевидобування [Текст] / О.Ю. Федоренко // Экология и промышленность. – 2009. – № 1. – С. 46-51.
4. Федоренко, О.Ю. Технологічні аспекти підвищення якості клінкерних керамічних матеріалів [Текст] / О.Ю. Федоренко, М.І. Рищенко, Л.В. Присяжна // Зб. наук. праць ПАТ «УкрНДІВогнетрив ім. А.С. Бережного». – 2011. – № 111. – С. 199-207.
5. Клінкерні керамічні виробы з використанням базальтових туфів [Текст] / О.Ю. Федоренко, М.І. Рищенко, Л.В. Присяжна, А.Г. Токарев // Зб. наук. праць ПАТ «УкрНДІВогнетрив ім. А.С. Бережного». – 2012. – № 112. – С. 238-243.
6. Виробы керамічні клінкерні. Технічні умови [Текст]: ДСТУ Б В.2.7-245: 2010. – [Чинний від 2010-12-16]. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 31 с. – (Національний стандарт України).
7. Мельничук, В.Г. Туфи Волино-Поділля як новий вид мінеральних ресурсів [Текст] / В.Г. Мельничук, В.В. Матеюк // Проблеми раціонального використання, охорони і відтворення природно-ресурсного потенціалу України. – Чернівці 2000. – С. 133-134.
8. Шильцина, А.Д. Использование кальцитсодержащих туфов для получения облицовочных керамических плиток [Текст] / А.Д. Шильцина, В.И. Верещагин // Известия вузов: сб. науч. трудов. Тематический выпуск «Строительство». – 1999. – № 8. – С. 46-49.

Ключові слова: клінкерні керамічні виробы, мостовий клінкер, структура, міцність, зносостійкість, морозостійкість.

Анотації

Наведено результати розроблення клінкерних керамічних матеріалів з високими фізико-механічними властивостями. Досліджена їх структура і фазовий склад у взаємозв'язку з основними властивостями. Підтверджена ефективність використання туфових порід для інтенсифікації спікання та фазоутворення полімінеральної глинистої сировини, не здатної до спікання.

Представлены результаты разработки клинкерных керамических материалов с высокими физико-механическими свойствами. Исследованы их структура и фазовый состав во взаимосвязи с основными свойствами. Подтверждена эффективность использования туфовых пород для интенсификации спекания и фазообразования полиминерального неспекающегося глинистого сырья.

The article presents the development results of clinker ceramic materials with high physico-mechanical properties. Their structure and phase composition in the relationship with the basic properties are explored. The efficiency of the tuffs breeds use for intensification of sintering and phase formation of multimineral clays, unable to sintering, is confirmed.

*Д-р техн. наук А.П. Фалендиш,
канд. техн. наук Г.Л. Ватуля*

ДО ПИТАННЯ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ

Вступ. Сучасний стан техніки будівництва надає можливість використання прогресивних розрахункових схем, в тому числі комбінованих, при будівництві різних транспортних споруд. Процес проектування прогонових будов мостів, який базується на варіативних методах оптимального проектування та комп'ютерного моделювання, дозволяє значно покращити показники матеріалоемності, вартості та трудомісткості будівництва. Таким чином, дослідження які направлені на розвиток зазначених питань, та їх практичне використання є актуальним завданням.

Мета досліджень. У даній роботі, що є розвитком досліджень [1, 2], викладаються питання раціоналізації конструкцій статично визначної сталобетонної шпренгельної балки прогонової будови пішохідного моста і статично невизначної шпренгельної балки покриття. Включення шпренгеля в роботу балки є ефективним засобом для збільшення її несучої здатності, жорсткості і у багатьох випадках економічності. Подібне конструктивне рішення використовується як при створенні

нових, так і при посиленні існуючих конструкцій. Раціональні конструкції досягаються шляхом варіації розташування розпірок між шпренгелем і верхнім поясом x і величин стріл f_l та h_l .

Основний матеріал досліджень. Розглянемо сталобетонну шпренгельну балку прогонової будови пішохідного моста. На балку (рис. 1) діють постійне рівномірно розподілене навантаження q – від власної ваги (рис. 1,б) конструкції і тимчасове навантаження p від пішоходів (рис. 1,г). У зв'язку з тимчасовим рухомим навантаженням зусилля від нього, так як і від постійного (нерухомого) навантаження, визначаємо за допомогою ліній впливу. Небезпечними з погляду міцності балки будуть: переріз ξ – де виникає додатний максимальний згинальний момент, і переріз 1(2) – у місці примикання розпірки, де виникає найбільший від'ємний момент.

На рис.1 показані схеми завантаження ліній впливу M_x і M_ξ для одержання відповідно найбільшого від'ємного і додатного моментів

$$M_\xi = \frac{2x\xi l - \xi^2(l+2x)}{2(l+2x)}(p+q) - \frac{\xi l^2(l-2x)q}{8x(l+2x)}. \quad (1)$$

Для знаходження перерізу ξ , де згинальний момент M_ξ досягає максимуму, досліджуємо функцію (1) на екстремум, $dM_\xi/d\xi = 0$. В результаті отримаємо

$$\xi = \frac{8x^2l(p+q) - l^2(l-2x)q}{8x(l+2x)(p+q)}. \quad (2)$$

Підставимо тепер (2) у (1) і знайдемо максимальний додатний момент

$$M_{\xi, \max} = \frac{l^2}{128x^2(l+2x)^2(p+q)} \left[8x^2(p+q) - l(l-2x)q \right]^2. \quad (3)$$

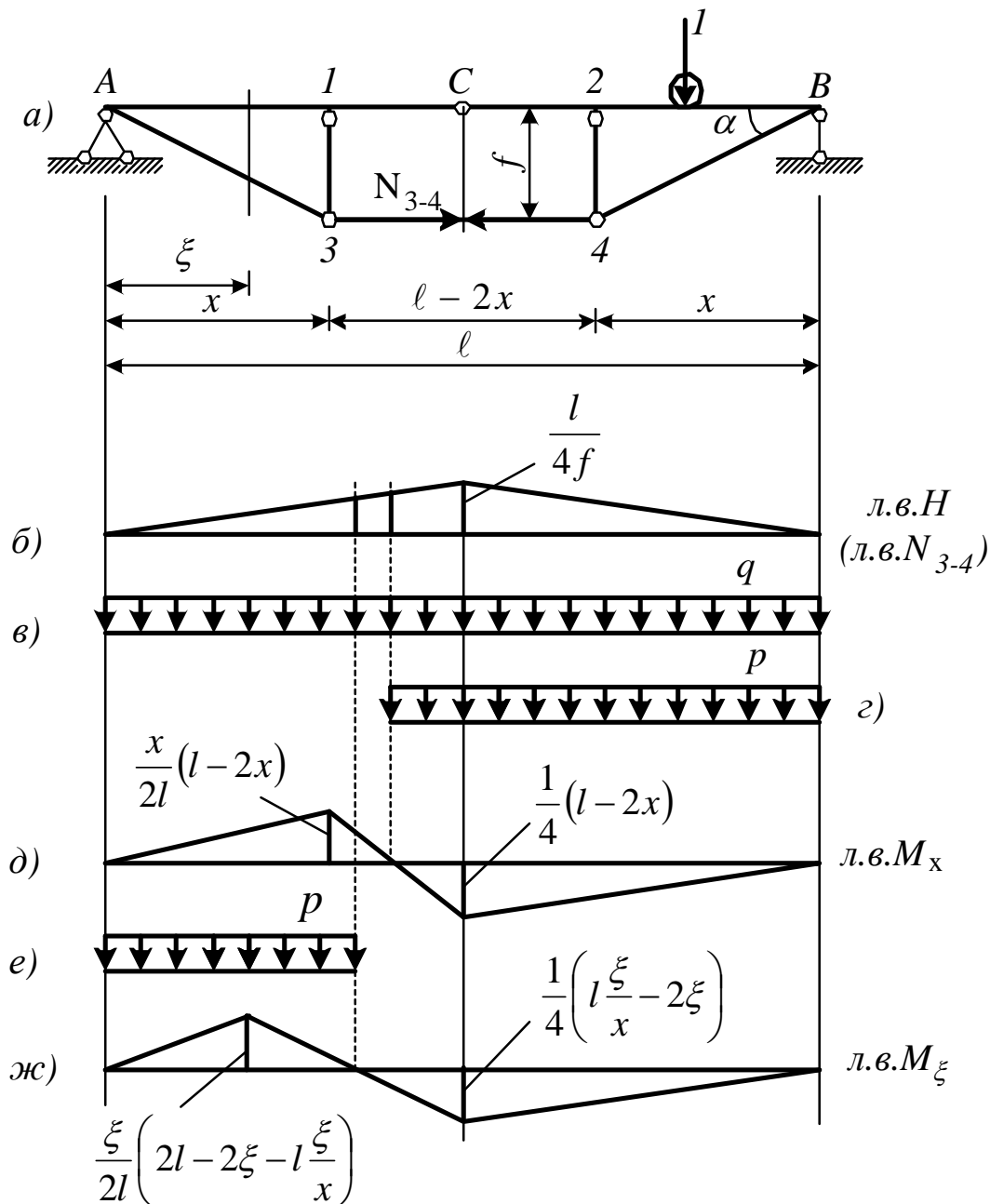


Рис. 1. Розрахункова схема статично визначної шпренгельної балки (а), лінії впливу N , M_x , M_y

Відповідна максимальному додатному моменту (3) поздовжня сила визначається з такого виразу:

$$N_{\xi} = -\frac{l^2}{8f(l+2x)^2} \left[8x^2(q+p) + (l^2 + 4x(l-x))q \right]. \quad (4)$$

Максимальний від'ємний момент у місці примикання розпірки до сталобетонної балки (точки 1(2) на рис. 1,а)

$$M_x = -\frac{(l-2x)}{8(l+2x)} \left[q(l^2 - 4x^2) + pl^2 \right]. \quad (5)$$

Поздовжня сила в цьому ж перерізі

$$N_x = -\frac{ql^2}{8f} \left[1 + \frac{p}{q} \left(1 - \frac{8x^2}{(l+2x)^2} \right) \right]. \quad (6)$$

Зусилля в елементах шпренгеля (рис.1,а) дорівнюють

$$N_{3-4} = H = \frac{(q+p)l^2}{8f}; \quad N_{A-3} = N_{4-B} = H \sqrt{1 + \left(\frac{f}{x} \right)^2}; \quad N_{2-3} = -H \frac{f}{x}. \quad (7)$$

Аналіз отриманих рівнянь показує, що згинальні моменти M_{ξ} (3), M_x (5) не залежать від стріли f шпренгеля. Від цієї величини залежать поздовжні сили (4), (6) у перерізах балки і зусилля в елементах шпренгеля (7).

Найбільш часто застосовуваним критерієм оптимальності інженерної конструкції є умова мінімальності її маси при обмеженнях, що визначають необхідні характеристики міцності і жорсткість. Однак такий шлях розв'язання задачі є досить трудомістким. Використаємо інший, більш простий критерій, що у достатній мірі еквівалентний умові мінімуму маси. Таким критерієм, який, до того ж, легко реалізується для даної конструкції пішохідного моста, є рівномірність балки в двох перерізах x і ξ (див. рис. 1,а).

Кроковим перебором значень x при заданих постійному і тимчасовому навантаженнях визначимо шукане

положення розпірки, що відповідає близьким за абсолютною величиною моментам (5) і (3) і поздовжнім силам.

Маючи значення моментів і поздовжніх сил (4), (6), за методикою, викладеною в [3, 4], будемо розрахункові криві $N - M$, що обмежують зону несучої здатності сталобетонного елемента заданої довжини в діапазоні знайдених зусиль, які характеризуються згином, позацентровим стиском (рис. 2,а).

Маючи набір розрахункових кривих, легко підібрати необхідні розміри перерізу a , b , δ . На рис. 2,б наведені розміри перерізу верхнього поясу сталобетонної шпренгельної балки прогоном $l = 16$ м. Навантаження на прогонову будову моста: постійне $q = 5$ кН/м, тимчасове $p = 6,4$ кН/м. Ширина моста – 3 м.

Розглянемо сталобетонну шпренгельну балку покриття. Розрахункова схема балки покриття показана на рис. 3. Рівномірно розподілене навантаження $q = 7,01$ кН/м, згідно з СНиП II-6-74, включає власну масу конструкції і сніговий покрив.

На відміну від задачі щодо оптимізації прогонової балки пішохідного моста, сталобетонна шпренгельна балка покриття (рис. 3) статично невизначна. Будь-яке зусилля в ній залежить від жорсткостей елементів. Тому розв'язання виконуємо в послідовних наближеннях при кроковому навантаженні.

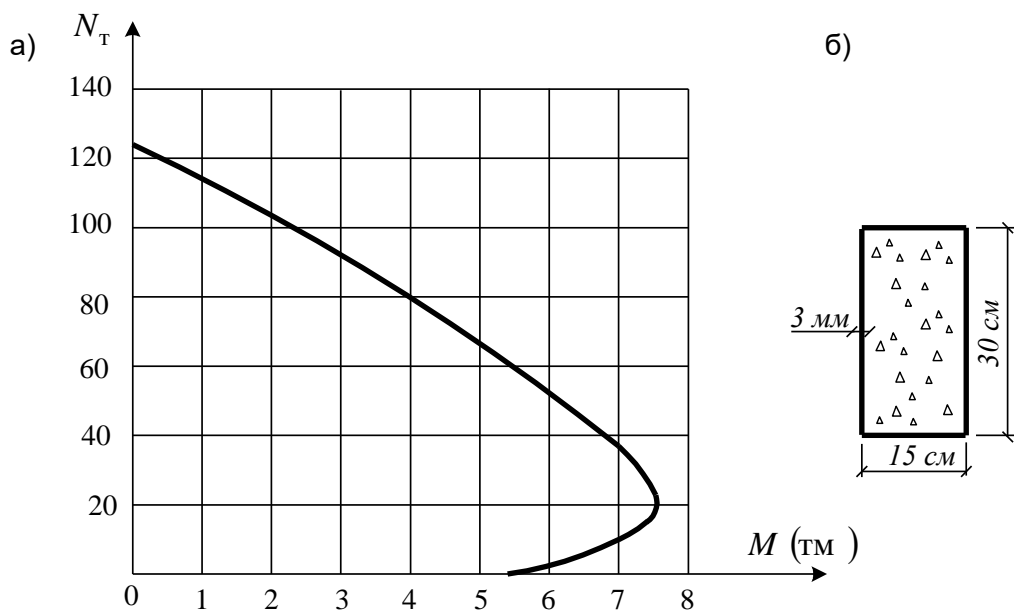


Рис. 2. Розрахункова крива, яка обмежує зону несучої спроможності сталобетонного елемента розрахункової довжини

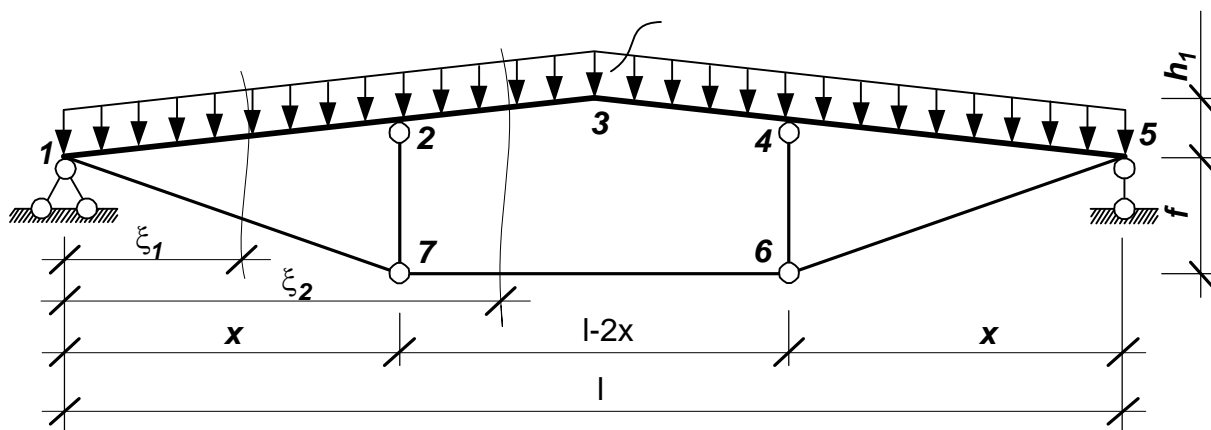


Рис. 3. Розрахункова схема статично невизначної шпренгельної балки покриття

Ітераційний процес включає внутрішній і зовнішній цикли. У внутрішньому циклі уточнюються жорсткості перерізів верхнього поясу сталобетонної балки [3,4]. У зовнішньому циклі визначаються зусилля в зайвому зв'язку і внутрішні сили в заданій системі

при відомих q, x, h_1, f . У нульовому наближенні жорсткості максимальні і визначаються з припущення пружних властивостей матеріалів. Пружне рішення записується в такому вигляді:

$$N_1 = - \left(\frac{(xl - 2h_1f)X_1}{x\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} + \frac{qlh_1}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} \right); \quad (8)$$

$$M_{\xi_1 max} = \frac{q\xi_1(l - \xi_1)\sqrt{l^2 + 4h_1^2}}{2l} - X_1 \frac{(2xh_1 + lf)\xi_1}{xl}; \quad (9)$$

$$N_{\xi_1} = - \left(\frac{(xl - 2h_1f)X_1}{x\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} + \frac{qh_1(l - 2\xi_1)}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} \right); \quad (10)$$

$$M_2 = \frac{qx(l - x)\sqrt{l^2 + 4h_1^2}}{2l} - X_1 \frac{(2xh_1 + lf)}{l}; \quad (11)$$

$$N_2^{nie} = - \left(\frac{(xl - 2h_1f)X_1}{x\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} + \frac{qh_1(L - 2x)}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} \right); \quad (12)$$

$$N_2^{np} = - \left(\frac{lX_1}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} + \frac{qh_1(L - 2x)}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} \right); \quad (13)$$

$$M_{\xi_2 max} = \frac{q\xi_2(l - \xi_2)\sqrt{l^2 + 4h_1^2}}{2l} - X_1 \left(\frac{2(lh_1 - 2xh_1)(\xi_2 - x)}{l(l - 2x)} + \frac{(2xh_1 + lf)}{l} \right); \quad (14)$$

$$N_{\xi_2} = - \left(\frac{lX_1}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} + \frac{qh_1(L - 2\xi_2)}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}} \right); \quad (15)$$

$$M_3 = \frac{ql\sqrt{l^2 + 4h_1^2}}{8} - X_1(h_1 + f); \quad (16)$$

$$N_3 = -\frac{lX_1}{\sqrt{l^2 + 4h_1^2}}; \quad (17)$$

$$\text{де } \xi_1 = \frac{l}{2} - \frac{X_1(2xh_1 + lf)}{qx\sqrt{l^2 + 4h_1^2}};$$

$$\xi_2 = \frac{l}{2} - \frac{2X_1h_1}{q\sqrt{l^2 + 4h_1^2}};$$

$X_1 = f(EA, EJ, h_1, f, x)$ – зайве невідоме.

Процес послідовних наближень організовується таким чином, що для кожного n -го наближення здійснюється кроковий перебір значень x, h_1, f , визначається несуча здатність (див. рис. 2) балки в перерізах $\xi_1, x, \xi_2, l/2$, виконується аналіз отриманих рішень, коректуються дані для наступного наближення.

Висновки. В результаті розрахунку оптимальні параметри балки покриття, що характеризують рівномірність у відзначених вище чотирьох перерізах, вийшли такими:

$$x = 5,17 \text{ м}, \quad h_1 = 1 \text{ м}, \quad f = 2 \text{ м}.$$

Характеристики перерізу:
елементи 2-7, 4-6, – 2L 63x4
елементи 1-7, 7-6, 6-5 – 2L 63x4
верхній пояс: обойма □ 140x100x4, бетон класу С30/35.

Список літератури

1. Основы расчета и проектирования комбинированных и сталебетонных конструкций [Текст] / Э.Д. Чихладзе, Г.Л. Ватуля, Ю.П. Китов [и др.]; под ред. Э.Д. Чихладзе. – К.: Транспорт Украины, 2006. – 104 с.
2. Ватуля, Г.Л. Несущая способность сталебетонных балок прямоугольного сечения, усиленных шпренгелем [Текст]: дис... канд. техн. Наук / Г.Л. Ватуля. – Харьков, 1999. – 160 с.
3. Чихладзе, Э.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при изгибе и внецентренном сжатии [Текст] / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Известия вузов. Строительство. – 1992. - № 1. – С. 6-10.
4. Чихладзе, Э.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при изгибе и внецентренном сжатии [Текст] / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов, А. Салам // Строительная механика и расчет сооружений. – 1992. – № 3. – С.9-17.

Ключові слова: прогонова будова, раціоналізація конструкції, лінія впливу, шпренгельна балка, критерій оптимальності.

Анотації

У роботі розглядаються питання раціоналізації конструкцій статично визначної сталобетонної шпренгельної балки прогонової будови пішохідного моста і статично невизначної шпренгельної балки покриття.

В работе рассматриваются вопросы рационализации конструкции статически определимой шпренгельной балки пролетного строения пешеходного моста и статически неопределимой шпренгельной балки покрытия.

The author describes the structure rationalization methodology of statically determinate steel concrete braced beam of pedestrian bridge span and statically indeterminate braced roof beam.

УДК 656.2

Канд. техн. наук М.В. Аманова (КУПС)

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КАЗАХСТАНА В МИРОВУЮ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

Представила д-р техн. наук, профессор Г.М. Имашева

Введение. Размеры территории Казахстана, отсутствие прямого выхода к мировому океану, выгодное географическое положение в центре Евразийского материка делают роль железнодорожного транспорта исключительно важной в экономике страны и в соответствии с программой по реализации транзитного потенциала страны.

Международная торговля является средством, с помощью которого страны могут развивать специализацию, повышать производительность своих ресурсов, и таким образом, увеличивать общий объем производства.

По данным аналитических исследований в США [1], рынок сухопутных транспортных трансконтинентальных перевозок «Европа-Азия» составляет свыше 100 млрд долл. в год, причем две трети этого рынка приходится на долю железнодорожного транспорта. Железные дороги Казахстана, по оценке НК ОАО

«Қазақстан темір жолы», позволяют пропустить через Казахстан не менее 10 % указанного грузопотока. Поэтому развитие железнодорожных транспортных коридоров имеет приоритетное значение.

Так, в рамках визита главы Британского Министра иностранных дел и по делам Содружества Джека Стро в Республику Казахстан и в переговорах с Президентом страны Н. Назарбаевым был обсужден широкий круг вопросов казахстанско-британских отношений. Ведущее место среди них принадлежит торгово-экономическому сотрудничеству, основными направлениями которого является энергетика, горнодобывающая промышленность, разведка и добыча полезных ископаемых, строительство, социальная инфраструктура, здравоохранение, транспорт и связь, консалтинговые услуги и др. [1].

Постановка задачи. У Казахстана высокий транзитный потенциал и он

должен приносить стране доходы. Отсюда следует, что национальная транспортная инфраструктура должна как можно скорее интегрироваться в международную транспортную систему.

Изложение материала. Конкурентные преимущества страны также проявляются в больших запасах минерально-сырьевых ресурсов. Их рациональное использование с максимальной выгодой – задача, стоящая перед экономикой страны.

В настоящее время в Казахстане началось выполнение задач, которые ставит политика. Это создание так называемой «цепочки добавленных стоимостей».

В этом плане необходимо проанализировать мировую тенденцию развития экономик стран мирового сообщества.

В настоящее время наблюдается огромное экономическое неравенство между отдельными странами, как результат внедрения высоких технологий.

Можно группировать эти страны следующим образом:

1. В первую группу отнесем индустриально развитые страны: США, Канада, Австралия, Япония и большинство стран Западной Европы. В каждой из этих стран сформировалась рыночная экономика, основанная на использовании эффективных производственных ресурсов, достижений в развитии современного основного капитала, передовых производственных технологий, квалифицированных трудовых ресурсов. Существенная характеристика этих стран – это высокий показатель ВВП на душу населения;

2. Во вторую группу можно отнести небольшую группу стран-экспортеров нефти (в основном таких, как Саудовская Аравия, Кувейт и т.д.), которые отличаются тоже высоким уровнем ВВП в расчете на душу населения. Однако эти страны не относятся к индустриально развитым;

3. В третью группу можно включить большинство стран мира, расположенных в

Африке, Азии и Латинской Америке. Они являются слаборазвитыми или экономически отсталыми странами. Эти государства в целом не прошли полностью стадию индустриализации и их население в основном занято сельским хозяйством. Уровень грамотности в этих странах низок, безработица высока, население растет быстрыми темпами, а экспорт, главным образом, представлен сельскохозяйственной продукцией и сырьем. Ресурсы основного капитала крайне неэффективны, производственные технологии примитивны, производительность труда низка. В этих странах, где проживает большинство населения мира, нищета является широко распространенным явлением.

На сегодняшний день страны СНГ находятся в социально-экономическом развитии, но относятся в целом к третьей группе стран.

Проект ТРАСЕКА подразумевает собой не только интеграцию в сфере торговли и политики, но это также и обмен технологиями, и служит для более эффективного распределения ресурсов между Западом и Востоком, что стимулирует улучшение инвестиционного климата для менее развитых стран, через которые пролегает маршрут, а также способствует свободному перемещению людей и ресурсов, а также культурному и научному росту стран-участниц в целом.

Пути интеграции, способствующие устранению бедности и ускорению экономического роста, по существу одинаковы, как для развитых стран, так и для развивающихся. Интеграция создает условия для эффективного производства и потребления:

1. Запасы мировых природных ресурсов должны использоваться более эффективно. Это влечет за собой не только устранение безработицы, но и более эффективное распределение трудовых и финансовых ресурсов.

2. Производственные ресурсы должны быть эффективно использованы. Обеспечивая гибкость, эффективность использования запасов сырья и средств производства, более эффективно используя также труд и применяя новые технологии, любая экономическая система может улучшить кривую, отражающую производственные возможности стран.

Причины достижения одними странами успеха и отсутствия их у других заключаются в том, что очень различны материальные и социально-культурные условия производства и потребления. Различны и уровни развития производительных сил, которые являются своеобразным индикатором состояния экономики различных стран.

Очень сложно охарактеризовать одним словом роль природных ресурсов в экономическом развитии различных стран. Это в основном связано с тем, что распределение запасов полезных ископаемых среди стран очень неравномерно. Некоторые экономически отсталые страны имеют богатые промышленные месторождения полезных ископаемых. Однако в очень редких случаях им удалось с помощью своих природных богатств достичь быстрого экономического роста и добиться значительного повышения дохода путем его перераспределения при экономических отношениях с богатыми странами. Организация стран-экспортеров нефти (ОПЕК) является этому примером. С другой стороны, необходимо отметить, что во многих случаях природные ресурсы этих стран принадлежат в основном крупным транснациональным корпорациям других индустриально развитых стран или почти полностью контролируются ими. Поэтому вся прибыль от использования ресурсов уходит за границу. Более того, значительные колебания цен на экспортируемые слаборазвитыми странами сельскохозяйственную продукцию и сырье

способствуют нестабильности экономического развития таких стран.

Другие же экономически отсталые страны просто не располагают месторождениями полезных ископаемых, а также испытывают нехватку пахотных земель и энергетических ресурсов. Большинство бедных стран расположены в Центральной и Южной Америке, Африке, на полуострове Индостан и в Юго-Восточной Азии, где преобладает тропический климат. Жаркий, влажный климат не благоприятствует высокопроизводительному труду. Там широко распространены болезни среди людей, животных и растений, а сорняки и насекомые-вредители являются бедствием для сельского хозяйства.

С точки зрения трудовых ресурсов, для многих экономически-отсталых стран характерны: перенаселенность, широкое распространение безработицы, неполное использование рабочей силы и низкая производительность труда.

В случае с Казахстаном, перенаселенность не является тем фактором, который влияет на уровень жизни. Напротив, Казахстан характеризуется огромной территорией и населением меньше 15 млн чел. (сопоставимо с населением города Сеул), причем рождаемость в процентном соотношении к предыдущим годам постоянно снижается, наблюдается высокая детская смертность (экология, низкая материальная обеспеченность, низкий уровень медицинского обслуживания и т.д.) и рост миграции населения (выезд на постоянное местожительство преобладает над въездом).

Что касается третьего фактора, то, кроме низкой производительности труда, в Казахстане существует и фактор миграции в развитые страны наиболее способных, т.е. высококвалифицированных и высокопроизводительных работников, на обучение и специализацию которых государство затратило огромные средства, время и силы. Это так называемая «утечка мозгов».

В регулировании развития производительных сил роль государства на начальной стадии экономического роста должна быть значительной. Это условие во многом вытекает из характера имеющихся барьеров и трудностей экономического развития отсталых стран. Для обеспечения устойчивого развития экономики нужны условия [2]:

1. Обеспечение законности и порядка. Огромной проблемой некоторых беднейших стран является преодоление преступности и предотвращение межплеменных столкновений, отвлекающие моральные и материальные ресурсы общества от хозяйственных задач. Сильное и устойчивое государственное управление необходимо для установления законности и порядка в стране, для достижения мира и единства, обеспечения условий для эффективного производства и потребления;

2. Преодоление слабости частного предпринимательства и создание условий для его развития. Во многих странах отсутствует необходимый энергичный класс предпринимателей, имеющий возможность, желание накопить капитал и развивать производство. В результате частное предпринимательство не в состоянии стать ведущей силой в процессе экономического роста;

3. Создание соответствующей инфраструктуры. Многие трудности экономического роста порождаются отсутствием условий и дефицитом общественно-необходимых товаров и услуг, иначе говоря, недостаточным развитием инфраструктуры производства. Реализация санитарно-гигиенических и основных медицинских программ, повышение уровня образования, обеспечение эффективного орошения и охраны почв, эффективное сооружение дорог и прочих транспортно-коммуникационных систем – все эти нерыночные товары и услуги приносят обществу огромные побочные выгоды.

Только государство способно обеспечить условия для производства общественных благ и услуг в оптимальном объеме;

4. Регулирование накопления и объема капиталовложений. Иногда вмешательство государства требуется для решения проблемы на пути к сбережению и инвестициям, которые тормозят процесс эффективного использования капитала в экономически отсталых государствах.

Иногда единственным выходом из положения является то, что обеспечить выход из положения могут лишь налоговая ипотека и фискальные меры, стимулирующие эффективность капитала. Здесь принципиально возможны два альтернативных варианта выбора пути. Во-первых, уровень накопления можно увеличивать с помощью повышения налогов. Дополнительные налоговые поступления направляются на осуществление наиболее важных капиталоемких проектов. При этом часто возникает острая проблема, связанная с созданием справедливой и эффективной налоговой системы, ее четким функционированием, обеспечением условий для более или менее всеобщего соблюдения налогового законодательства.

Второй путь состоит в создании условий для принудительного стимулирования сбережений через регулирование уровня инфляции. Государство может финансировать деятельность субъектов для накопления капитала, пуская в оборот дополнительную денежную массу или же продавая банкам облигации и используя полученные доходы. Это порождает процесс дополнительного налогообложения экономики. Считается, что эта методика является нецелесообразной. Что же касается международных экономических отношений, то рост инфляции обычно стимулирует наращивание импорта и замедляет рост экспорта из страны, т.е. ухудшает ее платежный баланс.

Необходимо подчеркнуть еще раз, что у Казахстана непростое географическое местоположение. С одной стороны, это государство, имеющее выход только к Каспийскому морю, когда проблемы совместного пользования и раздела между прикаспийскими государствами еще не решены, а с другой – у него резко континентальный климат, не позволяющий производить повсеместно весь спектр сельскохозяйственных культур, и наличие тех характерных факторов, присущих экономически отсталым государствам. Но в то же время у республики имеются хорошие перспективы в отношении развития транзита грузов (который может

приносить ежегодно республике до 1 млрд долл. дохода), обладает богатейшими запасами нефти и газа и других полезных ископаемых. Но самое главное, что Казахстан развивается как светское государство с рыночной высокотехнологической ориентацией, расширяет международную торговлю, участвует во многих международных проектах, и тем самым интегрируется в мировое сообщество. Этому сопутствует участие Казахстана в таких проектах, как ТРАСЕКА, что является одним из тех шагов, которые делает Республика Казахстан в сторону прогресса и улучшения жизни всех казахстанцев [3].

Список литературы

1. Назарбаев, Н.А. Превратить Каспий в демилитаризованную зону [Текст] / Н.А. Назарбаев // *Le nouvel economiste* (Новый экономист). – 2004. – 23-29 января.
2. Железнодорожный транспорт Казахстана: реструктуризация и пути интеграции в мировую экономику [Текст] / Е.Д. Атамкулов [и др.]; под общ. ред. Р.К. Сатовой. – Алматы: Экономика, 2003. – 742 с.
3. Исингарин, Н.К. Казахстан и Содружество: проблемы экономической интеграции [Текст] / Н.К. Исингарин. – Алматы: БИС, 2000. – 213 с.

Ключевые слова: транзит, инфраструктура, экономика, страна, анализ, доход.

Анотации

Показано, що Казахстану притаманний високий транзитний потенціал, який повинен приносити країні доходи. Звідси випливає, що національна транспортна інфраструктура повинна якнайшвидше інтегруватися в міжнародну транспортну систему. Конкурентні переваги країни також виявляються у великих запасах мінерально-сировинних ресурсів. Їх раціональне використання з максимальною вигодою – завдання, що стоїть перед економікою країни. Зроблена спроба аналізу світової тенденції розвитку економік країн світового суспільства.

Показано, что у Казахстана высокий транзитный потенциал, и он должен приносить стране доходы. Отсюда следует, что национальная транспортная инфраструктура должна как можно скорее интегрироваться в международную транспортную систему. Конкурентные преимущества страны также проявляются в больших запасах минерально-сырьевых ресурсов. Их рациональное использование с максимальной выгодой – задача, стоящая перед экономикой страны. Сделана попытка анализа мировой тенденции развития экономик стран мирового сообщества.

The paper shows that high transit potential of Kazakhstan, and it should bring the country revenue, it follows that the national infrastructure of transport must quickly integrate into the international transport system. Other competitive advantages of the country as well manifested in the large reserves of mineral – raw materials, their wounds. Their rational use to best advantage – the same problem facing the country's economy. Made an attempt to analyze the global trends in the economies of the world community.

УДК 625.143.07

Канд. экон. наук Б.А. Омарова (КУПС)

ОЦЕНКА ПРОМЕРЗАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

Представил д-р техн. наук, профессор Т.С. Саржанов

Введение. Железнодорожный транспорт нашел широкое применение в различных отраслях народного хозяйства Республики Казахстан. Общая протяженность железных дорог превышает 32 тыс. км, в том числе магистральных более 16 тыс. км, промышленных и карьерных железных дорог – столько же.

Одним из важных элементов железнодорожного пути является земляное полотно, в основании которого залегают грунты и горные породы с различными физико-механическими свойствами, которые играют важную роль в обеспечении его устойчивого и стабильного состояния.

Известно, что объем ремонтных работ, связанных с содержанием земляного полотна, составляет более 40 % от общей стоимости содержания железнодорожного пути. При эксплуатации железнодорожного пути мало внимания уделяется содержанию земляного полотна; во время капитального ремонта производится только замена рельсошпальной решетки, а загрязненный балласт не вывозится, а сдвигается на откос. Вследствие повышения массы и длины поездов, а также осевых нагрузок до 300 кН возникают остаточные деформации

с разрушением щебня, особенно слабых горных пород.

Постановка задачи. Значительное влияние на работу земляного полотна оказывают климатические факторы. Таким образом, обеспечение работоспособности земляного полотна железнодорожного пути на основе управления физико-механическими параметрами земляного полотна железнодорожного пути является актуальной проблемой.

Изложение материала. Большая часть железных дорог Казахстана (более 70 %) имеет земляное полотно, отсыпанное из глин, суглинков и супесей [1]. При плитном подрельсовом основании железнодорожного пути не допускается морозное пучение глинистых грунтов насыпей и выемок. Поскольку в северных районах Казахстана промерзание грунтов достигает, по данным профессора А.Д. Омарова [1], 2-3 м, необходимы конструктивные меры для защиты от промерзания глинистых грунтов земляного полотна. Для ближайшего к Казахстану региона Западной Сибири, по данным Г.П. Бредюка [2-3], наибольшее промерзание отмечается в железнодорожных насыпях (таблица).

Расчетная глубина промерзания грунтов земляного полотна на двухпутных участках, м

Выемки (суглинки)	Нулевые места (суглинки)	Насыпи (суглинки)
2,5	2,6	2,7

Большее промерзание грунта насыпей (по сравнению с выемками) объясняется большей площадью конвективного теплообмена между насыпью и окружающим воздухом и меньшим удельным притоком тепла к насыпи от основания земляного полотна.

Территория Казахстана в основном размещается в 4-й и 3-й зонах по [4], где сумма отрицательных градусо-часов составляет от 780 до 2500 градусо-часов.

Грунтовый массив земляного полотна с действующими на него внешними силами является открытой термодинамической системой, параметры состояния которой связаны между собой определенными соотношениями-уравнениями механики и термодинамики [4].

Теплопередача – процесс распространения тепла. Способы переноса тепла: теплопроводность (реализуется внутри твёрдых тел), конвекция (возникает в результате перемешивания в жидкостях и газах), тепловое излучение (лучеиспускание). В реальных условиях тепло передаётся комбинированным способом.

Периодические изменения составляющих уравнений радиационно-теплового баланса описываются выражением

$$R - \Phi - P - B = 0, \quad (1)$$

где R – радиационный баланс;

Φ – затраты тепла на фазовые переходы воды;

P – турбулентный энергообмен поверхности с атмосферой;

B – теплообмен между поверхностью и толщей выделенного грунтового массива.

Количество теплоты, передаваемой от горячего теплоносителя, прямо пропорционально площади теплопередающей поверхности F , действующей средней разности температур Δt , продолжительности процесса T и коэффициентатеплоотдачи α

$$Q = \alpha F(t_{cm} - t_{oc}) = \alpha F \Delta t \tau. \quad (2)$$

Коэффициент теплоотдачи α показывает, какое количество теплоты передаётся от горячего теплоносителя к холодному через 1 м² поверхности при средней разности температур в 1 градус за 1 с

$$\alpha = \frac{Q}{F \Delta t \tau} \left[\frac{\text{дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{град}} \right], \left[\frac{\text{вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}} \right], \left[\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}} \right]. \quad (3)$$

Уравнение теплопроводности в сплошной среде имеет вид

$$K_x \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right) + K_y \left(\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + K_z \left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + Q = \rho C \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (4)$$

где K_X, K_Y, K_Z – коэффициенты теплопроводности в направлении глобальных осей X, Y, Z , кВт/м;

T – температура, °С;

Q – источник тепла внутри тела, который считается положительным, если тепло подводится к телу, кВт/м³;

ρ – плотность, Т/м³;

C – удельная теплоемкость, Дж/кг;

t – время.

Если температура известна на некоторой части границы, то можно записать

$$K_X \frac{\partial T}{\partial X} 1_x + K_Y \frac{\partial T}{\partial Y} 1_y + K_Z \frac{\partial T}{\partial Z} 1_z + h(T - T_\infty) + q = 0, \quad (6)$$

где h – коэффициент теплообмена, кВт/м²;
 T – температура на границе (неизвестная);

T_∞ – температура окружающей среды (известная);

$1_x, 1_y, 1_z$ – направляющие косинусы;

q – поток тепла, кВт/м².

При расчетах теплоизолирующих устройств и покрытий определяется глубина промерзания утепляемого грунта z , м, и толщина подушки или покрытия m , м.

Глубина промерзания грунта z для любого однородного грунта может быть определена непосредственными прямыми наблюдениями или взята по данным мерзлотометров. Как правило, она принимается как максимальная из максимальных глубин сезонного промерзания грунта по данным многолетних наблюдений за период не менее 10 лет.

При отсутствии таких данных она может быть рассчитана в соответствии с указаниями [4] по следующей формуле (при промерзании грунтов до 2,5 м)

$$T = T_B(S), \quad (5)$$

где T_B – температура на границе, которая может быть функцией координат точек поверхности S .

Если на границе происходит конвективный теплообмен, который характеризуется величиной $h(T - T_\infty)$, или задан поток тепла q , то граничное условие имеет вид

$$z = d_{fn} \sqrt{M_t}, \quad (7)$$

где d_{fn} – нормативное значение глубины промерзания, м;

d_0 – параметр (найденный эмпирически), принимаемый равным для суглинков и глин 0,23 м; супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28 м; песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0,30 м и крупнообломочных грунтов – 0,34; значение d_0 для грунтов неоднородного сложения может определяться как средневзвешенное в пределах глубины промерзания;

M_t – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по результатам наблюдений местной гидрометеорологической станции, а при их отсутствии – по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» [5].

Для расчетов промерзания насыпей на плитном основании не удается использовать традиционную методику, предназначенную для однородного грунта. Для сложных многослойных конструкций

насыпей эффективно применение численных методов, позволяющих учесть конвективный теплообмен грунта верха и откосов насыпи и охлажденного воздуха и тепловой поток через основание насыпи. Толщина и ширина пенопластового покрытия определяется теплотехническим расчетом из условия полного выведения пучинистых грунтов из зоны промерзания. Минимальная толщина покрытия принимается 0,04 м, а ширина – 4 м под один путь. Обязательной является срезка обочин земляного полотна до уровня пенопласта для отвода воды из балластного слоя.

Покрытия должны иметь довольно высокие прочностные характеристики. Материалы покрытия должны выдерживать напряжения, возникающие при укладке на них щебеночного балласта, а геометрические размеры должны обеспечивать возможность укладки при работе щебнеочистительных машин.

Надежность и долговечность пенополистирола определяется пределом прочности его на сжатие и водопоглощением. Длину плит пенополистирола принимают равной ширине покрытия основной площадки земляного полотна (4...5 м). Длина плит допускается не менее половины ширины покрытия.

Профессором Э.П. Исаенко и к.т.н. М.В. Безруковым [5] разработана конечно-

элементная модель бесстыкового пути, включающая рельсошпальную решетку (с параметрами ее геометрии, моментов инерции, прочностных характеристик) с присоединенными к ней упругими элементами типа Spring, Gap, DOF, крутильной жесткости, учитывающими вертикальную (различную вверх и вниз) упругость пути, поперечную и продольную упругость пути и сопротивление повороту рельса в узле скрепления без отрыва от подкладки. Эта модель для прямых и кривых может учитывать прижатие рельса клеммой скрепления, отступления от норм содержания пути (просадки пути и углы по направлению), ослабления пути при производстве работ (количество освобожденных от балласта торцов шпал) и заметно реагирует на изменение исходных данных. Может быть использована для оценки влияния на устойчивость пути против выброса работающих на пути машин.

Расчеты промерзания слоистых грунтовых железнодорожных насыпей, состоящих из разных по теплотехническим характеристикам материалов, можно выполнить только численными методами. В наших расчетах использована программная система COSMOS/M.

Конечно-элементная модель промерзающей насыпи приведена на рис. 1.

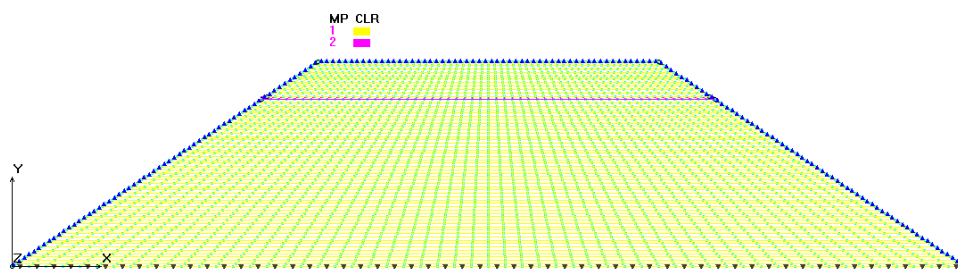


Рис. 1. Конечно-элементная модель промерзающей насыпи

На рис. 2-3 приведены расчетные распределения температур в зависимости от величины отрицательных градусо-часов при устройстве теплоизолирующего

пенополистирольного покрытия и без него. На графике показано распределение температур по оси насыпи от верха до основания насыпи.

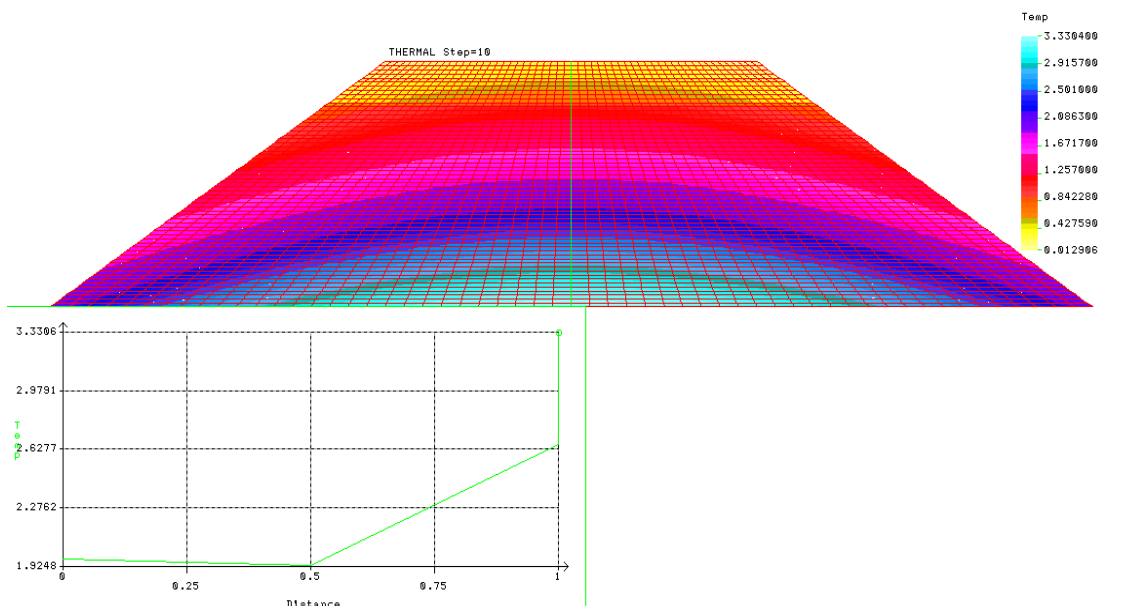


Рис. 2. Распределение температур в насыпи при устройстве теплозащитного слоя через 2400 отрицательных градусо-часов

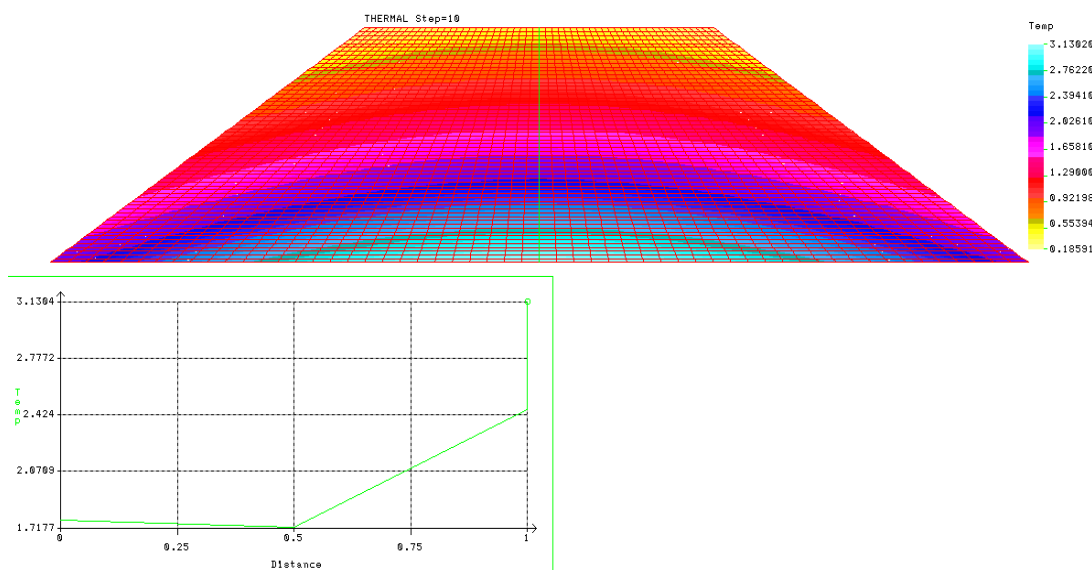


Рис. 3. Распределение температур в теле насыпи без устройства теплоизолирующего слоя после 2400 отрицательных градусо-часов

Выводы. При устройстве железнодорожного пути на плитном основании обязательно размещение теплозащитного слоя в Южной, Средней и

Северной зонах Казахстана (если глинистые грунты попадают в зону промерзания).

Список литературы

1. Омаров, А.Д. Земляное полотно железных дорог Казахстана [Текст] / А.Д. Омаров. – Алматы : Бастау, 2000. – 208 с.
2. Бредюк, В.Б. Автоматизированная система постановки пути в проектное положение [Текст] / В.Б. Бредюк // Путь и путевое хозяйство. – 1997. – № 12. – С. 34-39.
3. Бредюк, Г.П. Расчет противопучинных устройств [Текст] / Г.П. Бредюк // Путь и путевое хозяйство. – 1966. – № 3. – С. 34-36.
4. Строительно-технические нормы МПС РФ. Железные дороги колеи 1520 мм [Текст] / СТН Ц-01-95. – М. : Транспорт, 1995. – 199 с.
5. Расчеты железнодорожного пути с использованием конечно-элементных моделей [Текст]: учеб.-метод. пособие / Исаенко Э.П. [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегородский печатник, 2002. – 215 с.

Ключевые слова: скорость, метод, состав, деформация, нагрузка.

Аннотации

Навантаження залізничної колії рухомим складом є випадковим процесом, залежним від його конструкції і параметрів, осьових навантажень, швидкості руху, деформацій колії під навантаженням, нерівностей як на рейках, так і на колесах, динамічних якостей рухомого складу, змінності жорсткісних і диссипативних характеристик, температурних напруг та ін. Розглянуто можливість числового моделювання залізничної колії методом кінцевих елементів.

Нагрузка железнодорожного пути подвижным составом является случайным процессом, зависящим от его конструкции и параметров, осевых нагрузок, скорости движения, деформаций пути под нагрузкой, неровностей как на рельсах, так и на колесах, динамических качеств подвижного состава, переменности жесткостных и диссипативных характеристик, температурных напряжений и др. Рассмотрена возможность численного моделирования железнодорожного пути методом конечных элементов.

Loading of a railway way a rolling stock is the casual process depending on its design and parameters, axial loadings, speeds of movement, way deformations under loading, roughnesses both on rails, and on wheels, dynamic qualities of a rolling stock, variability of the stiffness and dissipation characteristics, temperature tension, etc. In article possibility of numerical modeling of a railway way is considered by a method of final elements.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПУТЕВУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА

Представил д-р техн. наук, профессор А.А. Шалкаров

Введение. Промышленный транспорт осуществляет перевозку разнообразных грузов между предприятиями, вывоз готовой продукции на внешнюю сеть магистральных железных дорог, а также внутризаводские перемещения сырья, топлива и полуфабрикатов производства. Специфика этих грузов вызывает необходимость использования различных, зачастую специализированных, типов подвижного состава. На путевую безопасность железнодорожного транспорта влияют как внутренние, так и внешние факторы [1-2].

Постановка задачи. Для оценки влияния внешних факторов на состояние путевой безопасности рассмотрим воздействие климатических условий и превышение фактических объемов грузоперевозок по сравнению с проектным в условиях Казахстана.

Изложение материала. При сравнении квартальных и месячных данных нарушений путевой безопасности выявлены периодические колебания, возникающие под влиянием смены времен года. Они являются результатом влияния природно-климатических условий.

В широком понимании к сезонным условиям относятся все явления, которые обнаруживают в своем развитии отчетливо выраженную закономерность внутригодовых изменений, т.е. более или менее устойчиво повторяющиеся из года в год колебания уровней.

В статистике периодические колебания, которые имеют определенный и постоянный период, равный годовому

промежутку, носят название «сезонные колебания» или «сезонные волны», а динамический ряд в этом случае называют сезонным рядом динамики.

Сезонные колебания отрицательно влияют на результаты производственной деятельности. Поэтому при планировании мероприятий по повышению уровня путевой безопасности необходимо учитывать результаты исследования сезонных колебаний [3-5].

В статистике существует ряд методов изучения и измерения сезонных колебаний. Воспользуемся методом построения специальных показателей, которые называются индексами сезонности J_s . Совокупность этих показателей отражает сезонную волну [6].

Для того, чтобы выявить устойчивую сезонную волну, на которой не отражались бы случайные условия одного года, индексы сезонности вычисляют по данным за несколько лет.

Для расчета индекса сезонности воспользуемся статистическим рядом динамики нарушений путевой безопасности за период с 2001 по 2008 год по месяцам года (табл. 1).

Для каждого месяца рассчитывается: средняя величина уровня \bar{Y} , затем вычисляется среднемесячный уровень для всего ряда \bar{Y} , после чего определяется показатель сезонной волны – индекс сезонности J_s , как процентное отношение средних для каждого месяца к общему среднемесячному уровню ряда, %:

$$I_s = \frac{\bar{y}_i}{\bar{y}} \cdot 100, \quad (1)$$

\bar{y} - среднемесячный уровень для всего ряда.

где \bar{y}_i - средний уровень для каждого месяца;

Для наглядного представления сезонной волны исчисленные индексы сезонности приведены на графике (рис. 1).

Таблица 1

Статистический ряд динамики нарушений путевой безопасности и расчет индексов

Месяц	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Среднее количество браков	U_s
Январь	20	17	19	7	20	20	7	5	14.4	115
Февраль	20	14	23	17	15	8	13	2	14.0	112
Март	22	18	21	16	21	10	13	12	16.6	133
Апрель	30	34	31	28	26	24	26	22	27.6	221
Май	26	24	27	31	21	40	29	41	29.9	239
Июнь	16	22	21	13	29	44	23	31	23.6	189
Июль	30	26	24	22	32	28	26	18	25.7	206
Август	34	26	24	22	16	23	27	24	24.5	196
Сентябрь	24	20	18	26	17	26	18	25	21.7	174
Октябрь	14	23	18	29	15	11	13	15	17.2	138
Ноябрь	17	12	8	13	24	5	9	12	12.5	100
Декабрь	17	22	10	10	16	9	9	7	11.2	90
ИТОГО									238,9	1913
В среднем									19,9	159,4

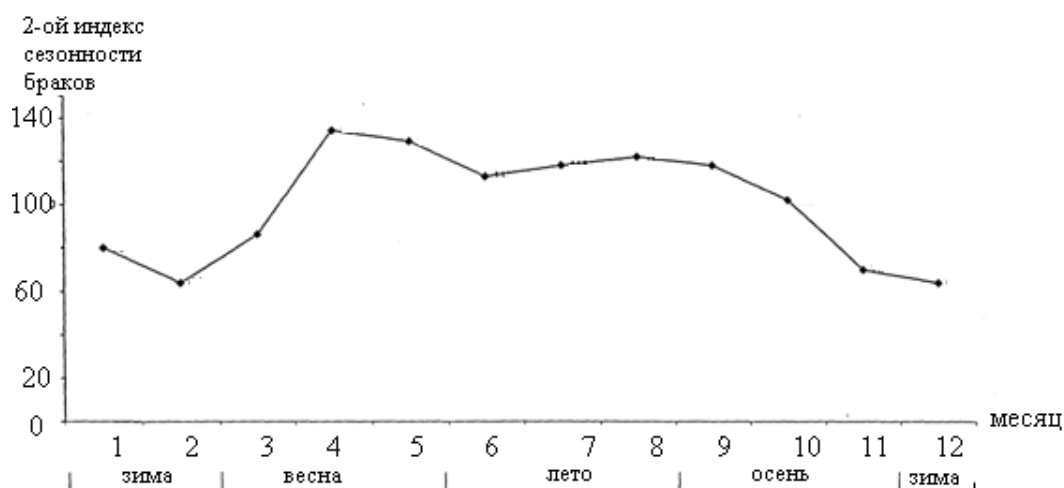


Рис. 1. Динамика сезонных колебаний

Анализ данных рис. 1 позволяет сделать следующие выводы:

- количество нарушений путевой безопасности характеризуется резко выраженной сезонностью;

Будівельні матеріали та конструкції

- количество нарушений путей безопасности по отдельным месяцам года отклоняется от среднемесячной до 36%;

- минимальное количество нарушений путей безопасности происходит в феврале и декабре, а максимальное – в апреле.

Это объясняется следующими причинами:

- отсутствие водоотводных сооружений;

- оттаивание земляного полотна (выполненного в основном из глины) и насыщение его талой водой;

- отвлечение монтеров пути текущего содержания до 1994 года на выполнение работ капитального характера;

- начало выполнения работ по капитальному ремонту пути сторонними организациями до 1994 года в июне.

Учитывая результаты анализа перевозок, предлагается использовать при

анализе динамики нарушений путей безопасности понятие коэффициент, учитывающий изменение объема грузоперевозок (для учета влияния фактора перегрузки путей схемы и других технических средств в разные периоды времени) по отношению к проектному:

$$K_{u\text{ эр}} = \frac{Q_i}{Q_{np}}, \quad (2)$$

где Q_i - фактический объем грузоперевозок в i -й период, млн т;

Q_{np} - проектный объем грузоперевозок, млн т.

Данные динамики грузоперевозок на ПО Балхашском горно-обогатительном комбинате и Коныратском руднике в период с 2001 по 2008 годы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Динамика грузоперевозок и выпуска продукции с 2001 по 2008 годы

Год	Объем грузоперевозок, млн т	Выпуск продукции, тыс. т	$K_{пер}$	Количество стрелочных переводов	Строительная длина пути, км
2001	4,05	447	3,20	107	22,54
2002	4,63	455	3,26	107	22,73
2003	4,59	459	3,26	111	23,94
2004	4,78	466	3,39	112	24,14
2005	4,86	467	3,45	112	24,85
2006	5,13	470	3,64	112	24,96
2007	5,16	471	3,66	112	24,96
2008	4,79	465	3,65	112	24,96

Математическая функция зависимости количества нарушений путей безопасности от коэффициента, учитывающего изменение объема грузоперевозок по отношению к проектному может быть записана в следующем виде:

$$\bar{n} = 109,94 \cdot K_{np} - 63,23. \quad (3)$$

Следовательно, зависимость количества путей безопасности от коэффициента, учитывающего изменение объема по отношению к проектному, имеет сильную прямую связь и при анализе необходимо учитывать влияние перегрузки путей схемы.

Графически зависимость количества нарушений путей безопасности от коэффициента, учитывающего изменение объема грузоперевозок по отношению к проектному, представлена на рис. 2.

Учитывая данную зависимость, воспользуемся методикой ранжирования для определения изменения тесноты связи между количеством нарушений путей безопасности и трудозатратами на ремонт и содержание пути с учетом $K_{пер}$.

При анализе данной зависимости можно сделать вывод, что доля влияния данного фактора является более значимой и при увеличении затрат на ремонт и содержание пути количество нарушений путей безопасности снижается.

Используя данную зависимость можно ориентировочно с определенной долей вероятности рассчитать необходимый уровень затрат на ремонт и содержание пути (для данного предприятия) для снижения уровня аварийности.

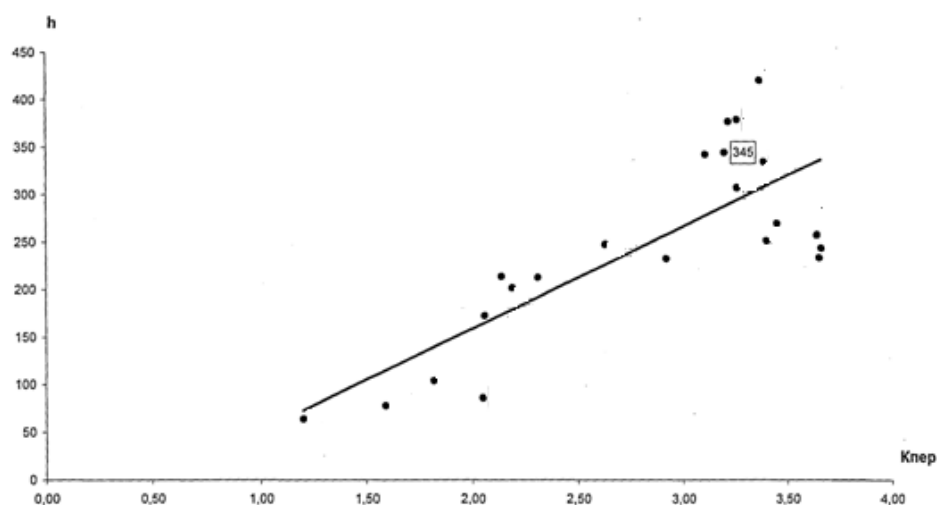


Рис. 2. Зависимость количества нарушений путей безопасности от коэффициента, учитывающего изменение объема грузоперевозок по отношению к проектному

Вывод. Количество нарушений путей безопасности характеризуется резко выраженной сезонностью; количество нарушений путей безопасности по отдельным месяцам года

отклоняется от среднемесячной до 36 %; минимальное количество нарушений путей безопасности происходит в феврале и декабре, а максимальное – в апреле.

Список литературы

1. Путь и путьевое хозяйство промышленных железных дорог [Текст] / В.Ф. Яковлев, Б.А. Евдокимов, В.Е. Паранукян, А.Н. Перцев; под ред. В.Ф.Яковлева. – Л. : Транспорт, 1990. – 326 с.
2. Лисенков, В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов [Текст]: учеб. для вузов / В.М. Лисенков. – М. : ВИНТИ РАН, 1999. – 240 с.
3. Шишков, А.Д. Народнохозяйственная эффективность повышения надежности технических средств железнодорожного транспорта [Текст] / А.Д. Шишков. – М.: Транспорт, 1986. – 186 с.

4. Управление техническим состоянием пути / Н.И. Карпущенко [и др.]. – Новосибирск: Издательство СГАПС, 1995. – 205 с.
5. Шахунянц, Г.М. Железнодорожный путь [Текст] / Г.М. Шахунянц – М.: Транспорт, 1987. – 479 с.
6. Гусаров, В.М. Статистика [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.М. Гусаров. – М.: ЮНИТИ-Дана, 2001. – 162 с.

Ключевые слова: безопасность, нарушение, фактор, внешний, климатические условия.

Аннотации

Для оцінки впливу зовнішніх чинників на стан колійної безпеки розглянуто дію кліматичних умов і перевищення фактичних обсягів вантажоперевезень в умовах Казахстану. Показано, що кількість порушень колійної безпеки характеризується різко вираженою сезонністю; кількість порушень колійної безпеки по окремих місяцях року відхиляється від середньомісячної до 36 %; мінімальна кількість порушень колійної безпеки відбувається в лютому і грудні, а максимальне – в квітні.

Для оценки влияния внешних факторов на состояние путевой безопасности рассмотрено воздействие климатических условий и превышение фактических объемов грузоперевозок в условиях Казахстана. Показано, что количество нарушений путевой безопасности характеризуется резко выраженной сезонностью; количество нарушений путевой безопасности по отдельным месяцам года отклоняется от среднемесечной до 36 %; минимальное количество нарушений путевой безопасности происходит в феврале и декабре, а максимальное – в апреле.

In the article the definition of spatial effects taken rolling into the path of the rail hardness and kontrol'sovyh threads. This has taken into account the changing nature of the page fit the curve at elastic crew otzatiâh railway and kontrol'sovyh threads. The proposed method allows to take into account the case where the crew first axle is begunkovoj or just has a great running start. The algorithm provides that if the first consistently tight plays the second axis axis crew.

УДК 625.033

Канд. экон. наук Г.А. Омарова (КУПС)

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПРАВКИ ПУТИ ПРИ ЕГО УСТРОЙСТВЕ НА ТЕМПЫ НАКОПЛЕНИЯ ПРОСАДОК

Представил д-р техн. наук, профессор Т.С. Саржанов

Введение. Современные проблемы дальнейшего развития бесстыкового пути в СНГ имеют довольно глубокие исторические корни. В 30-40-е гг. XX в. эта конструкция достаточно широко применялась в промышленно развитых

странах Европы и Америки. В бывшем СССР ее внедрение задерживалось прежде всего из-за нехватки новых рельсов и других элементов верхнего строения.

Были также и другие причины отставания: слабое промежуточное

(костыльное) скрепление, на главных магистралях использовался в основном песчаный балласт, отсутствовали технические средства для сварки рельсов.

Постановка задачи. Трудоемкость обслуживания бесстыкового железнодорожного пути зависит от установленной скорости движения поездов, темпа накопления остаточных деформаций и величин допускаемых отступлений от нормы.

Изложение материала. По сравнению со звеньевым путем бесстыковой железнодорожный путь имеет меньшее удельное сопротивление движению поездов (до 15 %), расходы электроэнергии и топлива на тягу поездов; меньше объемы работ по выправке пути (до 25 %); продлеваются сроки службы элементов верхнего строения пути (до 25 %); сокращается расход металла на стыковые рельсовые скрепления, повышается комфортабельность езды пассажиров; выше надёжность работы рельсовых цепей автоблокировки; снижается уровень шума (на 5-15 дБ).

Основные деформации верхнего строения железнодорожного пути накапливаются в балластном слое при его сжатии и вибрации под нагрузкой. Темпы накопления остаточных деформаций в балластном слое зависят от многих условий:

- от конструкции пути и характера связей между его элементами, вида и качества балластных материалов;
- засоренности балласта пылеватыми частицами, продуктами разрушения щебня, углем, рудой и другими сыпучими грузами;
- от климатических условий, условий эксплуатации, а также от технологии текущего содержания и ремонтов пути.

Грунт для сооружения земляного полотна железных дорог является самым дешевым строительным материалом. Проблема грунтов многих регионов Казахстана заключается в недостаточной прочности местных просадочных глинистых грунтов, используемых для устройства фундамента пути – земляного

полотна. Недостаточная механическая прочность грунтов приводит к росту амплитуд неровностей рельсовой колеи при движении поездов. При существенном росте скоростей движения и осевых вагонных нагрузок традиционные конструкции земляного полотна, непосредственно контактирующие с верхним строением пути, неэффективны. Они требуют слишком больших затрат на выполнение различных ремонтов пути и на надзор за состоянием пути.

Влияние некоторых факторов на накопление остаточных деформаций изучено больше (например, роль загрязнения балласта), а роль некоторых конструктивных и технологических факторов изучена недостаточно, хотя их учет может существенно повысить эффективность бесстыкового пути.

После укладки, стабилизации и выправки бесстыкового пути из новых материалов в процессе эксплуатации возникают и развиваются просадки пути, перекосы, искривления пути в плане и профиле. Первоначально пологие в плане и профиле неровности постепенно покрываются все возрастающим количеством более коротких и крутых неровностей, и так происходит, пока все протяжение пути не покроют короткие просадки и перекосы разных степеней. С увеличением по протяжению пути доли коротких неровностей усиливается амплитуда колебаний подвижного состава и его силовое воздействие на путь. Возрастают напряжения в элементах пути и соответственно темпы накопления остаточных деформаций.

Напряжения в балласте, как показано в работе [1], определяют темп роста остаточных деформаций пути в соответствии с зависимостью

$$N_1 = N_2(D_2/D_1)^n, \quad (1)$$

где D_1, D_2 - дисперсии напряжений в балласте (до образования просадок и после);

N_1, N_2 - количество циклов нагрузки, приводящих к одинаковым остаточным деформациям в балласте;

n - показатель степени (изменяется в пределах от 3 до 4).

Исследовалось влияние накопления просадок пути на дисперсию напряжений в балласте. Для анализа были привлечены характеристики опытных участков пути с разной наработкой тоннажа в регионах Западной Сибири и Казахстана общим протяжением 1170 км со звеньевым и бесстыковым путем. Характеристики лент вагона-путеизмерителя для опытных участков пути вводились с помощью дигитайзера и анализировались на ПК по программе ВИЭП (взаимодействие экипажа и пути) с целью расчета дисперсий напряжений в балласте "Д". Характеристики каждого участка – количество и общая

протяженность просадок пути разных степеней, число замен шпал, наработка тоннажа и др. (10 параметров и величина «Д») заносились в карточки участков. Всего было составлено более 5000 карточек за три года эксплуатации опытных участков пути. Данные карточек были введены в память ПК и подвергнуты корреляционному анализу. В таблице приведена для примера одна из корреляционных матриц для одного из участков пути. Подобные матрицы получены и для остальных участков.

Как видно из анализа данных таблицы, дисперсия напряжений в балластном слое "Д" более всего зависит от количества просадок первой, второй и третьей степеней.

Таблица

Коэффициенты взаимной корреляции характеристик пути

Характеристика пути	Дисперсия "Д"	Пропущенный тоннаж	Число замен шпал	Кол-во просадок 1-й ст.	Кол-во просадок 2-й ст.	Кол-во просадок 3-й ст.
Дисперсия напряжений в балласте "Д"	1,0	0,48	0,24	0,67	0,71	0,60
Пропущенный тоннаж		1,0	0,41	0,48	0,44	0,24
Число замен шпал			1,0	0,21	0,18	0,20
Количество просадок 1-й степени				1,0	0,71	0,28
Количество просадок 2-й степени					1,0	0,43
Количество просадок 3-й степени						1,0

Нужно учесть, что просадки пути третьей степени после прохода вагона-путеизмерителя обычно путейцами

немедленно устраняются. Эти выправки пути при подсчете числа просадок третьей степени в нашем анализе могли быть

учтены не полностью. Возможно поэтому корреляционный коэффициент просадок третьей степени меньше, чем соответствующие коэффициенты корреляции для просадок первой и второй степеней.

Наработка тоннажа в миллионах тонн брутто на километр меньше влияет на величину дисперсии « D », чем количество просадок. Количество просадок второй степени зависит от числа просадок первой

степени. Из этого следует необходимость качественной выправки бесстыкового пути в плане и продольном профиле при его устройстве и после стабилизации балластного слоя.

Корреляционная зависимость параметра « D » от количества просадок первой степени S_1 , второй степени S_2 , третьей степени S_3 для бесстыкового пути имеет вид:

$$D = 0.178 + 0.00217S_1 + 0.00121S_2 + 0.0011S_3 \text{ (кг}^2\text{/см}^4\text{)}. \quad (2)$$

На рис. 1 показаны кривые регрессии дисперсии « D » от суммарной длины просадок в метрах на километр пути и от пропущенного тоннажа в миллионах тонн. Характерно, что пропущенный тоннаж не является доминирующим фактором накопления неровностей пути. Можно даже сказать о наличии очень слабой связи этого процесса с наработкой тоннажа, хотя во многих нормативах наработка является определяющим фактором. В действительности она просто более удобна для традиционных расчетов и поэтому принята основной. Значит эти расчеты не имеют должной основы и должны быть заменены и тогда Департамент пути и сооружений АО «Национальная компания «Казахстан темир жолы» сможет получить существенное и оправданное снижение затрат на текущее содержание железнодорожного пути.

В бесстыковом пути влияние просадок пути чуть меньше, чем в звеньевом, здесь еще меньше влияние наработки тоннажа. Разброс величин « D » очень велик и это позволяет утверждать, что одна только наработка тоннажа не должна быть критерием для назначения капитального ремонта бесстыкового пути. Суммарная длина просадок имеет более тесную связь с величиной « D », чем наработка тоннажа.

Из вышеизложенного очевидна необходимость обеспечения высокого качества силового плана и профиля

бесстыкового пути (имеется в виду выправка просадок всех степеней с подъемкой на балласт и оставление в пути только пологих синусоидальных неровностей протяжением более 15-20 м с амплитудой колебаний неровностей не более 2-3 мм с отступлениями по уровню не более 2 мм) при укладке бесстыковых плетей, достигаемая только с помощью компьютерной управляющей системы «Навигатор» для машин ВПР 02 или ВПРС или машины DUOMATIC. При таком качестве геометрии пути расчетная дисперсия напряжений в балласте « D » (как видно из анализа данных рис. 2) менее 0,18. На рис. 3 показано влияние величины « D » на скорость накопления остаточных деформаций балластного слоя. При «удовлетворительной» выправке пути (« D »=0,35) остаточные деформации пути накапливаются втрое быстрее, чем при «отличной» выправке с применением компьютерных рихтовочных систем.

По данным профессора Э.П. Исаенко [2], при закладке на Горьковской железной дороге в зоне скоростей пассажирских поездов 150 км/ч и грузонапряженностью 40 млн т в год опытного участка протяжением 2,4 км бесстыкового пути с рельсами Р65, железобетонными шпалами, щебеночным балластом мощностью 0,4 м под шпалой, упругими промежуточными рельсовыми скреплениями типа БПУ была достигнута высокая первоначальная ровность пути за счет использования

выправочной системы «Навигатор». Средняя величина просадки при этом составила 2,0 мм. Последующие 12 лет на участке не выполнялось никаких ремонтов и качество пути летом и зимой оценивалось «отлично», а весной – «хорошо». Из

опытного участка не было изъято ни одного острodefектного рельса. Через 12 лет эксплуатации средняя просадка пути на этом участке составила 4 мм и позволяет иметь максимальную скорость движения поездов 200 км/ч.

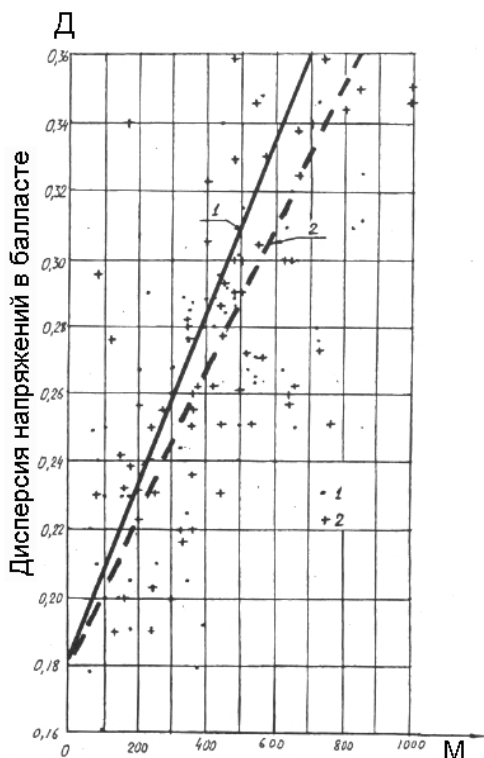


Рис. 1. Зависимость параметра «Д»-дисперсии напряжений в балласте от суммарной длины просадок 2-й и 3-й степени: 1 – бесстыковой путь, 2 – звеньевой путь

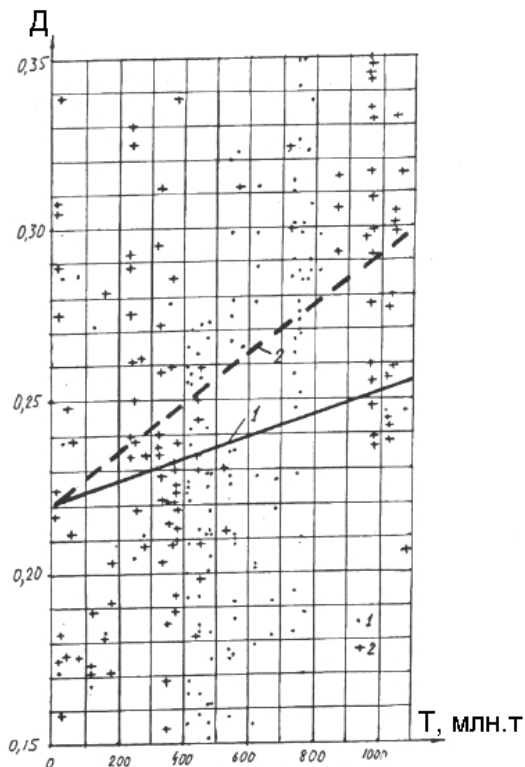


Рис. 2. Зависимость параметра «Д»-дисперсии напряжений в балласте от наработки тоннажа: 1 – бесстыковой путь, 2 – звеньевой путь

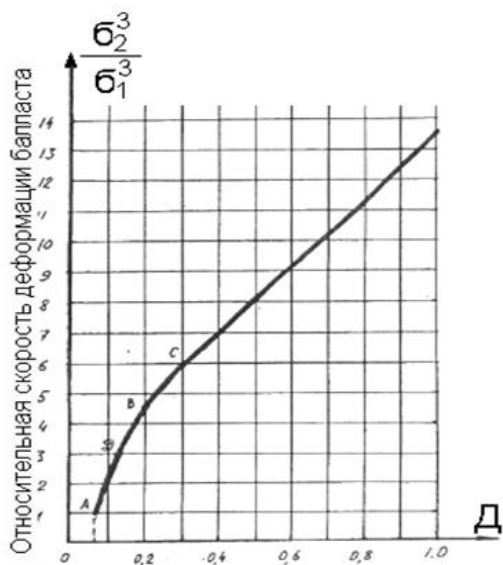


Рис. 3. Зависимость скорости деформации балластного слоя от величины параметра «Д»

При приемке капитально отремонтированного пути в эксплуатацию неровности рельсовой колеи по амплитуде не должны превышать 2 мм и иметь длину более 10 м. Тогда такой путь долго не будет требовать ремонтов.

Выводы. Анализ динамических воздействий поездной нагрузки на земляное полотно показывает, что решающую роль в обеспечении надежности работы основной площадки, в том числе ПДПД укрепления из глинистых грунтов, играет точность расчета устойчивости с учетом пульсационного режима нагружения [3,4]. Так как амплитуды

колебаний основной площадки незначительны и быстро затухают с глубиной, то при скоростном движении поездов для предохранения от вибродеградации верхнего слоя грунта, подстилающего балластную призму, ее укрепляют битумосодержащими породами, плитами и другими материалами. Полученные результаты подтверждают, что укрепление подпорными стенками самое дорогое, а наиболее дешевое укрепление геотекстилем, но оно может производиться только при капитальном ремонте пути, с перерывом движения.

Список литературы

1. Danny Van K. Etude du mechanism de formation leailage descres / Danny Van K. Derboule B., Derache R. – Rext. Met. – 1984. – №7-8. – P. 363-378.
2. Исаенко, Э.П. Подготовка железнодорожного пути к скоростному движению пассажирских поездов [Текст] / Э.П. Исаенко, С.Ю. Иванов, М.В. Безруков. – Нижний Новгород: Горьковская железная дорога, 2001. – 136 с.
3. Бишоп, А.У. Параметры прочности при сдвиге ненарушенных и мятых образцов грунта [Текст] / А.У. Бишоп // Определяющие законы механики грунтов. – М.: Мир, 1975. – С. 7-75.
4. Ващенко, Г.П. Моделирование задачи усиления земляного полотна при наличии ограничений [Текст] / Г.П. Ващенко // Железные дороги в сложных природных условиях: межвуз. сб. науч. трудов. – Новосибирск, 1993. – С. 81-83.

Ключевые слова: грунт, надежность, земляное полотно, деформация, устойчивость, просадка.

Аннотации

Проведено аналіз динамічних дій навантаження потяга на земляне полотно, який показує, що вирішальну роль у забезпеченні надійності роботи основного майданчика, зокрема протидеформаційне і протидефляційне зміцнення, з глинистих ґрунтів виконує точність розрахунку стійкості з урахуванням режиму пульсації навантаження. Досліджувався вплив накопичення просідання колії на дисперсію напруг в баласті.

Проведен анализ динамических воздействий поездной нагрузки на земляное полотно, который показывает, что решающую роль в обеспечении надежности работы основной площадки, в том числе противодеформационные и противодефляционные укрепления из глинистых грунтов, играет точность расчета устойчивости с учетом пульсационного режима нагружения. Исследовалось влияние накопления просадок пути на дисперсию напряжений в балласте.

In article the analysis of dynamic influences of train load of a road bed which shows is carried out that the crucial role in ensuring reliability of work of the main platform, including antideformation and antideflationary strengthenings from clay soil, is played by accuracy of calculation of stability taking into account a pulsation mode of loading. Influence of accumulation of sags of a way on dispersion of tension in a ballast was investigated.

УДК 621.873.83:006.354

*Кандидаты техн. наук В.А. Слободяник
(ООО «Исследовательский
внедренческий центр «Мостокран»)),
Л.М. Козарь (УкрГАЗТ)*

ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ ПОКУПКИ НОВОГО КРАНА

Представил д-р техн. наук, профессор М.П. Ремарчук

Введение. Как известно, краностроительная отрасль Украины продолжает испытывать значительные трудности в обновлении парка действующих грузоподъемных машин. Отсутствие спроса (из-за проблем с финансированием) на изготовление новых кранов приводит к тому, что отставание в уровне качества отечественных кранов за последние 20 лет не сократилось, а увеличилось. Поэтому основным направлением по недопущению экономического, социального и политического урона, который наносится народному хозяйству страны от снижения уровня безопасности изношенной подъемно-транспортной техники, является её модернизация.

Анализ последних исследований и публикаций. В соответствии с терминологией [1] модернизацию крана следует понимать как изменение его конструкции с целью улучшения одного или ряда технических параметров, приводящих к повышению технического уровня. При этом повышение уровня должно быть не ниже определенного

значения, что определено одним из авторов настоящей статьи в работах [2, 3]. В этой связи считаем ошибочной трактовку термина «модернизация», приведенной в действующих с 2007 года «Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» [4].

Задача определения технического уровня до сих пор не имеет однозначного решения в отечественном краностроении.

Цель статьи – очередная попытка показать, что существует метод, призванный решить проблему определения технического уровня любой грузоподъемной машины – метод квалиметрии.

Прежде чем приступить к решению поставленных задач, следует отметить, что имеется ряд вопросов, на которые до сих пор не получены обоснованные ответы. Эти обстоятельства, с одной стороны, являются поводом для принятия неправильных решений, а с другой – тормозят широкое применение модернизации действующих кранов как альтернативы покупке новых.

Одним из таких вопросов является срок службы крана. В работе [5] этот

вопрос нами подвергнут исследованию, в результате чего сделан следующий вывод. Расчётное число циклов, на которое рассчитана металлоконструкция крана, значительно (более чем в два раза) превышает установленный срок службы, определяемый техническими условиями (ТУ) на изготовление крана. Поэтому срок службы по ТУ не является критерием, определяющим предельный срок службы крана. Таким образом, определяющим должно быть качество крана, включающее такой параметр как надежность.

Основной материал. Как известно, квалиметрия – наука о количественных способах оценки качества [1]. Ее применение для краностроения рассмотрено нами в работах [2, 3].

Метод квалиметрии построен на следующем предположении: оценка качества грузоподъемных машин

определяется на основе сравнительного сопоставления их основных технических параметров (ОТП). При этом:

1) выбор ОТП определяется по принципу их весомости в выполнении основных функций, ради которых машина изготовлена;

2) сравнение основано на расчёте, в результате которого определяется однозначный показатель, т.е. количественная оценка. Этим метод отличается от существующего со времен СССР метода, когда почти все технические параметры сравниваются по принципу «больше – меньше», а вывод о качестве крана делается на основе субъективного фактора.

Сравнение ОТП кранов проводится при помощи так называемого числа квалиметрии K . Для кранов мостового типа указанное число определяется по следующей зависимости [2]:

$$K = Q \cdot (v_k \cdot L_z + \mu_1 \cdot v_{\text{п}} \cdot H + \mu_2 \cdot v_{\text{т}} \cdot L_k) \cdot \frac{Q}{M} \cdot \frac{L_k}{f} \cdot \frac{P_{\text{min}}}{P}, \quad (1)$$

где Q – грузоподъемность крана, т;

v_k – скорость передвижения крана, м/с;

L_z – расстояние транспортировки груза или длина участка цеха, обслуживаемого краном, м;

μ_1, μ_2 – корректирующие коэффициенты, зависящие от режима работы крана;

$v_{\text{п}}$ – скорость подъема груза, м/с;

H – высота подъема, м;

$v_{\text{т}}$ – скорость передвижения тележки, м/с;

L_k – пролет крана, м;

M – собственная масса крана, т;

f – упругий прогиб пролетной балки крана, м;

P_{min} – минимальное значение нагрузки на колесо крана среди сравниваемых моделей, кН;

P – нагрузка на колесо рассматриваемого крана, кН.

Анализ формулы (1) показывает, что все основные технические параметры увязаны друг с другом. При этом, улучшение каждого из параметров приводит к увеличению числа K , а ухудшение – к его уменьшению.

В качестве примера воспользуемся методом квалиметрии для определения технического уровня и возможности модернизации действующего грейферного крана грузоподъемностью 15 т, пролетом 28 м, изготовленного Харьковским заводом ПТО в 1977 году и эксплуатируемого с августа 1978 года.

Определим числа квалиметрии указанного крана, отработавшего 34 календарных года, и нового крана. Затем, учитывая изменение параметров крана после модернизации, дадим ответ на вопрос: «Что экономически целесообразно

– покупать новый кран или провести модернизацию действующего в сочетании с его капитальным ремонтом?».

Исходные данные для действующего крана: тип – мостовой (коробчатый) грейферный КГ-1501; группа режима работы крана А7 – по ISO 4301-1-86 (режим работы (паспортный) – тяжелый); $Q = 15$ т; $v_k = 1,67$ м/с; $L_z = 90$ м; $v_{II} = 0,83$ м/с; $H = 24$ м; $v_T = 1,17$ м/с; $L_k = 28$ м; $M = 60,19$ т; $f = L_k/800 = 0,035$ м; $P_{min} = P = 297,4$ кН.

Корректирующие коэффициенты для механизма подъема μ_1 и механизма передвижения тележки μ_2 учитывают

равнозначность скоростей всех механизмов крана. Их определим по отношению к скорости крана, как имеющую максимальное значение:

$$\mu_1 = \frac{v_k \cdot L_z}{v_{II} \cdot H} = \frac{1,67 \cdot 90}{0,83 \cdot 24} = 7,55; \quad (2)$$

$$\mu_2 = \frac{v_k \cdot L_z}{v_T \cdot L_k} = \frac{1,67 \cdot 90}{1,17 \cdot 28} = 4,59. \quad (3)$$

Подставляя исходные данные в формулу (1), получаем число квалитетрии для действующего крана:

$$K_d = 15 \cdot (1,67 \cdot 90 + 7,55 \cdot 0,83 \cdot 24 + 4,59 \cdot 1,17 \cdot 28) \times \\ \times \frac{15}{60,19} \cdot \frac{28}{0,035} \cdot \frac{297,4}{297,4} = 1,35 \cdot 10^6 \text{ т} \cdot \text{м}^2/\text{с}.$$

Исходные данные для нового крана: изготовитель – Волго-Вятский механический завод (Российская Федерация); группа режима работы крана А7 – по ISO 4301-1-86;

$Q = 16$ т; $v_k = 1,5$ м/с; $L_z = 90$ м; $v_{II} = 0,067$ м/с; $H = 25$ м; $v_T = 0,67$ м/с; $L_k = 28$ м; $M = 52,9$ т; $f = L_k/800 = 0,035$ м;

$P_{min} = 297,4$ кН; $P = 355,1$ кН; $\mu_1 = (1,5 \cdot 90)/(0,067 \cdot 25) = 80,6$ (см. формулу (2)); $\mu_2 = (1,5 \cdot 90)/(0,67 \cdot 28) = 7,2$ (см. формулу (3)).

Подставляя исходные данные в формулу (1), получаем число квалитетрии для нового крана:

$$K_n = 16 \cdot (1,5 \cdot 90 + 80,6 \cdot 0,067 \cdot 25 + 7,2 \cdot 0,67 \cdot 28) \times \\ \times \frac{16}{52,9} \cdot \frac{28}{0,035} \cdot \frac{297,4}{355,1} = 1,31 \cdot 10^6 \text{ т} \cdot \text{м}^2/\text{с}.$$

Как видим, число квалитетрии для действующего крана меньше всего на 3 %, т.е. разница в качестве кранов по критерию «технические параметры» меньше 20 %, что соответствовало бы уровню модернизации крана. Двадцатипроцентное увеличение числа квалитетрии – это

минимум для модернизации, все что ниже – следует называть капитальным ремонтом или реконструкцией.

Для нового крана, как показывает анализ характеристик грузоподъемных кранов мирового уровня, соответствует превышение числа квалитетрии в 1,5-

1,7 раза [3]. Другими словами, даже если бы преимущество нового крана по числу кваліметрії было больше на 5 %, затраты на его приобретение не оправдали бы себя, так как качество не соответствовало бы цене. Поэтому экономически оправданное решение – провести капитальный ремонт крана с усилением моста и заменой изношенных деталей, узлов механизмов, электрооборудования на новые.

Выводы. Метод кваліметрії позволяет обосновывать эффективность

проведения модернизации, связанной в первую очередь с усилением металлоконструкции моста крана. Такие работы можно проводить без демонтажа крана, используя метод предварительного напряжения, который успешно апробирован нами в течение последних 20 лет. Стоимость модернизации составляет 20-30 % от стоимости нового крана, включая стоимость монтажных и пусконаладочных работ.

Список литературы

1. Азгальдов, Г.Г. Кваліметрія [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М. : Машиностроение, 1985. – 334 с.
2. Слободяник, В.А. Кваліметрія кранов мостового типа и проблема определения сверхнормативного срока службы [Текст] / В.А. Слободяник // Вестн. Международ. Славян. ун-та. – Харьков, 2000. – № 2. – С. 14–15.
3. Слободяник, В.А. Основы методики многокритериального выбора подъемного крана в условиях рынка (количественная оценка оптимальности) [Текст] / В.А. Слободяник, А.С. Симоненко // Перспективи ринку підіймальних споруд у Єдиному економічному просторі: зб. праць наук.–практ. конф., Одеса, 18-21 травня 2004 р. – Одеса: Астропринт, 2004. – С.177-183.
4. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів [Текст]: НПАОП 0.00-1.01-07: затв. Кабінетом Міністрів України 23.11.2006. – Харків: Форт, 2007. – 256 с.
5. Слободяник, В.О. Залишкові прогини кранових мостів. Стан питання з погляду прогнозування ресурсу подальшої експлуатації кранів [Текст] / В.О. Слободяник, Л.М. Козар // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 183-187.

Ключевые слова: кран мостового типа, технический уровень, модернизация, метод кваліметрії.

Аннотації

Запропоновано застосовувати метод кваліметрії для визначення технічного рівня вантажопідіймних машин. На конкретному виробничому прикладі дається обґрунтована відповідь на питання: «Що є економічно доцільним – купувати новий мостовий кран чи провести модернізацію діючої машини у поєднанні з її капітальним ремонтом?».

Предложено применять метод кваліметрії для определения технического уровня грузоподъемных машин. На конкретном производственном примере дается обоснованный ответ на вопрос: «Что является экономически целесообразным – покупать новый мостовой кран или провести модернизацию действующей машины в сочетании с ее капитальным ремонтом?».

In article qualimetry method for determining the technical level of hoisting machines is offered. On a concrete example of the production is given a reasonable answer to the question: "That is cost-effective – to buy a new overhead crane or to upgrade existing machine in combination with its overhaul?".

УДК 691.32

Канд. техн. наук А.В. Афанасьев

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Представил д-р техн. наук, профессор А.А. Плугин

Актуальность темы. Металлические и железобетонные конструкции мостов и других инженерных сооружений нуждаются в долговременной антикоррозионной защите. С течением времени эффект от воздействия агрессивной среды на конструкции будет негативным, если защитное покрытие выбрано неправильно.

На возмещение потерь, связанных с коррозионным разрушением, ежегодно расходуются огромные средства. В развитых странах стоимость потерь, связанных с коррозией, составляет 3÷4 % валового национального дохода [1], а потери металла от коррозии в мире уже составляют около 30 % его годового производства. Считается, что 10 % прокорродировавшего металла теряется (в основном в виде ржавчины) безвозвратно.

Для защитных покрытий металлических мостов предъявляются высокие требования к качеству – толщине слоя, сплошности, равномерности, водонепроницаемости, адгезии, морозостойкости, стойкости к солнечному излучению, стойкости к истиранию, химической стойкости, эластичности. Поэтому исследования, направленные на обеспечение указанных характеристик

защитных покрытий, продолжают оставаться актуальными.

Анализ последних достижений и публикаций лакокрасочных материалов (ЛКМ), применяемых для защиты от коррозии инженерных сооружений. Для защиты от коррозии металлические конструкции окрашивают пентафталевыми эмалями ПФ-230, ПФ-115, нитроцеллюлозными эмалями НЦ-132, перхлорвиниловыми эмалями, битумными лаками АЛ-177, другими ЛКМ [2, 3]. Для антикоррозионных покрытий в условиях химической коррозии применяют перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида [2]: лак ХС-724, эмали ХС, сополимерные грунты ХС-010, ХС-068, лак ХС-724 с каменноугольной смолой, лак ХС-724 с эпоксидной шпаклевкой ЭП-0010. Защитные покрытия получают последовательным нанесением на поверхность грунта, эмали, лака.

Поскольку некоторые эмали и краски имеют слабую адгезию к металлу, их наносят на предварительно тщательно очищенные и загрунтованные металлические поверхности [3, 4].

Правилами [3] для окраски железнодорожных мостов предписывается применять эпоксидные ЛКМ, хотя

Будівельні матеріали та конструкції

допускаются и недорогие пентафталевые и масляные (таблица), причем для эпоксидных покрытий устанавливается срок службы более 10 лет, а пентафталевых и масляных – не более 4÷5.

В последнее время в России производится защита металлических пролетных строений трехслойными системами, что должно обеспечить защиту на 15 и более лет. Первый или первый и промежуточный слои наносят непосредственно на металл на заводе-изготовителе. После сборки пролета по полной схеме окрашивают только

монтажные стыки, заключительный слой покрытия наносят на смонтированную конструкцию. При этом рекомендуются полиуретановые ЛКМ. В Германии, Финляндии, других европейских странах окраска полиуретановыми ЛКМ стала стандартной схемой защиты от коррозии. Полиуретановые ЛКМ быстро отверждаются влагой воздуха, ложатся на мокрый металл, пригодны для окрашивания при температурах около 0°С и влажности до 98 %. На российском рынке появились их отечественные аналоги.

Таблица

Некоторые лакокрасочные материалы, предписанные для окраски железнодорожных мостов в Украине [3]

Совокупность рекомендованных грунтовок, эмалей и красок		Ориентировочный срок службы покрытия, год	Характеристика покрытия
Лакокрасочный материал покровного слоя, цвет	Грунтовка		
1	2	3	4
Эпоксидная грунт-шпаклевка ЭП-0010 красно-коричневая	Эпоксидная грунт-шпаклевка ЭП-0010 или протекторная ЭП-057	Не менее 10	Покрытия высокой атмосферостойкости, стойкие в условиях промышленной атмосферы, повышенной влажности и низких температур
Эмаль ЭП-140 светло-серая	ВЛ-02, ВЛ-023, они же с алюминиевой пудрой	6÷8	Такое же
Эмаль ЭП-586 кремво-желтая	ФЛ-03Ж, ФЛ-03К	6÷8	Такое же
Эмаль ЭП-1236 серая, светло-серая, голубая	Можно использовать эмали без грунтовки или по грунтовкам ВЛ-02, ФЛ-03К	Не менее 6	Покрытия высокой атмосферостойкости, стойкие в условиях промышленной атмосферы, повышенной влажности и низких температур
ПФ-115 (два слоя)	ГФ-021, ГФ-0119	Не более 5	Покрытие атмосферостойкое

1	2	3	4
Белила цинковые с добавкой 5÷7 % (по массе) алюминиевой пудры на масляной натуральной олифе, серебристые	Сурик железный на масляной натуральной олифе	Не более 5	Покрытие атмосферостойкое, рекомендуется для сельской атмосферы
Белила цинковые на масляной натуральной олифе	Сурик железный на масляной натуральной олифе	Не более 5	Покрытие атмосферостойкое
Сурик железный на масляной натуральной олифе, красно-коричневый	Сурик железный на масляной натуральной олифе	Не более 4÷5	Покрытие удов. атмосферостойкости, рекомендуется для сельской атмосферы

Однако для многих конструкций, сооружений и условий эксплуатации, например, для защиты подземных сооружений, использование масляных и алкидных материалов не рационально, т.к. срок службы покрытий из них невелик. Гораздо практичнее в таких случаях применять толстослойные эпоксидные защитные покрытия. Эпоксидные покрытия считаются наилучшими антикоррозионными покрытиями, в максимальной степени обеспечивающими защиту от коррозии и обладающими наибольшей долговечностью. Эпоксидные составы обладают способностью к отверждению в широком диапазоне температур, хорошей адгезией к различным материалам, высокими показателями когезионной прочности в отвержденном состоянии. Эпоксидные смолы хорошо совмещаются с различными веществами с целью модификации и улучшения свойств.

СНиП 2.03.11 для внутренних поверхностей железобетонных емкостей для агрессивных жидкостей рекомендует: эпоксидный компаунд на основе ЭД-20 или шпатлевку ЭП-0010, армированные стеклотканью; эпоксидно-сланцевый состав на основе эпоксидной смолы ЭД-20 или ЭИС-1 и дистиллята коксования сланцев

«Сламор» без наполнителя – для грунтового слоя и с наполнителем (кварцем, андезитом, диабазом, тальком) – для покровного слоя.

Покрытия на основе эпоксидных связующих, содержащие каменноугольную смолу, традиционно используются для долговременной защиты стальных и бетонных поверхностей от воздействий морской и пресной воды, для гидроизоляции подземных каналов и трубопроводов. Эти покрытия также показали очень высокую эффективность при прямом контакте с различными агрессивными химическими субстанциями. Высокие защитные свойства эпоксидно-каменноугольных покрытий определяют их применение в мостостроении, в резервуарах с нефтью, фундаментах, трубопроводах, портовых терминалах, шлюзовых и гидротехнических сооружениях. Например, приведенная в ГОСТ 25366 эмаль ЭП-5116 является эпоксидно-каменноугольной, черного цвета с ненормируемыми оттенками. Она предназначена для антикоррозионной защиты в воде и грунте стальных конструкций, трубопроводов, для окраски промышленных нефтепроводов и нефтерезервуаров, опор мостов и др.

На кафедре СМКС УкрГАЗТ разработаны эпоксидно-каменноугольные защитные составы ЗС-3 и ЗС-3М, отверждаемые высокоактивным отвердителем аминного типа УП-583Д, пригодные для нанесения на влажные металлические и железобетонные поверхности и обладающие всеми необходимыми свойствами для долговременной защиты конструкций и сооружений.

Выводы и рекомендации.

Выполненный анализ показал, что для защиты от коррозии металлических мостов в России и странах Европы применяются полиуретановые лакокрасочные материалы. Однако в Украине массовый переход на полиуретановые, а также эпоксидные

лакокрасочные материалы заводского изготовления для защиты от коррозии металлических и железобетонных мостов, несмотря на имеющееся отечественное производство, пока не представляется возможным из-за их высокой стоимости.

Вместе с тем эпоксидно-каменноугольные антикоррозионные покрытия значительно дешевле за счет невысокой стоимости каменноугольной смолы и умеренного содержания эпоксидной смолы. Покрытия на основе эпоксидных связующих с каменноугольной смолой целесообразно применять для защиты как металлических, так и железобетонных конструкций мостов.

Список литературы

1. Кукушкин, Ю. Химия вокруг нас. Коррозия металлов [Электронный ресурс] / Ю. Кукушкин. – 2010. – 27 декабря. – Режим доступа к журн.: <http://www.nt.ru/ri/kk/hm13.htm>.
2. Защита строительных конструкций от коррозии [Текст]: СНиП 2.03.11-85. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 56 с. – (Минстрой РФ).
3. Правила фарбування залізничних мостів, що експлуатуються [Текст]: ЦП 0142 А.М. Плугін, О.А. Калінін, С.В. Мірошніченко та [ін.]. – К., 2006. – 176 с. – (Головне управління колійного господарства Укрзалізниці).
4. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием [Текст]: ГОСТ 9.402 –2004. – Введ. 2006-01-01. – М.: Стандартинформ, 2006. – 38 с.

Ключевые слова: покрытие, защита, конструкции, коррозия.

Аннотации

Виконано аналіз матеріалів для захисних покриттів залізобетонних і металевих конструкцій штучних споруд залізниць. У результаті аналізу встановлено, що для захисту від корозії металевих мостів ефективно використання поліуретанових лакофарбових матеріалів, що переважно використовуються за кордоном. Але через високу вартість поліуретанових лакофарбових покриттів масовий перехід на них в Україні утруднений.

Разом з тим епоксидно-кам'яновугільні антикорозійні покриття значно дешевше за рахунок невеликої вартості кам'яновугільної смоли та помірного вмісту епоксидної смоли. Ці покриття широко використовуються для захисту від корозії металевих і залізобетонних конструкцій.

Выполнен анализ материалов для защитных покрытий железобетонных и металлических конструкций искусственных сооружений железных дорог. В результате

анализа установлено, что для защиты от коррозии металлических мостов эффективно применение полиуретановых лакокрасочных материалов, используемых преимущественно за рубежом. Но из-за высокой стоимости полиуретановых лакокрасочных материалов массовый переход на них в Украине затруднителен.

Вместе с тем эпоксидно-каменноугольные антикоррозионные покрытия значительно дешевле за счет невысокой стоимости каменноугольной смолы и умеренного содержания эпоксидной смолы. Данные покрытия широко применяются для защиты от коррозии металлических и железобетонных конструкций.

This article gives an analysis of materials for protective coatings of concrete and metal structures of artificial constructions of railways. The analysis found that for the corrosion protection of metal bridges effective application of polyurethane coatings, used mainly abroad.

Coal tar epoxy anticorrosive coating is much cheaper. These coatings are widely used for corrosion protection of steel and concrete structures.

УДК 625.03

Канд. техн. наук А.М. Штомпель

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОМІЖНОГО ПРУЖНОГО СКРІПЛЕННЯ

Представив д-р техн. наук, професор А.А. Плугін

Постановка проблеми в загальному вигляді. Безстикова колія на залізобетонних шпалах (БК) температурно-напруженого типу є основною конструкцією верхньої будови на залізницях України. На сьогодні її протяжність складає понад 70 % розгорнутої довжини головних колій [1].

Рейко-шпальна решітка (РШР) існуючої конструкції БК, що експлуатується на мережі залізниць, змонтована в основному з проміжним скріпленням типу КБ. Сучасна конструкція проміжного скріплення (безболтове з пружними клемами) застосована поки що на 3,3 тис. км, тобто на 11 % розгорнутої довжини головних колій [1].

Масове укладання в колію залізобетонних шпал з проміжним скріпленням типу КБ розпочалося у 60-х роках минулого сторіччя й триває нині. Практичний досвід експлуатації цієї

конструкції проміжного скріплення підтвердив її відносно високу надійність і в той же час виявив такі її недоліки, як багатоелементність, значна металоємність, необхідність виконання робіт з періодичного (1-2 рази протягом року) змащування-підтягування клемних і закладних болтів. Саме це обумовлює підвищену капіталомісткість вузла проміжного скріплення типу КБ та додаткові експлуатаційні витрати на його поточне утримання.

Безболтове проміжне скріплення з пружними клемами (у тому числі й скріплення типу КПП, яке впроваджується на залізницях) вільне від перелічених вище недоліків. Тому технічна політика з удосконалення конструкції РШР передбачає розширення полігону укладання та експлуатації саме такої конструкції проміжного скріплення.

У табл. 1 надано основні показники проміжного скріплення типу КБ та

типу КПП.

Таблиця 1

Показник	Тип скріплення	
	КБ-65	КПП-5
Кількість елементів, шт./вузол	21	7
Маса металевих елементів, кг/вузол	11	4,7
Регулювання рейки у вертикальній площині, мм	14	-

Видно, що проміжне скріплення типу КПП містить утричі меншу кількість елементів у вузлі та має приблизно на 60 % меншу металоємкість і, як наслідок, «виграє» за капіталомісткістю.

Окрім того, відсутність у конструкції скріплення типу КПП болтових з'єднань зменшує витрати, пов'язані з монтажем РШР та її подальшою експлуатацією в колії. У роботі [2] визначено, що «застосування... скріплення... типу КПП порівняно зі... скріпленням типу КБ зменшує витрати на збирання рейко-шпальної решітки приблизно на 48 %..., експлуатація верхньої будови колії з пружними скріпленнями типу КПП потребує менших витрат на утримання... приблизно на 25 %».

Стратегія розвитку колійного господарства до 2015 року передбачає довести міжремонтний строк служби конструкції колії до 1500 млн т бруто [3] і впровадження проміжних скріплень з таким самим технічним ресурсом.

Тому потрібна оцінка працездатності (довговічності) скріплення типу КПП при напрацюванні тоннажу.

Як свідчить практичний досвід, «життєвий» строк РШР напряму залежить від терміну служби вузлів проміжного скріплення. У зв'язку з цим питання щодо оцінки працездатності проміжного скріплення (у цілому вузла й окремих його елементів) набуває певної актуальності в рамках системи технічного обслуговування конструкції ЗК.

Основні дослідження з даної проблеми. Скріплення типу КПП є аналогом проміжного скріплення типу СБ-3, яке експлуатується на залізницях Польщі та Білорусі. Конструкція вузла скріплення типу СБ-3 (як й скріплення типу КПП) складається з двох анкерів, які замонолічуються у шпалу, двох пружних клем, полімерної прокладки, яка укладається на шпалу під подошву рейки, і двох електроізолюючих вкладишів, що встановлюються між пружною клемою та подошвою рейки. Працездатність скріплення типу СБ-3 у свій час була експериментально перевірена [4]. Результати цих натурних випробувань використовуються в даному дослідженні.

Мета даної статті полягає у визначенні довговічності елементів проміжного пружного скріплення типу КПП.

Виклад основного матеріалу дослідження. Довговічність (технічний ресурс) будь-якого елемента РШР визначається обсягом напрацьованого тоннажу $T_{ел}$ до моменту виходу його (елемента) з ладу, тобто до появи відмови у його роботі. У загальному вигляді величина параметра $T_{ел}$ встановлюється через таку залежність:

$$T_{ел} = \int_0^{\infty} P(t) dt, \quad (1)$$

де $P(t) = P(T > t)$ – імовірність безвідмовної роботи i -го елемента вузла скріплення;

t – час, протягом якого визначається ймовірність безвідмовної роботи i -го елемента вузла скріплення;

T – напрацьований тоннаж до моменту появи відмови в роботі i -го елемента вузла скріплення.

За наявності відповідних статистичних даних величина $P(t)$ для i -го елемента РШР визначається залежністю

$$P(t) = N(t) / N_{\text{заг}}, \quad (2)$$

де $N_{\text{заг}}$ – кількість елементів i -го виду при $T = 0$;

$N(t)$ - кількість елементів i -го виду, що знаходяться в експлуатації (без відмови у їх роботі) на момент часу t .

Вузол проміжного скріплення розглядається [5] як певна складна технічна система, елементи якої з'єднані послідовно. Імовірність безвідмовної роботи такої системи (у тому числі й конструкції

проміжного скріплення типу КПП) встановлюється за формулою

$$P_{\text{скр}} = P_{\text{анк}} \cdot P_{\text{кл}} \cdot P_{\text{прок}} \cdot P_{\text{вкл}}, \quad (3)$$

де $P_{\text{анк}}$, $P_{\text{кл}}$, $P_{\text{прок}}$, $P_{\text{вкл}}$ – імовірність безвідмовної роботи i -го елемента вузла скріплення (анкера, клеми, прокладки, вкладиша).

При виконанні експериментальних досліджень [4] у якості оціночного критерію працездатності проміжного скріплення розглядався поодинокий вихід його елементів за дефектами. Встановлювалася емпірична залежність параметра x , що досліджувався, від напрацьованого тоннажу T й на її основі оцінювалася працездатність i -го елемента проміжного скріплення.

У табл. 2 наведено основні результати дослідження.

Таблиця 2

Показник (параметр x)	Значення показника для i -го елемента			
	пружні клеми	полімерні прокладки	ізолюючі вкладиші	шпали (анкери)
Поодинокий вихід елемента з ладу, % загальної кількості елементів, укладених при $T=0$	0,97 / 1,24	33,6 / 74,4	10,9 / 35,9	5,30
Тоннаж безвідмовної роботи, елемента ($T_{\text{ел}}$), млн т брутто	713	25	1	1160
Середній питомий вихід елемента, %/100 млн т брутто	0,12 / 0,11	4,2 / 6,6	1,4 / 3,2	0,24
Середня питома інтенсивність виходу елемента, %/100 млн т брутто	0,61 / 0,19	4,3 / 6,8	1,4 / 3,2	0,40

Примітка: Чисельник – при $T = 800$ млн т брутто; знаменник – при $T = 1126$ млн т брутто; у колонці «шпали» величини показників визначено при $T = 2184$ млн т брутто; параметр $T_{\text{ел}}$ визначався при максимальному значенні $P(t)=1$.

Відповідна обробка наведених даних дозволила встановити математичні моделі, що характеризують вихід у дефектні (тобто

появу відмови в роботі) елементів пружного скріплення типу КПП (як аналога скріплення типу СБ-3) у процесі експлуа-

Будівельні матеріали та конструкції

тації конструкції БК (див. табл. 3). При цьому у якості апроксимуючої функції застосовувалася лінійна залежність зміни

параметра x від обсягу напрацьованого тоннажу.

Таблиця 3

Вихід у дефектні, % загальної кількості укладених (при $T=0$)	Функціональна залежність $x = f(T)$ та область її застосування
анкери (шпали)	$x_{\text{анк}} = 0,0024 T$ (4) / $T < 2200$ млн т брутто/
пружні клеми	$x_{\text{кл}} = 0,0011 T$ (5) / $T < 1200$ млн т брутто/
ізолюючі вкладиші	$x_{\text{вкл}} = 0,0136 T$ (6) / $T < 800$ млн т брутто/ $x_{\text{вкл}} = 10,9 + 0,0767 (T-800)$ (7) / $T = 800-1200$ млн т брутто /
полімерні прокладки	$x_{\text{прок}} = 0,042 T$ (8) / $T < 800$ млн т брутто/ $x_{\text{прок}} = 33,6 + 0,1252 (T-800)$ (9) / $T=800-1200$ млн т брутто/

На основі встановлених залежностей $x = f(T)$ можна прогнозувати обсяг потреби в нових елементах скріплення типу КПП (для заміни дефектних) під час експлуатації конструкції БК на певних ділянках.

Однією з характеристик довговічності елементів конструкції РШР є ймовірність їх відмови $F(t)$. Величина $F(t)$ для i -го елемента визначається формулою

$$F(t) = r(t) / N_{\text{заг}}, \quad (10)$$

де $r(t)$ – кількість відмов елементів i -го виду на момент часу t (тобто після напрацювання певного обсягу тоннажу T).

Використовуючи наведені вище залежності (див. табл. 3), у даному дослідженні встановлено значення показника $F(t)$ для окремих елементів і вузла в цілому скріплення типу КПП при напрацюванні певного тоннажу (див. табл. 4).

Таблиця 4

Напрацьований тоннаж, млн т брутто	Імовірність появи відмови у роботі $F(t)$ для елементів скріплення					для вузла в цілому
	анкери	клеми	вкладиші	прокладки		
200	0,48	0,22	2,72	8,4	0,115	
400	0,96	0,44	5,44	16,8	0,224	
600	1,44	0,66	8,16	25,2	0,327	
800	1,92	0,88	10,90	33,6	0,425	
1000	2,40	1,10	26,24	58,6	0,706	
1200	2,88	1,32	41,58	83,7	0,909	

Обробка даних табл. 4 дозволила отримати функціональні залежності виду

$F(t) = f(T)$ для вузла проміжного скріплення типу КПП:

$$F(t) = 0,00053 T \quad (\text{при } T < 800 \text{ млн т брутто}); \quad (11)$$

$$F(t) = 0,4248 + 0,0012 (T - 800) \quad (\text{при } T = 800 \div 1200 \text{ млн т брутто}). \quad (12)$$

Формули (11) – (12) можна застосувати й для зворотної дії: при заданому рівні показника $F(t)$ встановити прогнозну оцінку щодо довговічності (у напрацьованому тоннажі) вузлів проміжного скріплення типу КПП.

Висновки з даного дослідження і перспективи у даному напрямку:

– встановлено математичні моделі виходу в дефектні елементів проміжного

скріплення типу КПП при напрацьованні тоннажу;

– визначено функціональні залежності ймовірності появи відмови в роботі вузла скріплення типу КПП в процесі експлуатації;

– подальші дослідження стосуються оцінки довговічності конструкції рейко-шпальної решітки в цілому.

Список літератури

1. Алейник, В.С. Будівництво та реконструкція залізничної мережі України для збільшення пропускної спроможності та запровадження швидкісного руху поїздів [Текст] / В.С. Алейник, В.В. Козак, М.Д. Костюк та ін. // Залізничний транспорт України. – 2010. – № 5. – С. 3-12.

2. Костюк М.Д. Верхній будові колії – сучасні конструкції та технології [Текст] / М.Д. Костюк, Е.І. Даніленко, С.Д. Тараненко, Я.І. Микитін // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 3. – С. 36-38.

3. Горьканова, Т.Н. Инновационные направления развития путевого хозяйства [Текст] / Т.Н. Горьканова // Путь и путевое хозяйство. – 2010. – № 10. – С. 6-7.

4. Шварц, Ю.Ф. Результаты испытаний польских конструкций пути на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа [Текст] / Ю.Ф. Шварц, В.В. Серебренников, Н.В. Рессина // Железные дороги мира. – 1996. - № 7. – С. 43-49.

5. Железнодорожный путь [Текст] / Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпущенко, С.И. Клинов и др.; под ред. Т.Г. Яковлевой. – М.: Транспорт, 1999. – 405 с.

Ключові слова: безстикова колія; рейко-шпальна решітка; проміжне скріплення; відмова в роботі; вихід елементів за дефектами; напрацьований тоннаж.

Анотації

Розглядаються питання, які стосуються довговічності елементів проміжного пружного скріплення в процесі експлуатації.

Рассматриваются вопросы, касающиеся долговечности элементов промежуточного упругого скрепления в процессе эксплуатации.

Addresses issues related to durability of the elastic elements of the intermediate bond in service.

УДК 140.8+37.031

*Д-р техн. наук П.І. Мельник (Університет права імені короля Данила Галицького),
канд. техн. наук В.А. Борщов (УкрДАЗТ),
д-р фіз.-мат. наук А.М. Ніколенко (УкрДАЗТ),
викладачі Т.Є. Богданова (Чугуївський професійний аграрний ліцей),
І.М. Гришина (Харківський коледж транспортних технологій)*

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОГО СВІТОГЛЯДУ: КРОНА ТА КОРЕНІ

Вступ. По суті світогляд людини визначає спосіб духовно-практичного освоєння нею навколишнього світу. Характерна особливість сучасного світогляду полягає в тому, що він є стохастичним за своїм внутрішнім змістом незалежно від того, стосується це його буденного, релігійного чи філософського аспектів. Трансформація змісту світогляду від механістичного до стохастичного, що відбулася в суспільстві протягом останнього століття, є наслідком застосування імовірнісних концепцій у різних наукових сферах. Розглянемо головні напрями цього процесу більш детально.

По-перше, проникнення теоретико-імовірнісних методів у прикладні та фундаментальні науки сприяло зародженню та розвитку спектра якісно нових дисциплін (теорія надійності, статистична механіка, теорія масового обслуговування та ін.). Загальне надбання людства в цьому напрямі полягає в усвідомленні такого факту: звичні нам детерміністичні закони, що в багатьох випадках задовільно описують реальність, насправді репрезентують собою усереднений опис; у переважній же більшості випадків для опису слід застосовувати підхід, основу якого складають імовірнісні концепції. Імовірнісний підхід дозволяє більш

адекватно відображати реальність і, що головне, призводить до результатів, які містять у собі результат детерміністичного підходу як окремий випадок.

По-друге, зародження та становлення квантової механіки призвело до розуміння того, що причинність фізичних законів мікросвіту полягає в причинному зв'язку не окремих подій, а потенційних можливостей їх спостереження (тобто імовірностей реалізації цих подій). Надбання людства в цьому напрямі стосується розуміння глибинної суті випадковості та проникнення в діалектику змісту співвідношень між необхідним і випадковим.

По-третє, з другої половини ХХ століття зусилля вчених були спрямовані на вивчення явищ самоорганізації в природі та суспільстві, результатом чого стало усвідомлення конструктивної ролі флуктуацій у синергічній поведінці складових ієрархічних систем. Загальне надбання людства в цьому напрямі полягає в проникненні в діалектику змісту контроверзи "симетрія-асиметрія" та усвідомленні діалектичної єдності між симетричним і асиметричним, необхідним і випадковим. Саме в цьому напрямі й відбувся якісний стрибок у трансформації світогляду. Достатньо зазначити, що такі загальноживані поняття, як "економічна криза", "технологічний зсув", "революція", "фазове перетворення" та ін., набули в

результаті принципово нових смислових відтінків, оскільки природа відповідних явищ аналізується тепер у термінах флуктуацій, конфігураційних траєкторій, дисипативних структур, виробництва ентропії, біфуркацій тощо.

Безумовно, всі зазначені результати так чи інакше були втілені в навчальному процесі. Проте з недостатнім проникненням у глибинний зміст відповідних навчальних дисциплін. Про це свідчать такі факти. У результаті вивчення елементів теорії надійності чи статистичної механіки студент більш-менш вільно оперує відповідними розрахунковими методами, проте виявляється неспроможним проаналізувати природу випадковості в тих чи інших випадках. Далі, для пересічного студента чи навіть фахівця-інженера (ми не говоримо вже про економістів) є проблематичним пояснити інтуїтивний зміст імовірності, не говорячи вже про здійснення порівняльного аналізу різних інтерпретацій її. Що ж стосується пояснення фізичного змісту та природи кооперативних явищ, то в цьому випадку можна почути, як правило, лише міркування загального характеру. Більш того, останнім часом спостерігається надто широке, проте необґрунтоване, використання в лексиконі інженерів, педагогів, біологів, економістів, соціологів (не говоримо вже про політиків або діячів літератури та мистецтва) таких фундаментальних наукових понять як "ентропія", "синергізм", "складність", "безлад", що призводить до деформації їх змісту в суспільній свідомості і, як наслідок, окреслює шляхи до помилкових висновків і хибних теорій. Зазначені та подібні їм факти свідчать про наявність у системі освіти проблеми формування сучасного світогляду, зволікання з вирішенням якої ставить під загрозу сам процес виховання творчої еліти Держави, що майже не усвідомлюється в суспільстві.

Постановка задачі. Як це не парадоксально звучить, але є всі підстави

стверджувати, що саме в період зазначеної вище трансформації світогляду процес викладання дисциплін, відповідальних у системі освіти за його формування, зазнавав занепаду. З одного боку, це пов'язано з пресингом так званої "марксистсько-ленінської філософії" в системі освіти, з іншого боку, причиною тому було невпинне скорочення навчального часу на викладання загальноосвітніх дисциплін, насамперед це стосується загальної фізики та теорії імовірностей. Теоретико-імовірнісні концепції складають підґрунтя сучасних знань з природничих і прикладних дисциплін, а також все далі проникають в галузь гуманітарних наук. При цьому в системі вищої освіти теорія імовірностей відіграє подвійну роль: з одного боку, вона забезпечує вивчення професійно-орієнтованих дисциплін і в цьому плані традиційно виступає як загальноосвітня дисципліна; з іншого боку, вона забезпечує якісний стрибок у пізнавальній діяльності людини, який полягає в переході від індивідуального до стохастичного опису явищ навколишнього світу в процесі їх пізнання, і в цьому плані відіграє провідну роль у формуванні сучасного світогляду. Отже, роль теорії імовірностей у вихованні сучасного фахівця є справді унікальною, проте статус її в системі вищої освіти не відповідає статусу провідної загальноосвітньої дисципліни. Останнє означає, що основу проблеми виховання стохастичного світогляду складає інша проблема, пов'язана з викладанням теорії імовірностей, що лишається майже непомітною, бо існує по суті в завуальованому вигляді.

Існує добре опрацьований своєрідний міжнародний стандарт, що визначає ядро змісту навчальних програм з теорії імовірностей у вищій школі. Програми ці, як правило, включають навчальні модулі, що стосуються основних понять дисципліни; класичної та статистичної інтерпретацій імовірності; комбінаторики

та опису випадкових подій; опису випадкових величин і систем випадкових величин; опису функцій випадкових величин; елементів теорії випадкових процесів; граничних теорем; практичних застосувань теорії. Зазначений спектр навчальних модулів цілком відповідає сучасним вимогам що вищої освіти, але ж і зазначена проблема є цілком реальною. Отже, першопричину проблеми слід шукати не в змісті навчальних програм, а в технології втілення їх у навчальному процесі.

Аналіз публікацій і результати досліджень. Зауважимо перш за все, що теорія імовірностей у вищому навчальному закладі (ВНЗ) інженерно-технічного та педагогічного профілю входить, як правило, до складу курсу вищої математики як окремий розділ, на вивчення якого планується явно недостатньо часу, що може бути скороченим на користь інших розділів курсу. Здавалося б, напрошується очевидний висновок: теорію імовірностей у ВНЗ зазначеного спрямування слід викладати як окрему дисципліну, достатньо забезпечивши цей процес з бюджету навчального часу. Проте у ВНЗ економічного спрямування теорія імовірностей викладається як окрема дисципліна, на опанування якої виділяється достатньо часу, але й там викладачі таких дисциплін, як "Економетрія" або "Економічний ризик та основи його вимірювання", стикаються з тими самими невідповідностями. Це свідчить не стільки про наявність проблеми з викладанням теорії імовірностей (бо актуальність її слід було б сприймати як аксіому), скільки про явне недооцінювання значення вирішення її для систем вищої освіти в цілому. Вирішення цієї проблеми може уможливити лише конструктивна перебудова тих елементів державних стандартів освіти, які стосуються зазначеної дисципліни. Передусім це стосується визначення належного місця теорії імовірностей у системі освіти взагалі

та співвідношень її з іншими загальноосвітніми дисциплінами.

Зустрічається іноді думка, що лише за традицією теорію імовірностей відносять до складу математичних дисциплін. Приміром, деякі фізики розглядають вчення про імовірність як фізичну науку. Думка ця є не новою. У 1900 році на Міжнародному математичному конгресі в Парижі, видатний німецький математик Д. Гілберт анонсував 23 невіршені на той час проблеми (так звані "проблеми Гілберта") [1]. Шоста проблема Гілберта стосувалася також теорії імовірностей: "З дослідженнями з основ геометрії близько пов'язана задача про аксіоматичну побудову за тим же зразком тих фізичних дисциплін, у яких уже тепер математика відіграє головну роль: у першу чергу теорія імовірностей і механіка". Отже, чітко розуміючи актуальність проблеми аксіоматичної побудови теорії імовірностей, Д. Гілберт не вважав її при цьому розділом математики.

Аналізуючи причини появи подібних міркувань, видатний український математик, фахівець з теорії імовірностей А.В. Скороход звертає увагу на три основні особливості, що споріднюють теорію імовірностей з теоретичною фізикою [2]: 1) інтуїтивність термінів і відсутність багатоповерхових абстракцій; 2) складність математичного апарату, який використовується для розв'язання задач з відносно простим формулюванням; 3) існування наближених методів розв'язання цих задач, що уможлиблює реалізацію якісного опису ситуації.

Безумовно, зазначені особливості теорії імовірностей орієнтують на висновок про доцільність розглядати її як самостійну природничу дисципліну, принаймні в рамках вищої школи. Проте не цей висновок є важливим для нас, а та обставина, що здобутки вітчизняної освіти у викладанні фізики та інших природничих дисциплін можуть скласти основу розробок конструктивної стратегії викладання цієї

дисципліни у вищій школі в таких напрямках.

По-перше, оволодіння імовірнісними методами в системі вищої освіти вбачається доцільним реалізувати як дворівневе (аналогом тому є послідовне викладання курсів загальної та теоретичної фізики). Очевидно, перший рівень повинен передбачати оволодіння основами дисципліни та загальними методами практичних застосувань її (саме на цьому рівні й повинне здійснюватися формування стохастичного світогляду студента). Другий рівень слід розглядати як такий, що відповідає спеціальному курсу теоретичного характеру в системі підготовки магістрів.

По-друге, курс теорії імовірностей першого рівня слід розглядати як обов'язковий у системі підготовки бакалаврів незалежно від майбутньої фахової орієнтації їх. Між іншим, ця думка є співзвучно міркуванням Ч. Сноу, викладеним ним майже 50 років тому у відомій лекції "Дві культури" [3], де автор обстоює таку систему освіти, в рамках якої майбутні гуманітарії добре розуміють внутрішній зміст поняття ентропії, а фізики можуть вільно обговорювати глибинну суть взаємостосунків шекспірівських героїв. Проте не це є основним аргументом на користь необхідності загального виховання стохастичного світогляду, а та обставина, що саме він складає основу розуміння суті суспільних і природних явищ з позиції аналізу їх як результатів синергічних процесів у відповідних складних системах.

По-третє, викладання курсу теорії імовірностей першого рівня повинне бути узгодженим з викладанням курсу філософії. Цей напрям перебудови системи вищої освіти стосується насамперед викладачів, що здобули освіту в часи пресингу так званої «марксистсько-ленінської філософії». Стосовно теорії імовірностей це проявляється в неповноті тодішнього сприйняття, а нинішнього викладання саме основних понять дисципліни. Наприклад,

статистична (об'єктивістська) інтерпретація імовірності часто розглядається не просто як єдино правильна, а як єдина. А що може при цьому думати студент про імовірність реалізації події, яка відповідає унікальному випадковому явищу (наприклад, про імовірність ясної погоди завтра вранці)? Отже, відповідні навчальні плани повинні передбачати досталь часу на детальне обговорення питань, пов'язаних з різними інтерпретаціями імовірності (об'єктивістською, суб'єктивістською, індуктивною та ін.), діалектикою взаємовідношень випадкового та необхідного, визначенням природи випадковості, що проявляється в різних реальних та уявних ситуаціях, гносеологічних аспектах стохастичного відображення реальності.

По-четверте, основу переорієнтації людини в бік стохастичного сприйняття та відображення явищ навколишнього світу можна забезпечити лише попереднім переосмисленням широкого спектра стереотипів, цілеспрямованим, але й поступовим. Саме поступовість цього процесу і є тією відмінною рисою його, яка свідчить з нашого погляду, про принципову неможливість реалізації його лише в рамках вищої школи. Стохастичне світосприйняття слід починати формувати в людини в ранні періоди пізнавальної діяльності її. Це, у свою чергу, свідчить що користь висновку про те, що корені проблеми виховання стохастичного світогляду містяться в системі загальної освіти.

Нам вбачається доцільним запровадження вивчення основних понять вчення про імовірність у школі II та III ступенів: а) у школі II ступеня елементи стохастичного опису явищ навколишнього світу можуть складати окремий розділ такої дисципліни, як "Природознавство"; б) у школі III ступеня до навчальних програм доцільним було ввести окрему дисципліну "Основи теорії імовірностей", обмежившись у ній детальним

обговоренням основних понять, елементами комбінаторики та основами аналізу випадкових подій, основами аналізу випадкових величин, загальними уявленнями про граничні закони та елементарними застосуваннями результатів у теорії аналізу похибок вимірювань. При цьому слід дотримуватися таких вимог: 1) зазначені елементи вчення про імовірність повинні входити до комплексу основних, а не варіативних програм; 2) вчення про імовірність у загальноосвітній школі повинне мати статус окремої навчальної дисципліни, а не входити окремим розділом до курсу математики, оскільки метою його вивчення є розвиток "імовірнісної" інтуїції, що суттєво відрізняється від інтуїції математичної; 3) навчальні програми повинні передбачати зв'язок вчення про імовірність з іншими дисциплінами: фізикою (наприклад, при вивченні молекулярно-кінетичної теорії чи елементів квантової фізики); біологією (наприклад, при вивченні основ еволюційної теорії чи закономірностей спадковості); хімією (наприклад, при вивченні елементів хімічної кінетики); історією (наприклад, у рамках аналізу рушійних сил історії) та ін.

Звернемося тепер до стану викладення загальної фізики у вищій школі. Ця дисципліна традиційно вивчалася на молодших курсах ВНЗ і природно увійшла свого часу до складу загальноосвітніх дисциплін, що забезпечують підготовку бакалаврів. Проте за останні десятиліття відбулося суттєве скорочення навчального часу на вивчення загальної фізики в системі виховання інженерів і педагогів, програми ж підготовки фахівців гуманітарного профілю взагалі не передбачають вивчення цієї дисципліни. Зауважуючи ту обставину,

що загальна фізика є однією з провідних дисциплін, які забезпечують формування сучасного світогляду, слід визнати, що стан викладання її в системі підготовки бакалаврів необхідно переглянути в процесі розроблення нових Державних стандартів освіти.

Доцільним вбачається також розглянути в рамках реформування системи вищої освіти можливість дворівневого викладення курсу загальної фізики аналогічно тому, про що говорилося вище стосовно теорії імовірностей. Мається на увазі запровадження в системі підготовки магістрів курсу загальної фізики підвищеного рівня, орієнтованого на вивчення основ еволюції складних систем. Можливо, що такий курс має складатися з двох частин – загальної (яка забезпечувала б основу досліджень явищ самоорганізації) і фахово орієнтованої (яка стосувалася б вивчення явищ, які стосуються майбутнього фаху студента безпосередньо).

Висновки. Зауважимо насамкінець, що дана стаття репрезентує по суті точку зору викладачів на проблему, що обговорюється, і на можливі шляхи її подолання. Подібна точка зору має певний сенс, оскільки і теорія імовірностей, і фізика уособлюють собою мистецтво вирішення проблем навколишнього світу, тому їх і треба вивчати як мистецтво – послідовно та виважено. Безумовно, відповідні методики навчання, відшліфовані в процесі викладання насамперед фізики, не можуть бути перенесені на новий ґрунт без пересторог і переосмислення, проте вони являють собою надійну основу розроблення стратегії вирішення розглянутої проблеми та шляхів реалізації цієї стратегії.

Список літератури

1. Проблемы Гильберта [Текст]: сборник / под общ. ред. П.С. Александрова. – М.: Наука, 1969. – 240 с.

2. Скороход, А.В. Особливий характер теорії ймовірностей в математичних науках [Текст] / А.В. Скороход // У світі математики. – 1997. – Т. 3. – Вип. 2. – С. 2-4.

3. Сноу, Ч.П. Две культуры и научная революция [Текст] / Чарлз Перси Сноу // Сноу Ч.П. Портреты и размышления. – М.: Прогресс, 1985. – С. 195-226.

Ключові слова: світогляд, трансформація змісту світогляду, теоретико-імовірнісні концепції, імовірнісний підхід, стохастичний опис явищ, синергічний процес, формування стохастичного світосприйняття та світогляду.

Анотації

Розглянуто особливості сучасного світогляду. Проаналізовано причини його деформації та запропоновано основні можливі шляхи подолання проблем формування сучасного світогляду.

Рассмотрены особенности современного мировоззрения. Проанализированы причины его деформации и предложены основные возможные пути преодоления проблем формирования современного мировоззрения.

The particularities of the modern worldview are considered. The reasons of the warp of the worldview analyzed and main possible ways of problems overcoming of the modern worldview formation offered.

УДК 691.22

Асп. Ахмед Абдульсахиб Абдуль Амер (ХНАМГ)

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРОЦЕСУ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Представив д-р екон. наук, професор А.Є. Ачкасов

Актуальність даної теми обумовлена тим, що будівельна галузь є однією з найважливіших галузей народного господарства, від якої залежить ефективність функціонування всієї системи господарювання в Україні. Важливість цієї галузі для економіки будь-якої країни можна пояснити так: капітальне будівництво, напевне, як жодна інша галузь економіки створює велику кількість робочих місць і споживає продукцію багатьох галузей народного господарства. Економічний ефект від розвитку цієї галузі

полягає в мультиплікаційному ефекті коштів, вкладених у будівництво. Адже з розвитком будівельної галузі будуть розвиватися виробництво будівельних матеріалів і відповідного обладнання, машинобудівна галузь, металургія і металообробка, нафтохімія, виробництво скла, деревообробна і фарфоро-фаянсова промисловість, транспорт, енергетика тощо. І, вочевидь, як жодна інша галузь економіки будівництво сприяє розвитку підприємств малого бізнесу, особливо того, який спеціалізується на оздоблювальних і

ремонтних роботах, на виробництві та встановленні вбудованих меблів і т. ін. Зростання будівельної галузі неминує викликає економічне зростання у країні і виникнення необхідних умов для вирішення багатьох соціальних проблем. Але на сучасному етапі її розвитку говорити про будь-яку конкурентоспроможність цієї галузі не є можливим. Якщо на регіональному рівні чітко просліджується тенденція верховенства будівельних організацій центральних районів і великих міст-мільйонерів у зв'язку з їх значними потужностями і інвестиційною привабливістю, то на глобальному рівні будівельна галузь України програє через брак необхідного фінансового забезпечення.

Теоретичним, методологічним і практичним аспектам фінансування будівництва присвячені праці П.С. Рогожина, А.Ф. Гойко [1], А.Д. Чернявського [2], К.В. Ізмаїлової [3] та інших.

Названі автори опублікували цілу низку методичних рекомендацій щодо вирішення питань фінансування будівництва. Проте однозначної думки

щодо рекомендацій з удосконалення механізму фінансового забезпечення організаційно-технологічних рішень процесу оздоблювальних робіт немає, що призводить лише до різноманітних рекомендацій щодо його фінансування і не вирішує проблеми його здійснення в практичній діяльності самою будівельною організацією.

Саме тому потрібно дослідити, як здійснюється фінансове забезпечення будівельної організації, що і розглядається в даній статті.

Будівельний процес – це функціональна система матеріального виробництва, у якій капітальні вкладення перетворюються в основні фонди у вигляді готових до експлуатації будинків і споруд. Функціональне призначення будівництва – реалізація інвестицій на створення нових і реконструкцію діючих виробничих і невиробничих об'єктів, їх подальше технічне переозброєння [4].

Згідно зі статистичними даними Державного комітету статистики індекс обсягу виконаних оздоблювальних робіт протягом 1997-2012 рр. мав таку тенденцію, як на рисунку.

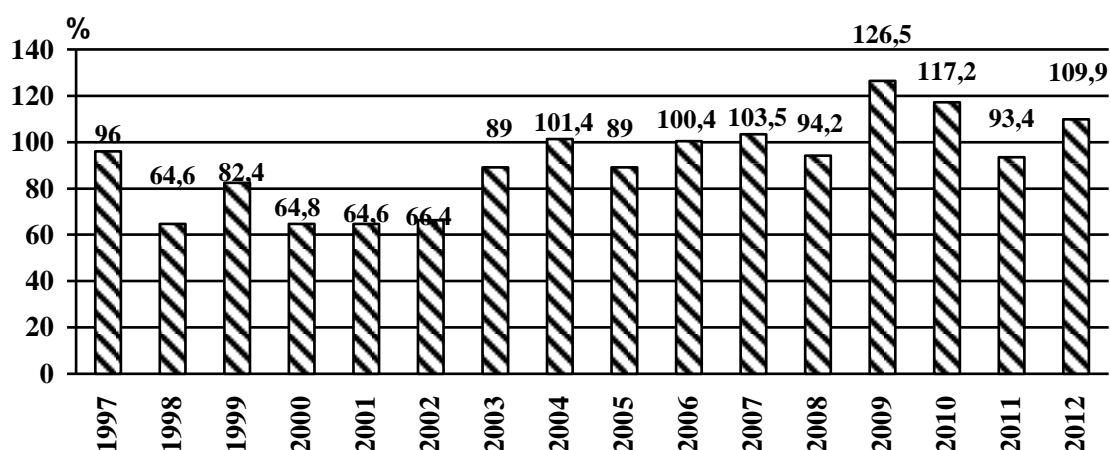


Рис. Динаміка індексів обсягу виконаних оздоблювальних робіт

Аналізуючи стан будівельної галузі у 2012 р., можна спостерігати, що будівельниками виконано робіт на суму

38,0 млрд грн, що на 16,5 % більше порівняно з попереднім роком. Зростання обсягів будівництва у 2012 р. порівняно з

попереднім роком відбулося за всіма основними видами будівельної діяльності. Зокрема, на 11,0 % збільшено обсяги робіт на будівництві завершених будівель і споруд, у тому числі на 12,8 % зросло будівництво будівель (переважно житлових) і на 1,9 % – мостів, шляхових естакад, тунелів і метрополітену, частка яких у загальному обсязі становить 51,2 та 4,5 % відповідно. Підприємства, що прокладають дороги, збільшили обсяги робіт на 27,2 %. Водночас скорочено (на 3,7 %) обсяги за іншими видами будівельних робіт (монтаж металевих конструкцій, улаштування основ і буріння свердловин і шурфів). Також на 8,5 % зросли обсяги робіт з підготовки будівельних ділянок, на 1,5 % – із завершення будівництва (столярні роботи, фарбування та скління) і на 0,6 % – з обладнання будівель (електромонтажні роботи). У 2012 р. за характером будівництва обсяги робіт розподілилися таким чином: роботи з нового будівництва, реконструкції та технічного переозброєння становили 75,0 % загального обсягу робіт, з капітального та поточного ремонтів – відповідно 16,0 та 9,0 % (у 2011 р. – 18,2 та 7,7 %).

Згідно з ситуацією, що склалася, слід зазначити, що динаміка зростання забезпечувалась переважно тими видами оздоблювальних робіт, які мають комерційну спрямованість і джерелом інвестицій яких є приватні кошти інвесторів. На відміну від будівництва будівель, яке здійснюється, головним чином, за рахунок коштів приватних інвесторів, виконання робіт з будівництва мостів, шляхових естакад, тунелів і ліній метрополітену залежить від стабільного, рівномірного та достатнього фінансування з державного та місцевих бюджетів. Хронічне недофінансування будівництва метрополітену не дозволяє вести оздоблювальні роботи на повну потужність, оскільки кошти, які виділяються, у більшості випадків йдуть на

погашення боргів минулих періодів, виплату заробітної плати будівельникам і підтримання в задовільному технічному стані вже збудованих ділянок. Для проведення тунелепрохідницьких робіт вкрай необхідна нова сучасна техніка, на яку також бракує коштів. Інша проблема, пов'язана з недостатнім і нерівномірним фінансуванням, – відтік кваліфікованих спеціалістів [5].

Звідси можна зробити висновок, що для функціонування даної галузі необхідна ефективна система фінансового забезпечення. Що ж з себе являє система фінансування в галузі будівництва?

Згідно з Законом України «Про підприємства в Україні» джерелами формування майна підприємства і, отже, джерелами фінансування оздоблювальних робіт можуть бути:

- власні фінансові ресурси (власний капітал), у тому числі прибуток, одержаний від реалізації продукції, робіт, послуг, а також від інших видів господарської діяльності;
- амортизаційні відрахування на повне відтворення основних засобів;
- бюджетні асигнування;
- кредити комерційних банків та інших юридичних осіб;
- безоплатні або благодійні внески, пожертвування організацій, підприємств і громадян;
- інші джерела, не заборонені законодавчими актами.

Найприйнятнішим для будівельної організації є комплексний підхід до вибору джерел фінансування. Тоді основною передумовою визначення оптимальної структури таких джерел може бути детальний аналіз:

- можливого обсягу внутрішніх джерел фінансування своєї діяльності;
- можливого обсягу залучення додаткових коштів, пов'язаного з подорожчанням капітальних витрат.

Не слід забувати, що порушення оптимального співвідношення між

Будівельні матеріали та конструкції

власними і залученими джерелами фінансування інвестиційної діяльності може призвести до погіршення фінансового стану підприємства [6].

Проаналізуємо стан фінансового забезпечення в Україні за джерелами фінансування у 2006 р. (таблиця).

Таблиця

Капітальні інвестиції за джерелами фінансування за 2012 р.

Джерела фінансування	Освоєно (використано)			
	Капітальні інвестиції		у т.ч. інвестиції в основний капітал	
	тис. грн	у % до загального обсягу	тис. грн	у % до загального обсягу
Всього	14897231 2	100,0	12525367 2	100,0
у т. ч. за рахунок				
коштів державного бюджету	9605313	6,5	6845808	5,5
коштів місцевих бюджетів	6732234	4,5	5446175	4,3
власних коштів підприємств та організацій	89136284	59,8	72336800	57,8
коштів іноземних інвесторів	5094161	3,4	4582854	3,7
коштів інвестиційних фондів	2274827	1,5	2171100	1,7
коштів населення на індивідуальне житлове будівництво	5110426	3,4	5110426	4,1
кредитів банків та інших позик	21256846	14,3	19406196	15,5
інших джерел фінансування	9762221	6,6	9354313	7,4

З таблиці бачимо, що фінансування в Україні у 2012 р. відбувається в основному за рахунок власних джерел (59,8 %). При нестачі коштів організації насамперед звертаються за залученням кредитів та інших позик (14,3 %). Незначна сума коштів надходить від інвестиційних фондів (1,5 %).

Найбільшу питому вагу в обсягах фінансового забезпечення займають власні кошти підприємств та організації і вони зростають. Всі інші види фінансування становлять незначний розмір. А це і створило негативний вплив на діяльність будівельних організацій, тому що власних коштів на ведення оздоблювальних робіт у них не вистачає, а кошти, які можливо отримати за рахунок кредитів банків, для

більшості будівельних підприємств є недоступними або не забезпечують рентабельність за рахунок існуючих відсоткових ставок [7].

Якоюсь мірою існуючий стан фінансового забезпечення пов'язаний з недоліками в управлінні інвестиційно-будівельною діяльністю (ІБД), а саме:

- невпорядкованість нормативно-правового та методичного забезпечення ІБД, регулювання, розмежування і реалізації функцій управління ІБД, невідповідність новим умовам і вимогам;
- нерозвиненість сучасних організаційних форм управління;
- суміщення рядом учасників інвестиційно-будівельного процесу функ-

цій контролю і державного регулювання з функціями господарського управління;

– багаторазове дублювання окремих функцій на різних рівнях управління;

– відсутність чіткого механізму реалізації функцій, розподіл компетенції і відповідальності між учасниками інвестиційно-будівельного процесу;

– неповне охоплення функцій управління, особливо пов'язаних із функціонуванням будівельного комплексу в специфічних умовах перехідного періоду до ринкових відносин;

– недосконалість системи мотивації та стимулювання учасників ІБД, а також санкцій, які встановлюють відповідальність за невиконання, неповне або неналежне виконання функцій управління;

– домінування орієнтації в управлінні на організації та трудові колективи, а не на кінцеві результати ІБД;

– нерозвиненість інформаційної інфраструктури, недостатня інформаційна підтримка ІБД та їх організаційна розрізненість;

– неповний облік складу зацікавлених учасників ІБД.

Висновки. Отже, необхідною є раціоналізація як системи фінансування, так і оптимізації інструментів і методів здійснення. Потрібно:

– удосконалювати існуючі підходи до планування і розподілу коштів фінансування, зорієнтовуючись на скорочення кількості незавершених будівництвом об'єктів і концентрування коштів бюджету будівельних організацій на будовах з високим рівнем готовності;

– забезпечувати системний відбір об'єктів будівництва для включення в “портфель замовлень”;

– інвестувати кошти не тільки в новобудови, але і в будівництво об'єктів, розпочатих раніше, що зменшить моральне і фізичне їх старіння, зменшить вартість будівельного об'єкта;

– створити єдиний банк даних по об'єктах незавершеного і нового будівництва, що дозволить приймати якісні рішення щодо управління коштами;

– капітальні вкладення на об'єкти, що увійшли до плану, виділяти за нормативом;

– забезпечити системний моніторинговий контроль за освоєнням коштів.

Список літератури

1. Рогожин, П.С. Економіка будівельних організацій [Текст] / П.С. Рогожин, А.Ф. Гойко. – К.: Видавничий дім „Скарби”, 2001. – 448 с.

2. Чернявський А.Д. Тенденції ринкової трансформації організаційних форм управління в будівельному комплексі України [Текст] / А.Д. Чернявський. – К.: Оптима, 2003. – 326 с.

3. Ізмайлова, К.В. Фінансовий аналіз у будівництві [Текст]: навч. посібник / К.В. Ізмайлова. – К.: Кондор, 2007. – 236 с.

4. Чернявський, А.Д. Економічна ефективність управління будівельним комплексом України [Текст] / А.Д. Чернявський, О.Ф. Іткін // Будівництво України. – 2003. – № 2. – С. 13–17.

5. Бандурка, О.М. Фінансова діяльність підприємства [Текст] / О.М. Бандурка, М.Я. Коробов, П.І. Орлов. – К.: Либідь, 1998. – 375 с.

6. Поколенко, В. О. Проблеми впровадження та економічної діагностики інновацій у будівельному комплексі України [Текст] / В.О. Поколенко // Будівництво України. – 2003. – № 2. – С. 23-26.

7. Ізмайлова, К.В. Економічне обґрунтування умов розрахунків за будівельну продукцію [Текст] / К.В. Ізмайлова // Економіка будівництва. – 2005. – № 3. – С. 12-15.

Ключові слова: будівельна галузь, оздоблювальні роботи, ефективність функціонування, інвестиційна діяльність.

Анотації

Розглядаються питання сутності і стану фінансового забезпечення організаційно-технологічних рішень процесу оздоблювальних робіт. Визначаються основні джерела фінансування, їх структура та особливість.

Рассматриваются вопросы сущности и состояния финансового обеспечения организационно-технологических решений процесса отделочных работ. Определяются основные источники финансирования, их структура и особенности.

The questions of the nature and state of the financial support of organizational and technological solutions process finishes. Identifies the major sources of funding, their structure and characteristics.

УДК 625.03

Канд. техн. наук О.М. Даренський

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОСТІРОВИХ ЖОРСТКОСТЕЙ СКРІПЛЕННЯ ТИПУ ДО

Представив д-р техн. наук, професор В.І. Мороз

Вступ. Дослідження чисельними методами сил взаємодії спеціального і спеціалізованого рухомого складу на колію промислових залізниць дозволяють визначити як умови експлуатації існуючих конструкцій елементів верхньої будови колії, так і вихідні дані для проектування спеціальних конструкцій для особливих умов промтранспорту – високих осьових навантажень, наявності кривих з радіусами меншими, ніж 150 м, значними ухилами профілю (до 60 %) та ін.

Для проведення таких досліджень особливе значення має створення математичних моделей роботи як колії в цілому, так і окремих її елементів. Чим точніше математична модель відображає роботу конструкції, тим ближче будуть отримані результати до реальних, визначених експериментально.

Скріплення типу ДО є найпоширенішим типом проміжного скріплення для конструкції ланкової колії на дерев'яних шпалах, протяжність якої перевищує 40 % загальної протяжності колії промислового транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для умов магістральних залізниць дослідження характеристик просторової пружності рейкових ниток при дерев'яних шпалах були проведені О.П. Ершковим [1]. Ці параметри були необхідні для практичного розв'язання задач про вигини і кручення рейки як балки на суцільній пружній основі [2]. Значний внесок у розвиток теоретичних уявлень про роботу суцільної підрейкової основи був зроблений Е.І. Даниленком, який сформулював основні положення концепції багат шарової підрейкової основи [3].

Проте для умов промислових залізниць, у яких загальна розрахункова схема колії як балки на суцільній пружній основі не завжди може бути використана [4], питання визначення просторових жорсткостей рейкових опор потребує подальших досліджень.

Основна частина. *Вертикальна жорсткість скріплень ДО.* При дії вертикального навантаження R_y на скріплення ДО відбуваються змінання і стиснення упоперек волокон деревини

шпали під підкладкою. Приймаючи пружний опір деревини рівномірно розподіленим за площею підкладки (рис. 1), можна записати

$$R_y = \omega_n \cdot q_{под},$$

де ω_n – площа підрейкової підкладки скріплення ДО, m^2 ;

$q_{под}$ – розподілений пружний опір деревини, kH/m^2 .

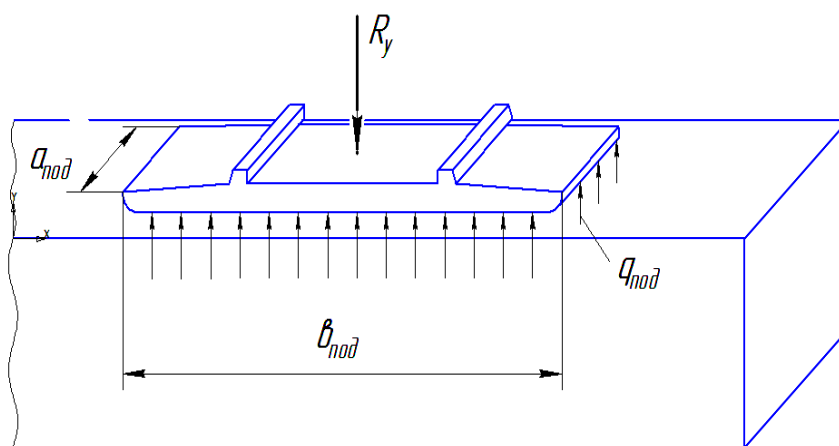


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення вертикальної жорсткості скріплення ДО

Введемо розрахункову величину $C_{под}$ – коефіцієнт постелі підкладки, характеризуючу пружні властивості деревини при її змінанні і стисненні упоперек волокон і чисельно рівну навантаженню, яке прикладене до одиначної площі деревини і яке викличе одиначну пружну деформацію (kH/m^3).

Тоді

$$q_{под} = C_{под} \cdot y_{скр}^{cp},$$

де $y_{скр}^{cp}$ – середнє значення вертикальної пружної деформації в скріпленні ДО, m .

Металева підкладка повинна розглядатися як пластина, що розташована на пружній основі і працює під дією

вертикальних сил. Прогинання її в підрейковому перетині виявляються більшими, ніж це було б у разі жорсткого штампу. Проте при визначених пружних властивостях деревини не під штампом, а під металевою підкладкою скріплення в результаті експериментальних робіт можна отримати значення $C_{под}$ з урахуванням жорсткості підкладки.

З урахуванням висловленого вертикальну жорсткість скріплення ДО можна визначати як

$$C_{уск} = \omega_n \cdot C_{под}, \quad (1)$$

де ω_n – площа підкладки, m^2 .

Горизонтальна поперечна жорсткість скріплення ДО. Розрахункова схема для визначення горизонтальної поперечної жорсткості наведена на рис. 2. Ця схема застосовна за таких умов: дія

горизонтальної поперечної сили R_z викликає тільки горизонтальне переміщення рейки без її кручення; між підшоною рейки, підкладкою і костиллями зазори відсутні.

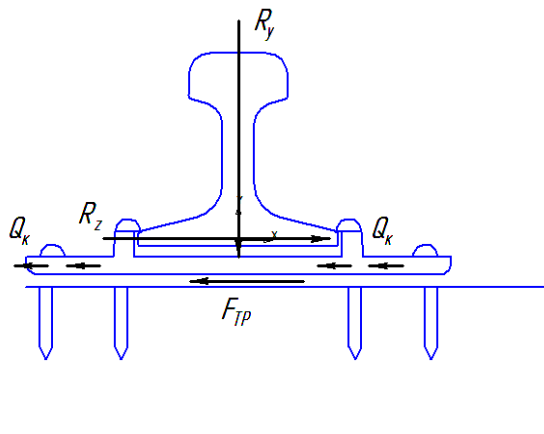


Рис. 2. Схема завантаження вузла скріплення ДО поперечним навантаженням

Умова рівноваги у вузлі скріплення має вигляд

$$R_z = F_{тр} + m Q_k,$$

де $F_{тр}$ – сила тертя підкладки по шпалі;

Q_k – опір одного костилля поперечному віджиманню;

m – кількість основних і обшивальних костилів у вузлі скріплення.

До подолання сили тертя $F_{тр}$ горизонтальних поперечних деформацій у вузлі скріплення не відбувається.

Тоді умови прояву і формування горизонтальної поперечної жорсткості скріплення ДО можна подати як такі вирази:

$$\left. \begin{aligned} -n p u R_z < f_{nod} \cdot R_y \\ C_z = \infty \\ -n p u R_z \geq f_{nod} \cdot R_y \\ C_z = m \cdot C_k \text{ (кН/м)} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

де R_y і R_z – діючі на вузол скріплення вертикальна і горизонтальна поперечні сили, кН;

f_{nod} – коефіцієнт тертя підкладки по шпалі;

C_k – жорсткість костилля при його поперечному віджиманні, кН/м.

Жорсткість скріплення ДО при крученні рейки. Скріплення ДО працює на кручення, будучи одночасно завантаженим вертикальною силою R_y . Ця сила створює зминання і стиснення деревини на величину y , викликаючи пружний опір, інтенсивність якої можна подати у вигляді розподіленої по ширині підкладки ϵ_{nod} реакції (рис. 1).

$$q_n = \frac{R_y}{\epsilon_{nod}} = \frac{\omega_n \cdot C_{nod}}{\epsilon_{nod}} \cdot y,$$

де ω_n - площа підкладки, м²;

C_{nod} – коефіцієнт постелі підкладки, кН/м³.

Під дією крутного моменту $M_{кр}$ додаткові деформації Δy_1 і Δy_2 (рис. 3). кромки підшви підкладки одержують

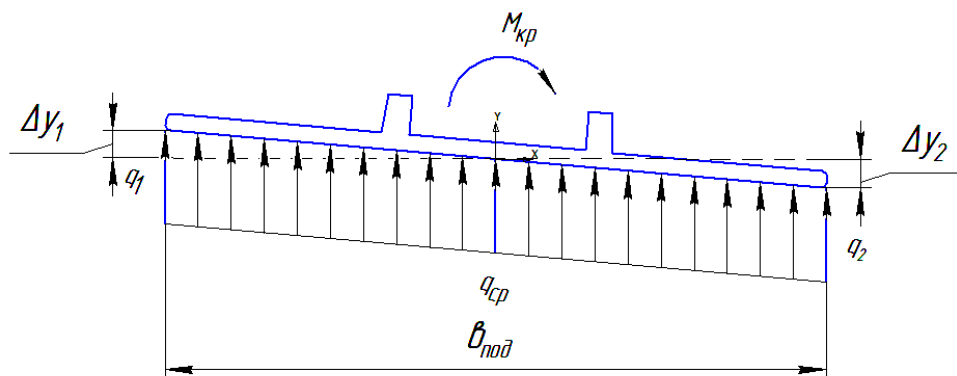


Рис. 3. Схема навантаження вузла скріплення ДО крутним моментом

При цьому величини Δy_1 і Δy_2 значно менше величини деформації y_1 , викликані вертикальним навантаженням R_y [2]. Таким чином, розглядаючи умову рівноваги моментів у вузлі скріплення ДО, зміною сил притиснення основних і обшивальних костилів можна нехтувати.

Умова рівноваги зовнішнього крутного моменту $M_{кр}$ і моменту нерівномірно розподіленої реакції деревини шпали відносно центра повороту перетину рейки матиме вигляд

$$\dot{I}_{\varepsilon\delta} + (q_1 + q_{\text{nod}}) \frac{\hat{a}_{\text{нн}\ddot{a}}^2}{16} - (q_{\text{nod}} + q_2) \frac{\hat{a}_{\text{нн}\ddot{a}}^2}{16} = 0.$$

або

$$M_{кр} = (q_2 - q_1) \frac{\varepsilon_{\text{nod}}^2}{16}. \quad (3)$$

Інтенсивності розподіленого навантаження q_1 і q_2 :

$$q_1 = (\delta - \Delta\delta_1) \frac{\omega_i \cdot \tilde{N}_{\text{нн}\ddot{a}}}{\hat{a}_{\text{нн}\ddot{a}}},$$

$$q_2 = (y + \Delta y_2) \frac{\omega_n \cdot C_{\text{nod}}}{\varepsilon_{\text{nod}}}$$

Тоді вираз (3) матиме вигляд

$$\dot{I}_{\varepsilon\delta} = \left(\frac{\Delta\delta_2 + \Delta\delta_1}{\hat{a}_{\text{нн}\ddot{a}}} \right) \omega_i \cdot \tilde{N}_{\text{нн}\ddot{a}} \frac{\hat{a}_{\text{нн}\ddot{a}}^2}{16}.$$

Враховуючи, що з причини малості кута закручування $\varphi = \frac{\Delta y_2 + \Delta y_1}{\varepsilon_{\text{nod}}}$, можна

одержати залежність жорсткості скріплення ДО при крученні від коефіцієнта постелі підкладки у вигляді:

$$C_\varphi = \omega_n \cdot C_{\text{nod}} \cdot \frac{\varepsilon_{\text{nod}}^2}{16}. \quad (4)$$

Висновок. Отримано розрахункові рівняння, які дозволяють визначити просторові жорсткості проміжних скріплень типу ДО з урахуванням рівня діючих навантажень. Для отримання чисельних значень цих жорсткостей і їх змін у процесі експлуатації колії необхідні значення коефіцієнтів постелі підкладки, опір і жорсткість костилів S_k при їх поперечному віджиманні. Ці параметри повинні бути визначені експериментально.

Список літератури

1. Ершков, О.П. Характеристики пространственной упругости рельсовой нити [Текст] / О.П. Ершков // Труды ВНИИЖТ. – М.: Трансжелдориздат. – 1960. – № 192. – С. 59-101.
2. Ершков, О.П. Расчёт рельсов на действие боковых сил в кривых [Текст] / О.П. Ершков // Труды ВНИИЖТ. – М.: Трансжелдориздат. – 1960. – № 192. – С. 5-58.
3. Правила розрахунків залізничної колії на міцність та стійкість [Текст] / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2006. – 168 с.
4. Даренський, О.М. Методологічні основи вибору розрахункової схеми динамічної системи «екіпаж – рейкова колія» для умов промислового транспорту [Текст] / О.М. Даренський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №2. – С. 32-36.

Ключові слова: колії промислових залізниць, просторові жорсткості скріплення типу ДО.

Анотації

Розглянуто роботу проміжного скріплення типу ДО під дією вертикальних і горизонтальних поперечних сил. Отримано розрахункові рівняння, які дозволяють визначити вертикальну, горизонтальну поперечну жорсткість і жорсткість цього скріплення при крученні рейки.

Рассмотрена работа промежуточного скрепления типа ДО под действием вертикальных и горизонтальных поперечных сил. Получены расчетные уравнения, которые позволяют определить вертикальную, горизонтальную поперечную жесткости и жесткость этого скрепления при кручении рельса.

Considered Work intermediate bonding type ДО under vertical and horizontal transverse forces. The resulting design equations for determining vertical, horizontal lateral stiffness and torsional stiffness of the rail fastening.

УДК 621.391

*Д-р техн. наук С.И. Приходько,
кандидати техн. наук А.С. Волков,
Н.А. Штомпель,
асп. А.В. Боцул,*

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СВЕРТОЧНЫХ КОДОВ ПЕРЕМЕЖЕНИЯ

Постановка проблемы и анализ литературы. Сверточные коды широко применяются в современных цифровых телекоммуникационных системах для повышения достоверности передаваемой информации по различным каналам связи [1]. Эффективным методом исправления пакетов ошибок, возникающих в каналах с памятью, является использование сверточных кодов перемежения [2]. В работах [3, 4] на основе введения обобщенного порождающего многочлена предложен метод построения алгебраических сверточных кодов с заданными параметрами, исправляющих случайные ошибки. С другой стороны, в работе [5] получен модифицированный обобщенный порождающий многочлен, позволяющий алгебраически задавать параметры несистематических сверточных кодов перемежения, которые можно использовать в каналах с памятью для исправления пакетов ошибок за счет

разнесения во времени искаженных кодовых символов.

В работе [3] показано, что сверточные коды алгебраически заданные порождающим многочленом кода Рида-Соломона, обеспечивают наилучшие характеристики, поэтому актуальной задачей является построение алгебраических несистематических сверточных кодов перемежения на основе модифицированных порождающих многочленов данных блочных кодов с глубиной перемежения M .

Целью статьи является разработка метода построения алгебраических сверточных кодов перемежения на основе модифицированных порождающих многочленов кода Рида-Соломона.

Основная часть. Пусть код Рида-Соломона (N, K, D) над полем $GF(q^m)$ задан порождающим многочленом

$$G(x) = (x - \alpha^b)(x - \alpha^{b+1}) \dots (x - \alpha^{b+D-2}), \quad (1)$$

где $\alpha^b, \alpha^{b+1}, \dots, \alpha^{b+D-2}$ – корни многочлена $G(x)$, принадлежащие полю $GF(q^m)$;

b – целое число;
 D – минимальное кодовое расстояние.

Тогда степень порождающего многочлена (1) $\deg(G(x)) = D - 1$ и данный код имеет следующие параметры: длина кодового слова $N = q^m - 1$, длина информационного слова $K = N - D + 1$, число проверочных символов $r = D - 1 = \deg(G(x))$, $D = N - K + 1$.

Следовательно, коды Рида-Соломона (N, K, D) являются кодами максимальной длины, т.е. для заданной длины кодового слова N и длины информационной части K обеспечивают максимально достижимое минимальное кодовое расстояние $D = N - K + 1$.

$$C = \begin{pmatrix} C^1 \\ C^2 \\ \dots \\ C^M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_0^1 & C_1^1 & \dots & C_{N-1}^1 \\ C_0^2 & C_1^2 & \dots & C_{N-1}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{N-1}^M & C_{N-1}^M & \dots & C_{N-1}^M \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где C^i – i -е кодовое слово исходного кода Рида-Соломона (N, K, D) , $i = 1, 2, \dots, M$.

Однако эффективность данных кодов при передаче непрерывных сообщений по каналам с памятью недостаточна, поэтому рассмотрим принципы построения

Группируя по строкам M кодовых слов кода Рида-Соломона (N, K, D) длины N в матрицу размерности $M \times N$, получим линейный код со следующими параметрами: длина кодового слова $N' = M \cdot N$, длина информационного слова $K' = M \cdot K$, минимальное кодовое расстояние, как и у исходного кода Рида-Соломона, $D = N - K + 1$.

Тогда код перемежения Рида-Соломона (N, K, D, M) со степенью (глубиной) перемежения M представим как набор матриц размерности $M \times N$, каждая из которых является кодовым словом данного кода следующего вида [6]:

алгебраических сверточных кодов перемежения для снятия данного ограничения.

После проведения вычислений порождающий многочлен (1) представим следующим образом:

$$G(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \dots + \alpha_{r-1} x^{r-1} + \alpha_r x^r, \quad (3)$$

где $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_r$ – корни многочлена $G(x)$, принадлежащие полю $GF(q^m)$.

Тогда согласно работам [3, 4] несистематический сверточный код (n_0, k_0, v) над полем $GF(q)$ можно алгебраически задать обобщенным порождающим многочленом суть порождающим многочленом кода Рида-Соломона (N, K, D) вида (3), при этом полученный код будет иметь следующие

параметры: длина информационного кадра $k_0 = 1$, кадр кодового слова $n_0 = m$, скорость кода $R = k_0 / n_0 = 1 / m$, длина кодового ограничения $v = r \cdot k_0 = r$, информационная длина слова $k = r + 1$, кодовая длина блока $n = k \cdot m$, свободное расстояние $d_\infty \geq D$.

Далее на основе работы [5] представим порождающий многочлен (3)

кода Рида-Соломона (N, K, D) в виде модифицированного обобщенного порождающего многочлена, полностью определяющего параметры

несистематического сверточного кода перемежения (n_0, k_0, v, M) над полем $GF(q)$, следующим образом:

$$G'(x) = G(x^M) = \alpha_0 + \alpha_1 x^M + \alpha_2 x^{2M} + \dots + \alpha_r x^{rM}. \quad (4)$$

Тогда согласно работе [5] ограниченный кодовый многочлен несистематического сверточного кода перемежения (n_0, k_0, v, M) над полем $GF(q^m)$ можно представить как

$$C(x) = i(x)G'(x) = \sum_{i=0}^{M-1} C_i(x) \cdot x^{iN}, \quad (5)$$

где $C_i(x)$ – i -й частичный кодовый многочлен, соответствующий блоку

ограниченного информационного многочлена $i(x)$.

Производя вычисления в формуле (5), записывая по строкам полученные коэффициенты при формальной переменной x в виде матрицы аналогичной (2) и осуществляя отображение элементов поля $GF(q^m)$ в наборы элементов поля $GF(q)$, получим одно из ограниченных кодовых слов алгебраического несистематического сверточного кода перемежения:

$$c = \begin{pmatrix} c^{1,0}, c^{1,1}, \dots, c^{1,m-1} \\ c^{2,0}, c^{2,0}, \dots, c^{2,m-1} \\ \dots \\ c^{M,0}, c^{M,0}, \dots, c^{M,m-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_0^{1,0}, \dots, c_0^{1,m-1} & \dots & c_{N-1}^{1,0}, \dots, c_{N-1}^{1,m-1} \\ c_0^{2,0}, \dots, c_0^{2,m-1} & \dots & c_{N-1}^{2,0}, \dots, c_{N-1}^{2,m-1} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{N-1}^{M,0}, \dots, c_{N-1}^{M,m-1} & \dots & c_{N-1}^{M,0}, \dots, c_{N-1}^{M,m-1} \end{pmatrix}.$$

Выводы. Показана возможность построения алгебраических сверточных кодов перемежения на основе

модифицированных порождающих многочленов кода Рида-Соломона.

Список литературы

1. Вернер, М. Основы кодирования [Текст]: учеб. для вузов / М. Вернер. – М.: Техносфера, 2004. – 288 с.
2. Питерсон, У. Коды, исправляющие ошибки [Текст] / У. Питерсон, Э. Уэлдон: пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 596 с.
3. Приходько, С.И. Построение сверточных кодов с использованием кодов РС [Текст] / С.И. Приходько, Г.Е. Березняков // Тематический научно-технический сборник. – 1986. – №330. – С. 103-107.
4. Приходько, С.И. Алгебраические сверточные коды [Текст] / С.И. Приходько // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1999. – № 2 (17). – С. 62-63.

5. Приходько, С.И. Метод модификации обобщенного порождающего многочлена алгебраических сверточных кодов [Текст] / С.И. Приходько, А.С. Волков, Н.А. Штомпель, А.В. Боцул // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 6. – С. 15 – 19.

6. Wachter-Zeh, A. Decoding Interleaved Reed–Solomon Codes Beyond their Joint Error–Correcting Capability [Text] / A. Wachter-Zeh, A. Zeh, M. Bossert // Designs, Codes and Cryptography. – 24 July 2012. – P. 1-21.

Ключевые слова: сверточные коды, коды Рида-Соломона, перемежение, обобщенный порождающий многочлен.

Аннотации

Запропоновано метод побудови алгебраїчних згорткових кодів перемежування на основі модифікованих породжуючих багаточленів коду Рида-Соломона для захисту неперервних інформаційних повідомлень від пакетів помилок, що виникають у каналах з пам'яттю.

Предложен метод построения алгебраических сверточных кодов перемежения на основе модифицированных порождающих многочленов кода Рида-Соломона для защиты непрерывных информационных сообщений от пакетов ошибок, возникающих в каналах с памятью.

Proposed the method of constructing of algebraic interleaved convolutional codes on the basis of modified generator polynomials of the Reed-Solomon code to protect the continuous information messages of burst errors occurring in channels with memory.

УДК 548.55:[548.4:544.032.52]

*Д-р физ.-мат. наук Р.В. Вовк,
канд. техн. наук В.Ю. Гресь,
канд. физ.-мат. наук З.Ф. Назыров*

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИФФУЗИИ КИСЛОРОДА В КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ ОКСИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Постановка проблемы. Недавние исследования показали, что серия Радлстона-Поппера ($A_{n+1}B_nO_{3n+1}$) и слоистые перовскиты $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ (Ln -редкоземельный катион) являются многообещающими материалами в качестве катодов для твердопливных оксидных элементов в области

промежуточных температур. В целях их экономичности необходимо максимизировать диффузию кислорода.

Анализ последних исследований и публикаций. Технология получения твердопливных оксидных элементов (ТТОЭ) характеризуется высокой эффективностью преобразования энергии и

низкими выбросами парниковых газов (по сравнению с другими, более традиционными высокоэнергетичными методами [1-8]). Основная часть исследований направлена на поиск путей снижения рабочей температуры ТТООЭ до промежуточного диапазона температур (500-700 °С) [1]. Использование такого температурного диапазона позволит улучшить экономичность ТТООЭ, однако при этом необходимо сохранить их производительность. Для решения данной проблемы нужно улучшить каталитическую активность катодных материалов, поскольку это может стать значительным источником электрических потерь при более низких температурах [2, 3]. Основные факторы, влияющие на производительность катода – высокая электропроводность, скорость поверхностного обмена и коэффициент диффузии кислорода [4, 5]. Создание новых катодных материалов велось на основе перовскитоподобных соединений, таких как первые члены серии Радлстона-Поппера (РП), т. е. A_2VO_4 и слоистые перовскиты $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ [6-8].

Молекулярно-динамическое (МД) моделирование позволяет вычислить энергетические параметры диффузии (т.е. энергию активации и коэффициент диффузии ионов), а также разработать механизм диффузии сложных систем, которые трудно исследовать экспериментально.

Цель статьи. Определение путей максимизации диффузии кислорода в катодных материалах A_2VO_4 и $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ путем изменения стехиометрии кислорода, состава материалов и катионного разупорядочения.

Методика эксперимента. Классическое МД моделирование использовалось в Борновском описании ионной кристаллической решетки [9]. Ионы взаимодействуют посредством короткодействующих параметрических парных потенциалов, а дальнедействующие

кулоновские взаимодействия суммируются методом Эвальда [10]. Ближние взаимодействия описывались параметрическими потенциалами Букингема [10], которые были установлены ранее сравнением с экспериментальными данными. Для всех вычислений использовался пакет моделирования DL POLY [11]. В качестве исходной конфигурации для $GdBaCo_2O_{5+\delta}$ мы использовали суперячейки $8 \times 8 \times 4$ для высокотемпературной фазы, содержащей примерно 5000 ионов. Частичная занятость кислородных позиций рассчитывалась взятием случайной выборки соответствующего размера, содержащей частично занятые кислородные позиции в каждом слое. Для описания механизма диффузии кислорода стехиометрии с $\delta = 0.5$ исследовались в широком диапазоне температур ($T = 800-1400$ К). Начальные вычисления были проведены для 10000 временных интервалов на атомах, находящихся в баростате, что допускало изменение параметров ячейки в каждом из этих интервалов. Затем следующие 10000 временных интервалов были проанализированы при постоянном объеме, чтобы ячейка могла прийти в состояние равновесия в новом объеме. После этого конечного моделирования сбор данных перезапускался и длился 10 пс, чтобы убедиться в адекватности статистической выборки. Температура и давление корректировались с помощью термостата Нос-Хувера [12].

Результаты и обсуждение. МД моделирование прояснило картину диффузии кислорода в РП материалах $La_2NiO_{4+\delta}$, $Pr_2NiO_{4+\delta}$ и $La_2CoO_{4+\delta}$. Было рассчитано, что кислород переносится за счет междоузельного механизма с высокой анизотропией в а-b плоскости (см. рис. 1) [8]. Это соответствует недавним ToF-SIMS результатам [13] по переносу кислорода в $La_2NiO_{4+\delta}$ с энергией активации 0.54 эВ, которые хорошо согласуются с МД результатами (0.51 эВ [8]). Энергия активации кислорода в $Pr_2NiO_{4+\delta}$ для

различных гиперстехиометрий была вычислена в работе [14]. Эти результаты также хорошо согласовывались с экспериментальной работой Боэма и др. [6] (таблица). В МД работе [14] было получено, что активационная энергия миграции кислорода сильно зависит от степени гиперстехиометрии в диапазоне от

0.49 эВ (при $\delta = 0.025$) до 0.64 эВ (при $\delta = 0.20$). Коэффициент диффузии кислорода D при температуре T может быть описан формулой $D = D_0 \exp(-E_m/k_B T)$. Она связывает D с концентрацией междоузлий O_i и энергетическим барьером миграции E_m . Здесь f - корреляционный фактор, k_B – постоянная Больцмана.

Таблица

Энергия активации самодиффузии кислорода в $A_2BO_{4+\delta}$

Материал	E_a , эВ	Методология	Примечание
$La_2CoO_{4+\delta}$	0.12	Эксперимент	
$La_2CoO_{4+\delta}$	0.73-0.80	ДФТ	Междоузельный механизм
$La_2CoO_{4+\delta}$	0.31	МД	Междоузельный механизм
$Pr_2NiO_{4+\delta}$	0.49-0.64	МД	Междоузельный механизм
$Pr_2NiO_{4+\delta}$	0.6	Эксперимент	Междоузельный механизм
$La_2NiO_{4+\delta}$	0.51	МД	Междоузельный механизм
$La_2NiO_{4+\delta}$	0.54	Эксперимент	Поликристалл, ТОФ-СИМС

Увеличение O_i приведет к резкому увеличению коэффициента диффузии и это неудивительно, поскольку именно междоузлия являются промежуточным звеном в процессе диффузии кислорода для этих материалов. При достаточно высокой O_i (здесь $\delta \sim 0.02$) коэффициент диффузии уменьшается, что происходит вследствие повышения эффективного барьера мигра-

ции за счет увеличения энергии формирования кислородных междоузлий (при наличии уже существующих соседних междоузлий). Это приводит к увеличению жесткости решетки, поскольку подрешетка NiO_6 закреплена цепочкой дополнительных кислородных междоузлий и затрудняет отклонение октаэдра NiO_6 , обеспечивающее диффузию ионов кислорода (рис. 1).

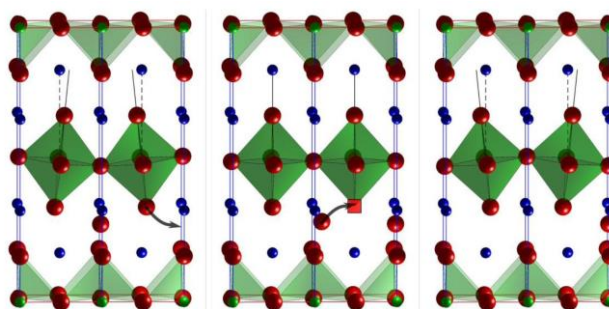


Рис. 1. Характеристические моментальные снимки кислородного междоузельного диффузионного механизма, спрогнозированного МД-вычислениями для диффузии $Pr_2NiO_{4+\delta}$

Мы проверили данный факт, проведя статическое и атомное моделирование в сочетании с методом подталкивающей упругой ленты для $\text{La}_2\text{CoO}_{4+\delta}$ и других перспективных РП соединений (рис. 2). На рис. 2 показаны результаты расчета механизма междоузлий для одиночного кислородного междоузлия при различных конфигурациях тетрагональной элементарной ячейки. В этих слоистых соединениях дефект-дефектные взаимодействия являются значительными, что

происходит в результате как кулоновского отталкивания между кислородными междоузлиями, так и взаимодействия полей напряжений вокруг дефектов. На рис. 2 показано, что энергетический барьер миграции кислорода довольно сильно зависит от концентрации кислородных междоузлий. Для более высоких O_i (меньшая ячейка, $1 \times 1 \times 1$, на рис. 2) энергия миграции примерно в два раза выше, чем в больших ячейках ($6 \times 6 \times 2$, на рис. 2).

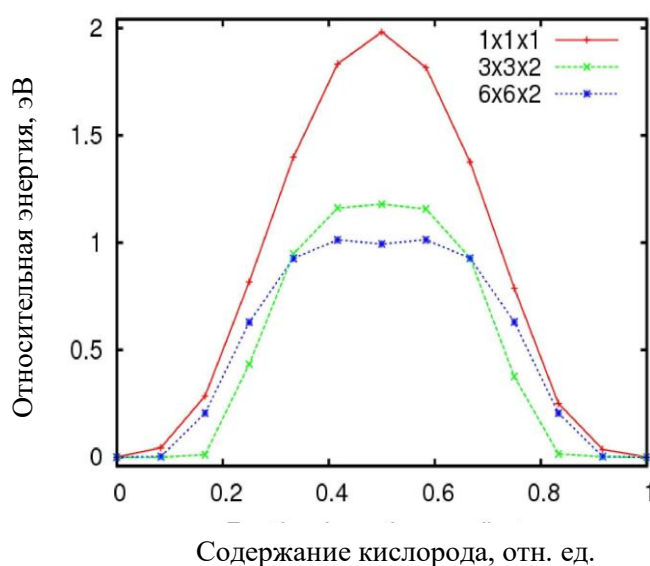


Рис. 2. Относительные энергии изображений, полученных методом подталкивающей упругой ленты, отражающие вариацию рассчитанного переходного барьера для одиночного кислородного междоузлия как функция размера суперячейки

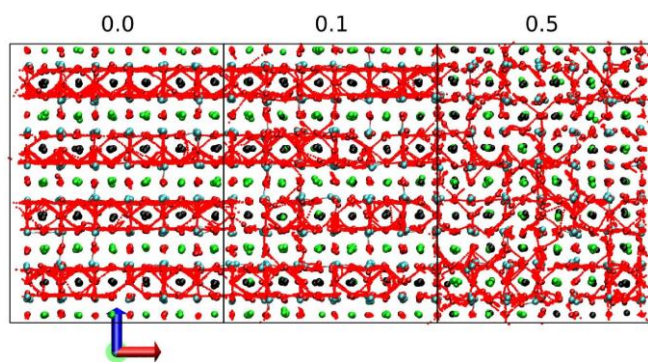
В упорядоченном $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ энергия активации согласно расчетам составляла около 0.5 эВ (для $T=800-1400$ К). Это очень хорошо согласуется со значением 0.6 эВ, полученным с помощью методики изотопического обмена в температурном диапазоне от 600 до 1000 К. Стоит отметить, что высокотемпературная фаза тетрагонального $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ обладает сильно анизотропной диффузией кислорода в a - b плоскости. Согласно экспериментальным результатам [8] этому способствуют кислородные вакансии.

В $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ существует беспорядок между катионами Gd и Ba, который количественно описывается

формулой $F = [\text{GdBa}] / ([\text{GdBa}] + [\text{GdGd}])$, определяющей вероятность нахождения иона Gd на месте Ba. Здесь M_N показывает концентрацию M ионов на N -местах. Случаю полного разупорядочения соответствует $F=0.5$, т. е. вероятность того, что положение занято ионом Gd или Ba, равна 50 %. Соответственно для полностью упорядоченного случая $F=0$.

На рис. 3 схематически показано влияние катионного беспорядка на механизм диффузии кислорода в $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$ для упорядоченного ($F=0$) и неупорядоченного ($F=0,1;\dots,0,5$) случаев. Это свидетельствует о том, что формирование катионного беспорядка

приводит к миграции вдоль оси c и, следовательно, снижению анизотропии диффузии кислорода в $GdBaCo_2O_{5+\delta}$. Интересно, что для $F=0,5$ коэффициент диффузии уменьшается и диффузионный механизм является практически изотропным. Это может показаться неочевидным, поскольку следовало ожидать, что порядок в кислородной подрешетке будет соответствовать порядку в катионной подрешетке, т. к. они связаны в составе одного оксида. В свою очередь, это означает, что катионная подрешетка упорядоченных оксидов будет обладать ограниченной диффузией кислорода. Интересно, что ранее это изучалось в работе [15] и было рассчитано, что существуют оксиды с катионным порядком



и анионным беспорядком, обладающие высокой степенью диффузии кислорода. Дело в том, что в разупорядоченных оксидах поглощение дефектов может снизить измеряемый коэффициент диффузии. В недавней работе Сеймора и др. по статическому атомному моделированию [16] было вычислено, что существует значительный захват дефектов между кислородными вакансиями и Ba, расположенным на местах Ln (где Ln – редкоземельный элемент) в $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ двойных перовскитах. Это, в свою очередь, может снизить коэффициент диффузии. Поскольку уровень катионных беспорядков важен, условия эксперимента, такие как подготовка образца и температурный режим, могут использоваться для регулирования анизотропии материала.

Рис. 3. Влияние беспорядка в подрешетке Gd/Ba на механизм диффузии кислорода в $GdBaCo_2O_{5.5}$. Для отсутствия разупорядочения в Gd/Ba подрешетке (т. е. $F = 0.0$) диффузия анизотропная и происходит в плоскости ab , в то время как для случая разупорядочения (т. е. от $F = 0.1$ к $F = 0.5$) диффузия становится более изотропной

При выборе материалов для ТТОО также должны быть рассмотрены и другие вопросы. Авторы работы [6] предложили использовать промежуточные редкоземельные катионы, такие как самарий, чтобы избежать снижения коэффициента теплового расширения, которое может быть связано с катионами редкоземельных элементов меньших размеров. Замена бария на стронций в $GdBaCo_2O_{5+\delta}$ приводит к образованию $GdBa_{1-x}Sr_xCo_2O_{5+\delta}$, в котором наблюдается повышенное содержание кислорода [7]. Такие замещения также могут повлиять на диффузионные свойства и в настоящее время этот вопрос изучается.

Выводы. В заключение отметим, что моделирование атомного масштаба может быть полезным для оптимизации и разработки катодных материалов для ТТОО. В РП серии состав сильно влияет на диффузию кислорода, наименьшая энергия активации диффузии присуща $La_2CoO_{4+\delta}$. В этих материалах увеличение гиперстехиометрии кислорода (т. е. количества кислородных междоузлий, обуславливающих диффузию) также влияет на энергетику транспорта кислорода. Этот эффект, однако, быстро ослабевает по мере увеличения гиперстехиометрии. В $GdBaCo_2O_{5+\delta}$ и связанных с ним

соединениях катионный беспорядок является критически важным не только для энергии диффузии, но и для ее механизма. Чем более разупорядочен материал, тем более изотропным становится транспорт кислорода. В качестве критерия моделирования нам необходим упорядоченный $GdBaCo_2O_{5+\delta}$ для оптимизации диффузии кислорода. Второй критерий для всех рассмотренных

материалов состоит в том, что нам нужно растить кристаллы в плоскости a-b для оптимизации диффузии кислорода. В настоящее время исследования по количественному описанию влияния катионных беспорядков на коэффициент диффузии в $GdBaCo_2O_{5+\delta}$ и для дальнейшего уточнения энергии самодиффузии кислорода в $La_2CoO_{4+\delta}$ продолжаются.

Список литературы

1. B.C.H. Steele, A. Heinzl, Nature 414 (2001) 345.
2. J. Fleig, Ann. Rev. Mater. Res. 33 (2003) 361.
3. Z. Shao, S.M. Haile, J. Ahn, P.D. Ronney, Nature 435 (2005) 3676.
4. S.B. Adler, J.A. Lane, B.C.H. Steele, J. Electrochem. Soc. 143 (1996) 3554.
5. S.B. Adler, Solid State Ionics 111 (1998) 125.
6. E. Boehm, J.M. Bassat, P. Dordor, Solid State Ionics 176 (2005) 2717.
7. M. Burriel, G. Garcia, J. Santiso, J. Mater. Chem. 18 (2008) 416.
8. A. Chroneos, D. Parfitt, J.A. Kilner, J. Mater. Chem. 20 (2010) 266.
9. M. Born, J.E. Mayer, Z. Phys. 75 (1932) 1.
10. P.P. Ewald, Ann. Phys. 64 (1921) 253.
11. W. Smith, T.R. Forester, J. Mol. Graphics 14 (1996) 136.
12. S. Nos, J. Chem. Phys. 81 (1984) 511.
13. R. Sayers, R.A. De Souza, J.A. Kilner, Solid State Ionics 181 (2010) 386.
14. D. Parfitt, A. Chroneos, J.A. Kilner, Phys. Chem. Chem. Phys. 12 (2010) 6834.
15. T. Norby, J. Mater. Chem. 11 (2001) 11.
16. I. Seymour, A. Chroneos, J.A. Kilner, R.W. Grimes unpublished results.

Ключевые слова: $LnBa_{1-x}Sr_xCo_2O_{5+\delta}$; молекулярная динамика, миграция кислорода, анизотропия.

Аннотации

Недавні дослідження показали, що серія Радлстона-Поппера ($A_{n+1}B_nO_{3n+1}$) і слоїсті перовськіти $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ (Ln – рідкоземельний катіон) є багатообіцяльними матеріалами як катода для твердопаливних оксидних елементів в області середніх температур. З метою їх економічності необхідно максимізувати дифузію кисню. У даній роботі ми пропонуємо шляхи оптимізації дифузії кисню шляхом модифікації кисневої стехеометрії, складу катодного матеріалу і катіонного розупорядкування.

Недавние исследования показали, что серия Радлстона-Поппера ($A_{n+1}B_nO_{3n+1}$) и слоистые перовскиты $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ (Ln – редкоземельный катион) являются многообещающими материалами в качестве катодов для твердопаливных оксидных элементов в области промежуточных температур. В целях их экономичности необходимо максимизировать диффузию кислорода. В данной работе мы предлагаем пути оптимизации

диффузии кислорода путем модификации кислородной стехиометрии, состава катодного материала и катионного разупорядочения.

Recent investigations have revealed that the Ruddlesden-Popper series ($A_{n+1}B_nO_{3n+1}$) and the layered perovskite $LnBaCo_2O_{5+\delta}$ (Ln - rare-earth cations) are promising as cathodes for intermediate temperature solid oxide fuel cells. For these to be economical the oxygen diffusion must be maximized. In the present investigation we propose strategies for optimizing oxygen diffusion in these materials by modifying the oxygen stoichiometry, the composition and cation disorder.

УДК 681.586.782

Асп. В.Ю. Гребенюк

НЕЙРО-НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ ИНДУКТИВНО-ПРОВОДНОГО ДАТЧИКА

Представил д-р техн. наук, профессор М.М. Бабаев

Введение. В условиях стремительного роста скоростей движения поездов и увеличения объема грузовых перевозок назрела необходимость в улучшении существующих технологий, повышении эффективности использования пропускных и перерабатывающих способностей станций, а также внедрении инновационных технических средств. В настоящее время для усиления контроля состояния путевых участков железнодорожных объектов перспективна разработка и модернизация путевых датчиков, в частности индуктивно-проводных датчиков (ИПД), которые являются важными составляющими систем автоведения поездов, контроля заполнения путей, горочной автоматической централизации и др. [1]. Однако совершенствование систем железнодорожной автоматики и телемеханики требует новых подходов к разработке, представлению и испытанию технических средств. Для удовлетворения данных требований необходимым становится применение такой технологии, которая

позволит обеспечить сравнительно дешевую и гибкую среду для поиска и проверки исследовательских решений, а также значительно ускорить процессы обработки информации.

На сегодняшний день одним из самых мощных инструментов, обладающих широкими вычислительными возможностями и огромным потенциалом, являются искусственные нейронные сети (НС). НС – это исключительно мощный метод моделирования, который позволяет наглядно воспроизводить сложнейшие зависимости. НС открывают возможности использования вычислений в сферах, до этого относящихся только к области человеческого интеллекта, возможности создания систем, способных обучаться, запоминать и обрабатывать данные [2].

Анализ публикаций и постановка задачи исследования. Использование методов моделирования для решения проблем транспортной сети рассмотрено в работе [3]. На сети железных дорог нейросетевое моделирование наращивает свои позиции в области управления

процессами перевозок: в работе [4] занимаются прогнозированием объемов нагрузки в вагонах, подходы к реализации управленческих решений рассматривают в материалах [5, 6]. Применительно к железнодорожной автоматике в статье [7] с помощью ИС проведена оптимизация структур современных компьютерных систем управления движением поездов. Вместе с этим можно утверждать, что необходимость решения насущных именно для железной дороги задач с помощью имитационного моделирования способствует повышению уровня безопасности движения и эксплуатации объектов железнодорожного транспорта и улучшает качество перевозочного процесса в целом. С другой стороны, анализ состояния технических средств контроля подвижных объектов [8] позволяет сделать вывод о необходимости усовершенствования существующих путевых датчиков, и конкретно ИПД как ключевого звена в регулировании движения поездов. Поэтому осуществить улучшение качественных характеристик датчика возможно путем моделирования процессов его работы. Т. к. основной функцией ИПД является выявление наличия транспортного средства на путевом участке, то задачей, на выполнение которой направлено данное исследование, является реализация процесса определения занятости/свободности контрольного участка пути подвижной единицей с помощью ИС.

Основная часть. На основе разработанного усовершенствованного ИПД [9] была создана соответствующая имитационная модель в пакете Simulink среды Matlab [1]. Анализ сведений, полученных при испытании данной модели, показал, что исходные данные изменения индуктивности секций шлейфа слабо формализованы. В различных условиях индуктивность каждой из секций может принимать любые значения на определенном интервале. Следовательно, при исследовании возможно рассматривать

изменение индуктивности как нечеткое множество. В данном случае, когда анализируемые колебания индуктивности под влиянием дестабилизирующих факторов имеют различные значения, целесообразным будет применение нейро-нечеткого моделирования. Система нечеткого вывода позволяет построить модель, адекватную действительности, с помощью математической формализации нечетких данных [10]. Исходя из этого представляется возможным построение модели реализации процессов работы ИПД в виде системы на базе нечетких правил Fuzzy Inference System (FIS).

В качестве программы для математического моделирования используется пакет Matlab, потому как он является одновременно интегральной средой разработки систем нечеткого вывода и нейронных сетей.

Разрабатываемая модель будет содержать два входа. Учитывая, что индуктивный шлейф, который является чувствительным элементом ИПД, содержит две секции, уложенные последовательно внутри рельсовой колеи, представим входные параметры модели в виде нечетких переменных, каждая из которых соответствует процентному изменению индуктивности секций при различных состояниях пути. Руководствуясь результатами исследования изменения индуктивности катушки при свободности пути и при наличии над катушкой ферромагнитной массы подвижной единицы [11], а также результатами моделирования [1], будем считать, что изменение индуктивности в пределах от 0 до 15 % вызвано климатическими и другими внешними воздействиями. Наличие подвижного состава на контрольном участке пути определяется изменением индуктивности от 16 до 100 %.

Как систему нечеткого логического вывода используем адаптивную модель с настройками с помощью ИС FIS типа Sugeno, применяющую «обучение с

учителем», причем в качестве образцов входных и выходных данных используем данные моделирования [1]. Алгоритм Sugeno выбран в связи с простотой реализации и большей точностью по сравнению с другими алгоритмами. Зададим Гауссовские функции как функции принадлежности для обеспечения плавных переходов между термами входной переменной, которая будет определяться на интервале $[0, 1]$, что означает изменение

индуктивности (0-100 %) в долях. Ординаты максимумов этих функций совпадают с рассматриваемыми возможными значениями изменения индуктивности для первой (рис. 1, а) и для второй (рис. 1, б) секций индуктивного шлейфа. Например, возможное изменение индуктивности обеих секций вследствие дождя равно 0,1, а по причине наезда подвижного состава на первую секцию значение изменения достигает 0,9.

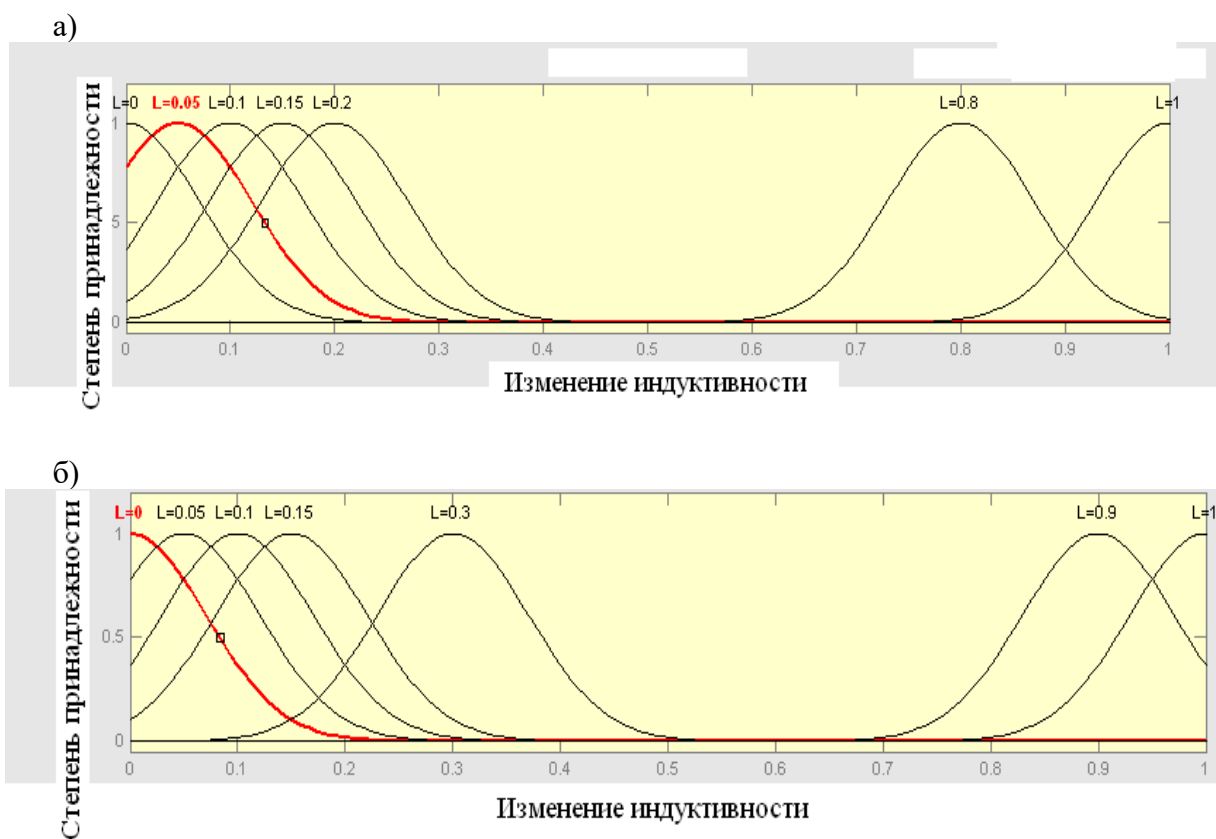


Рис. 1. Функции принадлежности входных переменных для первой секции (а) и для второй секции (б) индуктивного шлейфа

Выход модели будет представлять собой прогнозируемое состояние путевого участка в различных условиях. Для этого зададим постоянные функции принадлежности выходной переменной на интервале $[0, 1]$, которые будут обозначать: «0» – участок свободен (влияние погодных и других внешних факторов), «1» – наезд подвижной единицы на контрольный

участок. Главной составляющей модели нечеткого логического вывода является система правил. Введем обучающие правила, характеризующие процессы работы ИПД, обозначив соответствия между каждой функцией принадлежности и выходной переменной. Набор правил сгенерированной системы нечеткого вывода приведен на рис. 2.

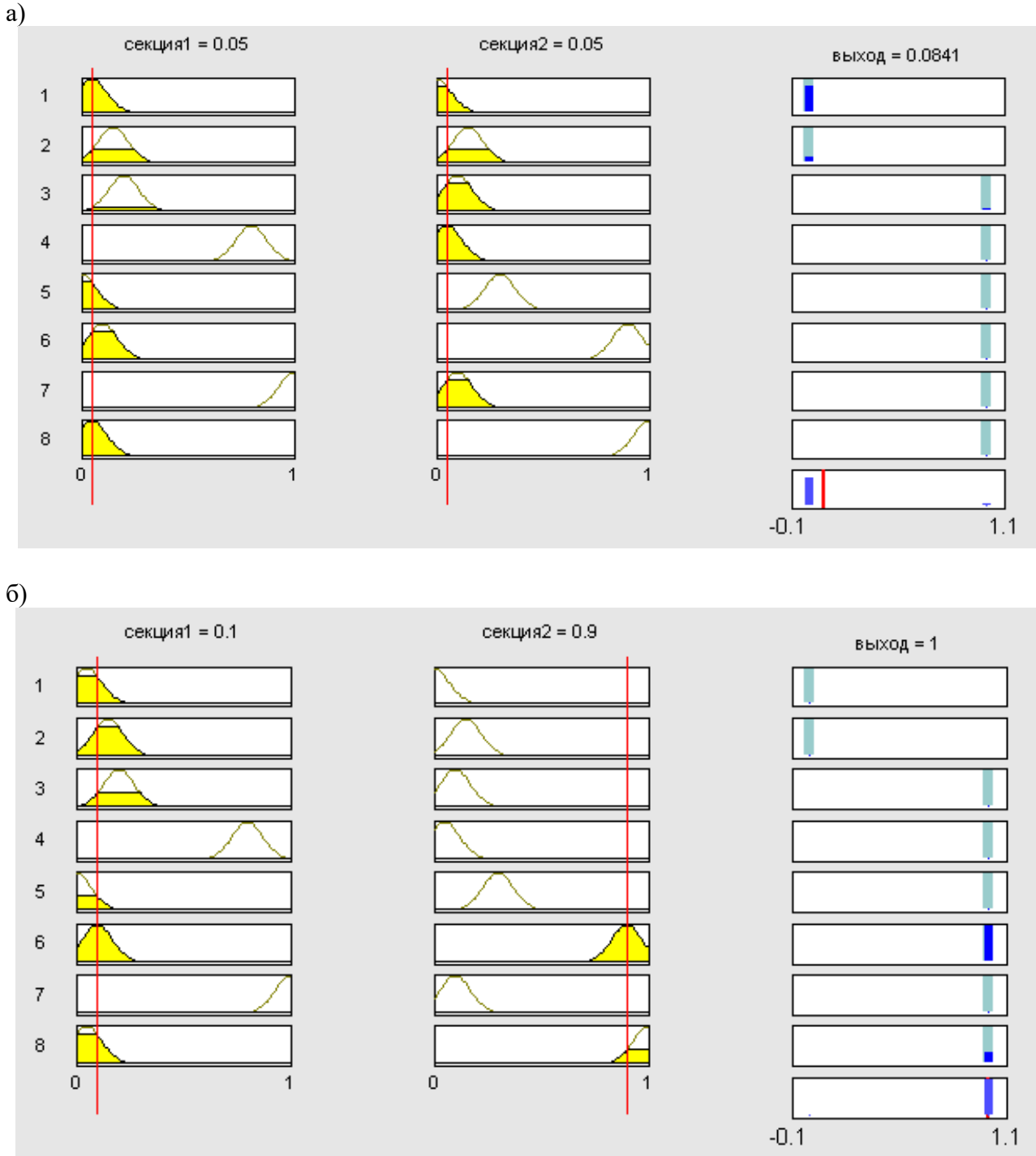


Рис. 2. Набор правил созданной системы нечеткого вывода при изменениях погодных условий (а) и при занятости путевого участка (б)

На рис. 2 первые два столбца представляют собой входы системы, соответствующие первой и второй секциям индуктивного шлейфа, индуктивность которых изменяется при различных

состояниях пути. В зависимости от количества правил столбцы разбиваются на ячейки, и если в данное правило входит какая-либо функция принадлежности, то она представляется в окне нелинейной

функцией. Третий столбец отображает значения переменной на выходе системы. Перемещая красную вертикальную линию, изменяем значение аргументов на входе, при этом, соответственно, изменяется значение переменной на выходе. На рис. 2, а показан случай скачков давления, причем изменение индуктивности обеих секций составляет не больше 5 %, а значение на выходе достигает «0,0841», что близко к нулю и означает свободу контрольного участка пути. В случае наезда поезда со стороны второй секции во время снегопада изменение индуктивности первой секции достигает 10 %, второй – 60 %, а значение на выходе системы составляет «1», что характерно для занятости путевого участка (рис. 2, б). Изменение аргумента с помощью красной черты наглядно демонстрирует определение системой значения выхода.

НС, отражающая приведенный механизм вывода, состоит из четырех слоев нейронов (рис. 3). На выходах узлов первого слоя представлены аргументы функций принадлежности при конкретных значениях входных величин a_1 , a_2 . С

помощью нейронов этого слоя осуществляется процедура фазификации (приведение к нечеткости) входных данных модели. Выходами нейронов второго слоя являются истинные значения для правил, составляющих базу знаний, которая была создана вследствие обучения модели. Степени истинности предпосылок каждого правила вычисляются по формулам [2]:

$$b_1 = L_1 a_1 \wedge L_8 a_2, \quad (1)$$

$$b_2 = L_2 a_1 \wedge L_9 a_2, \quad (2)$$

где L_1 , L_2 – нейроны первого слоя.

Нейроны данного слоя, обозначенные буквой T , могут реализовывать любые варианты T -нормы для моделирования логической операции «И». Нейроны третьего слоя содержат конечные результаты вычислений с учетом веса каждого правила. Единственный нейрон пятого слоя рассчитывает конечный выход модели c , выполняя операцию дефазификации.

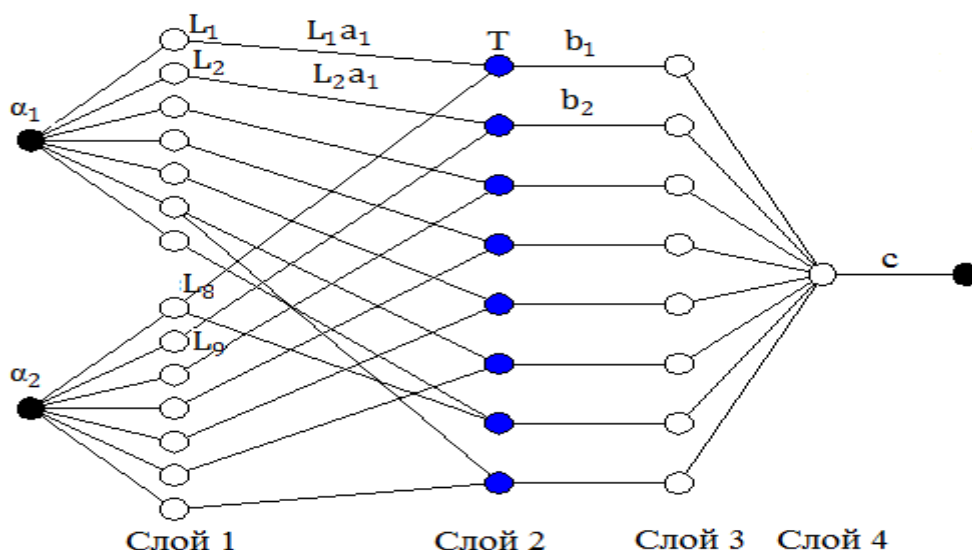


Рис. 3. Архитектура сгенерированной модели реализации процессов работы ИПД в различных условиях

Подтверждением полученных результатов выходной переменной от входных служит поверхность, изображенная на рис. 4, показывающая зависимость изменения индуктивностей

первой и второй секций индуктивного шлейфа от выходного значения, характеризующего состояние путевого участка под воздействием дестабилизирующих факторов.

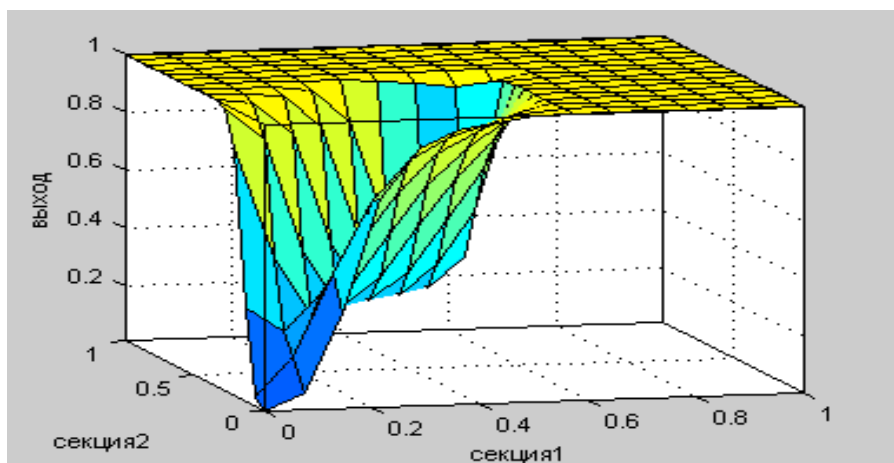


Рис. 4. Графический вид зависимости состояния путевого участка от изменения индуктивности секций шлейфа

Выводы исследования и перспективы, дальнейшее развитие в данном направлении. Таким образом, с помощью разработанной нейро-нечеткой модели ИПД решается задача выявления наличия или отсутствия транспортного средства на путевых участках железнодорожных объектов, что имеет большое значение в

процессе регулирования движением поездов. С помощью системы нечеткого вывода подтверждены результаты исследований [11].

В связи с изложенным, перспективным является дальнейшее усовершенствование ИПД с помощью НС с целью улучшения его характеристик.

Список литературы

1. Гребенюк, В.Ю. Моделирование процессов работы индуктивно-проводного датчика [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 162-173.
2. Хайкин, С. Нейронные сети. Полный курс [Текст] / пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
3. Ахмадинуров, М.М. Обзор методов моделирования транспортной сети [Текст] / М.М. Ахмадинуров // Транспорт Урала. – 2009. – № 3 (22). – С. 39-44.
4. Мкртичян, Д.І. Розроблення математичної моделі прогнозування обсягів навантаження з використанням нейро-нечіткого моделювання [Текст] / Д.І. Мкртичян, О.В. Розсоха, О.М. Костенніков, С.А. Ільченко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 45-51.
5. Рибальченко, Л.І. Підходи до реалізації системи підтримки прийняття рішення оперативного управління за допомогою сучасних технологій моделювання [Текст] /

Л.І. Рибальченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. - № 5. – С. 20-24.

6. Костенніков, О.М. Формалізація технології організації місцевої роботи на полігоні дирекції залізничних перевезень [Текст] / О.М. Костенніков // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 27-33.

7. Кузьменко, Д.М. Нейромережне моделювання функцій систем залізничної автоматики [Текст] / Д.М. Кузьменко, В.С. Блиндюк, М.М. Чепцов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 33-43.

8. Гребенюк, В.Ю. Анализ современных путевых датчиков контроля подвижных объектов железнодорожного транспорта [Текст] / В.Ю. Гребенюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 3. – С. 70-75.

9. Індуктивно-дротовий датчик для виявлення транспортного засобу в межах певної ділянки шляху [Текст]: пат. 69618 України: МПК В 61 L 1/00, / Бабаєв М.М., Блиндюк В.С., Ананьєва О.М., Гребенюк В.Ю.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. – № у 201111537; заявл. 29.09.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9. – 4 с.

10. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

11. Бабаєв, М.М. Аналіз впливу феромагнітної маси рухомої одиниці на індуктивні датчики систем залізничної автоматики [Текст] / М.М. Бабаєв, М.Г. Давиденко, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 129. – С. 117-123.

Ключевые слова: індуктивно-проводной датчик, індуктивний шлейф, нейронная сеть, нейро-нечеткое моделирование, система нечеткого логического вывода, фазификация.

Аннотації

Описана в статті імітаційна модель процесів роботи індуктивно-дротового датчика (ІДД) дозволяє відтворити реальну картину колійної ділянки, задати можливу зміну індуктивності секцій індуктивного шлейфу, а також врахувати кліматичні та інші зовнішні чинники, після чого контролювати стан даної ділянки в заданих умовах. За допомогою нейро-нечіткого моделювання вирішено завдання реалізації процесів роботи ІДД в різних умовах.

Описанная в статье имитационная модель процессов работы индуктивно-проводного датчика (ИПД) позволяет воссоздать реальную картину путевого участка, задать возможное изменение индуктивности секций индуктивного шлейфа, а также учесть климатические и другие внешние факторы, после чего контролировать состояние данного участка в заданных условиях. С помощью нейро-нечеткого моделирования решена задача реализации процессов работы ИПД в различных условиях.

The described simulation model of the processes of the inductive-wire sensor (IWS) to recreate the real picture of track section, set a possible change in the inductance of the inductive loop sections, as well as to take into account the climatic and other external factors, and then to monitor the state of the control area in the given conditions. Using neuro-fuzzy modeling solved the problem of IWS implementation processes under different conditions.

ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

УДК 656.212:656.225

Канд. техн. наук Н.В. Кондусова

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СЛУЖБ
МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ**

Представив д-р техн. наук, професор Л.А. Тимофєєва

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. В останні 15-20 років в економіці розвинених країн відбулися істотні зміни. Ці зміни стосуються і України. У господарську практику підприємств і фірм стали впроваджувати нові методи й технології доставки товарів, що базуються на концепції інтеграції транспорту й матеріально-технічного забезпечення та впровадження новітньої техніки в галузі інформатики й комунікацій. Можна стверджувати, що з рубежу 70-80 років ХХ століття почалося органічне зрощення транспорту з виробництвом, що його обслуговує, і перетворення його в ланку єдиної системи «виробництво-транспорт-розподіл». Новий підхід до транспорту як ключової частини логістичного ланцюга призводить до необхідності розгляду його в різних аспектах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1-7] розглянуто різноманітні шляхи підвищення ефективності функціонування складського господарства. Наприклад, у роботі [4] проблему оптимізації функції управління запасами запропоновано вирішувати за допомогою програмних продуктів («Simple-System»). Пропонуються також методи удосконалення системи транспортування та складування. Але потребує уваги питання зменшення витрат на створення і

утриманням запасів. Матеріальні запаси – це продукція виробничо-технічного призначення, що знаходиться на різних стадіях виробництва та обігу, виробу широкого вжитку й інші товари, що очікують вступу в процес виробничого або особистого споживання. На рівні фірм запаси належать до числа об'єктів, що вимагають більших капіталовкладень, і тому являють собою один з факторів, що визначає політику підприємства й впливає на рівні логістичного обслуговування в цілому. Однак багато фірм не приділяють йому належної уваги й постійно недооцінюють свої майбутні потреби наявних запасів. У результаті цього фірми звичайно зіштовхуються з тим, що їм доводиться вкладати в запаси більший капітал, ніж передбачалося.

Мета дослідження: розроблення можливих шляхів зменшення логістичних витрат підприємства за рахунок впровадження новітніх досягнень у сфері управління матеріальними запасами.

Основна частина. Створення запасів завжди сполучено з витратами. До основних видів витрат, пов'язаних зі створенням і втриманням запасів, відносять:

- заморожені фінансові кошти;
- витрати на утримання спеціально обладнаних приміщень;
- оплату праці обслуговуючого персоналу;

- втрати від псування, розкрадання.

До основних видів втрат, пов'язаних з відсутністю запасів, відносять:

- втрати від простою виробництва;
- втрати від відсутності товару на складі в момент пред'явлення попиту;
- втрати від закупівлі дрібних партій товару по більш високих цінах і т. ін.

Наявність товарно-матеріальних запасів завжди вважалось фактором, що забезпечує безпеку системи матеріально-технічного постачання, її гнучке функціонування і є своєрідною страховкою. Найбільш доцільною для підприємств залізничного транспорту виявляється система управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями за умови, що буде вестися суворий контроль за наявністю запасних частин на складі.

Оптимальний розмір замовлення безпосередньо не використовується в роботі системи з фіксованим інтервалом часу між замовленнями, але дає можливість запропонувати ефективний інтервал часу між замовленнями, величина якого необхідна як вихідний параметр. Відношення величини потреби до оптимального розміру замовлення дорівнює кількості замовлень у заданий період. Кількість робочих днів у заданому періоді, віднесене до кількості замовлень, дорівнює інтервалу між замовленнями, що відповідає оптимальному режиму роботи системи.

Інтервал часу між замовленнями, днів,

$$\text{ИВМЗ} = \text{ЧРД} \cdot \text{ОРЗ} / \text{П}, \quad (1)$$

де ЧРД – кількість робочих днів у періоді, доба;

ОРЗ – оптимальний розмір замовлення, шт.;

П – потреба, шт.

Максимально бажаний запас, грн,

$$\text{МЖЗ} = \text{ГЗ} + \text{ИВМЗ} \cdot \text{ОДП}, \quad (2)$$

де ГЗ – гарантійний запас, грн;

ИВМЗ – інтервал часу між замовленнями, доб;

ОДП – очікуване денне споживання, грн/доб.

Графічне моделювання роботи системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями за наявності збоїв наведено на рис. 1.

Прогнозування, планування й нормування матеріальних запасів вимагає вирішення завдання оптимізації номенклатури запасних частин, що входять до складу матеріальних запасів підприємства. Результати досліджень експлуатаційної надійності машин і механізмів показують, що є обмежена кількість деталей, які частіше за інших виходять із ладу й тим самим визначають трудові й матеріальні витрати на підтримку техніки у працездатному стані.

Для зручності розрахунків використовуємо відносні величини розглянутих вартісних показників q_i (у відсотках)

$$q_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де C_i – потреба в i – й запчастині на розрахунковий період, грн;

$\sum_{i=1}^N C_i$ – потреба на всі запчастини за розрахунковий період, грн.

Величини q_i підсумовуються наростаючим підсумком $q \sum i = \sum q_i$ і залежно від наступного способу визначення номенклатурних груп надаються у вигляді графіка (графічний метод).

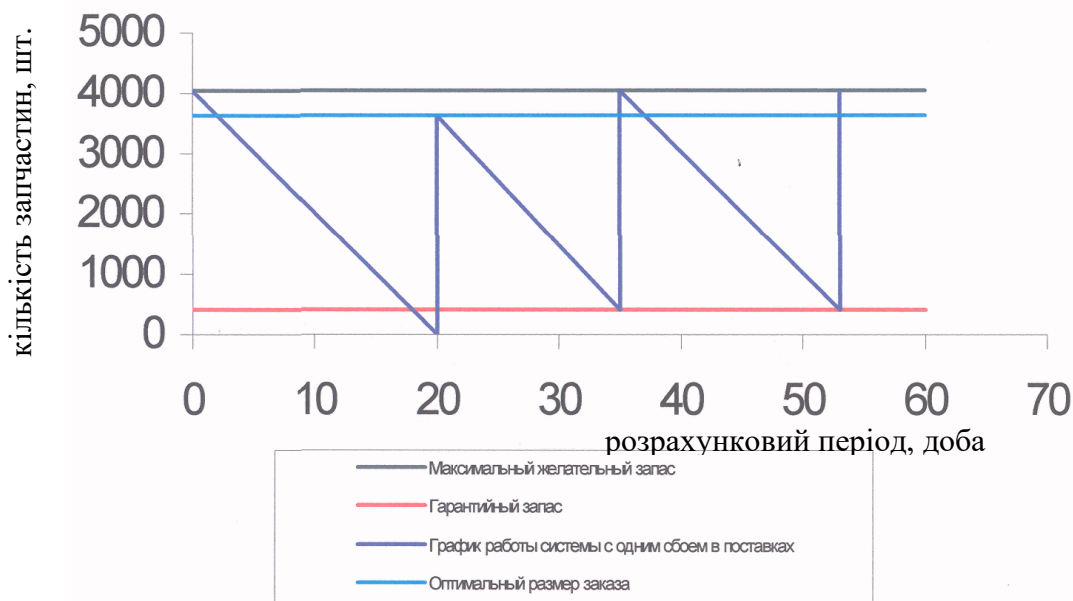


Рис. 1. Графічна модель роботи системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями за наявності однієї затримки в поставках

На рис. 2, на осі ординат наносяться значення $q \sum i$, на осі абсцис – індекси $1, 2, \dots, i$, що відповідають привласненим номерам позицій номенклатури запасних частин. Точки на графіку з'єднуються плавною кривою ABD, що у загальному випадку є опуклою. Потім проводиться дотична LM до кумулятивної кривої AD, паралельно прямій AD. Пряма AD відповідає рівномірному розподілу витрат по всій номенклатурі, тобто характеризує частку «певної» деталі в загальному показнику. Абсциса точки дотику B, округлена до найближчого цілого значення, відокремлює від всієї номенклатури деталей першу групу (група А), у яку входять деталі з показником q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 . Відповідно ордината точки вказує частку групи деталей у загальному показнику $q \sum i$. Продовжимо розподіл на групи номенклатури деталей, що

залишилася, скориставшись описаним вище прийомом. З'єднаємо крайні точки B і D і проведемо дотичну NR до кривої BCD, паралельну проведеній прямій BD. Абсциса точки дотику C ділить номенклатуру, що залишилася, деталей також на дві групи: група В і група С. Таким чином, у групу В попадають деталі з показником q_6, q_7, q_8 , а в групу С попадають всі інші.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. На обраному промисловому підприємстві щорічний економічний ефект від впровадження запропонованої системи управління запасами, а також від раціоналізації номенклатури складських запасів становитиме близько 200 тис. грн. Причому впровадження запропонованих заходів не потребує додаткового залучання технічних або фінансових ресурсів.

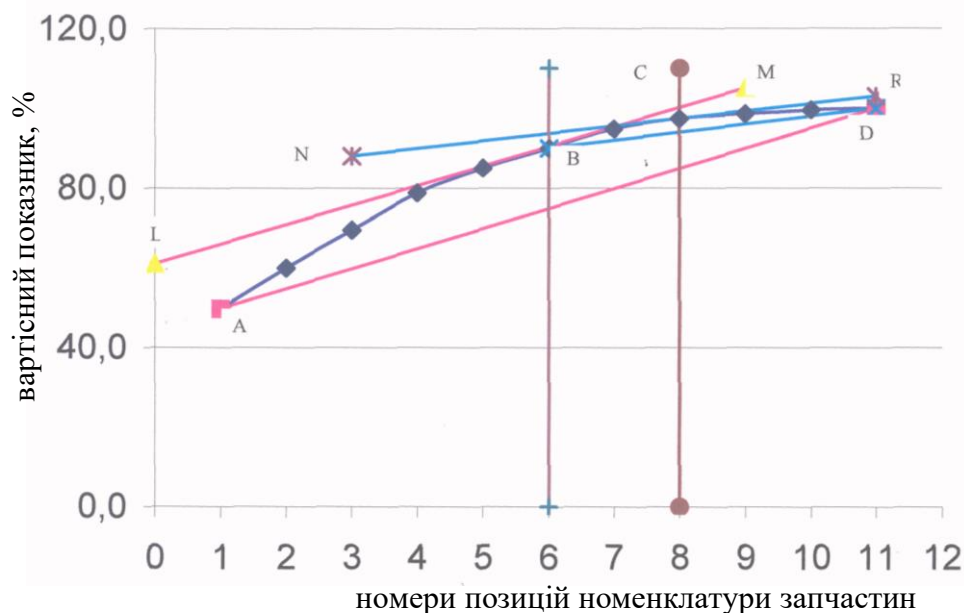


Рис. 2. Визначення номенклатурних груп методом ABC

Список літератури

1. Организация производства и управление предприятием [Текст]: учебник / О.Г. Туровец, М.И. Бухалков, В.Б. Родинов [и др.]; под ред. О.Г. Туровца. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 420 с.
2. Гаджинский, А.М. Логистика [Текст]: учебник / А.М. Гаджинский. – М.: ИВЦ "Маркетинг", 1998. – 230 с.
3. Транспортная логистика [Текст]: учеб. для транспортных вузов /под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство "Экзамен", 2002. – 295 с.
4. Ветров, А.С. Резервы совершенствования управления материальными потоками в складском хозяйстве машиностроительного предприятия [Текст]: дис. ... канд. экон. наук / А.С. Ветров. – М., 1999. – 175 с.
5. Каптерев, А.И. Совершенствование информационного обслуживания складского хозяйства [Текст] / А.И. Каптерев, В.И. Рыблов // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2010. – № 4 – С. 8-12.
6. Гусев, В.Г. Пути повышения эффективности функционирования складского хозяйства [Текст] / В.Г. Гусев, Х.С. Колесникова, И.И. Игумнова // В мире научных открытий. – 2010. – № 4-16. – С. 141-142.
7. Лукайский, В.А. О развитии концепции управления запасами в цепях поставок [Текст] / В.А. Лукайский // Логистика. – 2007. – № 4 – С. 17-18.

Ключові слова: транспорт, логістичний ланцюг, товарно-матеріальні запаси, номенклатура деталей, матеріальні ресурси, системи матеріально-технічного забезпечення.

Анотації

Розроблено можливі шляхи зменшення логістичних витрат підприємства за рахунок впровадження новітніх досягнень у сфері управління матеріальними запасами.

Запропоновано такі організаційні заходи: застосування теорії імовірності для визначення потреб у матеріальних ресурсах підприємства; застосування системи з фіксованим інтервалом часу між замовленнями; застосування сучасного методу виділення номенклатури запасних частин за групами важливості. Запропоновані організаційні методи є логічними, а їх впровадження економічно доцільним.

Разработаны возможные пути уменьшения логистических затрат предприятия за счет внедрения новых достижений в сфере управления материальными запасами. Предложены следующие организационные методы: использование теории вероятности для определения потребностей в материальных ресурсах предприятия; использование системы с фиксированным интервалом времени между заказами; использование современного метода выделения номенклатуры запасных частей по группам важности. Предложенные организационные методы логичны, а их внедрение экономически целесообразно.

Possible ways of an enterprise logistic expenditure reduction by means of materials inventory control new achievements introduction have been developed. The following organizational methods have been proposed: the employment of probability theory for the estimation of enterprise material resources necessities; the employment of the system with the fixed time domain between the orders; the employment of the modern method of nomenclature selection of spare parts on the groups of importance. The introduced organizational methods are consequent and their introduction is economically expedient.

УДК 621.783.2:656.2

*Д-р техн. наук Л.А. Тимофеева,
асп. М.С. Альохін*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМІЧНОЇ ТА ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В усіх галузях промисловості для виготовлення деталей проводиться їх нагрів, особливо це характерно при виготовленні деталей обробкою металів тиском, а саме штампування, кування, пресування, волочіння і т.д.

Для забезпечення заданих властивостей використовують різні способи і методи поверхневого зміцнення, які в основному застосовують термічну (ТО) або хіміко-термічну обробку (ХТО). На сьогодні ТО та ХТО проводять у

спеціальних нагрівальних агрегатів, які мають конфігурацію робочого простору циліндра або паралелепіпеда, в яких проводиться заданий вид обробки.

Основним недоліком є окислення металу з утворенням вигару, який потрібно в подальшому видаляти механічною або хімічною обробкою, що значно збільшує кількість технологічних операцій. Тому проблема полягає в тому, щоб розробити нову конфігурацію нагрівальних пристроїв без утворення вигару.

Проблеми розроблення нагрівального пристрою нового покоління, яке б забезпечувало захист основного металу від

впливу оксидів, є актуальними не тільки в Україні, а й у всьому світі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для отримання заданих експлуатаційних властивостей застосовують термічну або хіміко-термічну обробку деталей.

Термічну обробку застосовують для забезпечення заданих властивостей без зміни хімічного складу.

Хіміко-термічну обробку застосовують для забезпечення додаткових властивостей за рахунок насичення поверхневого шару хімічними елементами: азотом, фосфором, бромом, нікелем та іншими елементами. Частіше за все для забезпечення комплексних заданих властивостей використовуються комплексні технології які включають термічну та хіміко-термічну обробку в кожному циклі виготовлення деталі.

Згідно з аналізом патентно-технічної документації встановлено, що у всіх цих технологіях використовується спеціальне обладнання, яке забезпечує заданий температурний режим – у кожному технологічному процесі свій індивідуальний режим [1].

Відоме термічне обладнання, у якого є камера обпалювальної печі, що може бути використана при виробництві вуглеграфітових електродів [2]. Вона складається з обпалювальної камери що має квадратний перетин і обмежена бічними стінками з виконаними в них вертикальними муфельними каналами, подини і склепінням.

Недоліком цієї печі є складність виготовлення стін з муфельними отворами, ненадійність в експлуатації. Конструкція печі відрізняється високою матеріаломісткістю й інерційністю. Тепло від нагрівачів до виробу передається через екран (муфельна стіна), що знижує теплову потужність печі і призводить до перевитрати палива, продуктивність печі невелика, оскільки зі збільшенням габаритів муфеля знижується надійність

печі. У промисловості такі печі не знайшли застосування.

Відома муфельна піч для отримання металічних порошків відтворюючих окислів, яка складається з футерівки, нагрівального устаткування, муфеля, завантажувального устаткування, холодильника, розвантажувального устаткування, трубчатих газоходів, виконаних з отворами по їх довжині [3].

Основним недоліком даної печі є тривалий нагрів і виникнення поверхневих дефектів (окалини) у деталях, які потребують додавання припуску в розмірах на подальшу механічну обробку.

Таким чином, основним недоліком всього існуючого нагрівального обладнання є інертність, значні витрати на електроенергію, тривалість нагріву та окислення металу, яке завдає великої шкоди, а саме утворення на поверхні оксидів заліза. Тому розроблення нового покоління обладнання, яке б забезпечувало мінімальний час нагріву на заданий режим, а головне відсутність окислення, є необхідністю.

Мета. Удосконалення нагрівальної камери обладнання термічної та хіміко-термічної обробки, яке б забезпечувало мінімальний час нагріву на заданий режим, а головне відсутність окислення для забезпечення заданих властивостей.

Основна частина. Багато науковців розробляють різні методи і способи поверхневого зміцнення, де особливу увагу приділяють процесам нагрівання. Відомо, що корозія утворюється в результаті взаємодії кисню з залізом, найбільш це характерно для залізобуглецевих сплавів.

Для визначення впливу конфігурації робочого простору на металеві вироби були проведені дослідження. Для цього зразки зі сталі 45 поміщали в простір, який був сформований у вигляді квадрата, циліндра і піраміди. Ці фігури зроблені з картону. Геометричні розміри цих фігур були вибрані таким чином, що об'єм займаного простору був у всіх однаковий.

Температура навколишнього середовища 20 °С, вологість 60 %, атмосферний тиск 760 мм рт. ст.

Для більш прискороного проведення експерименту зразки були зволожені, і накриті картонними фігурами, як показано на рис. 1.

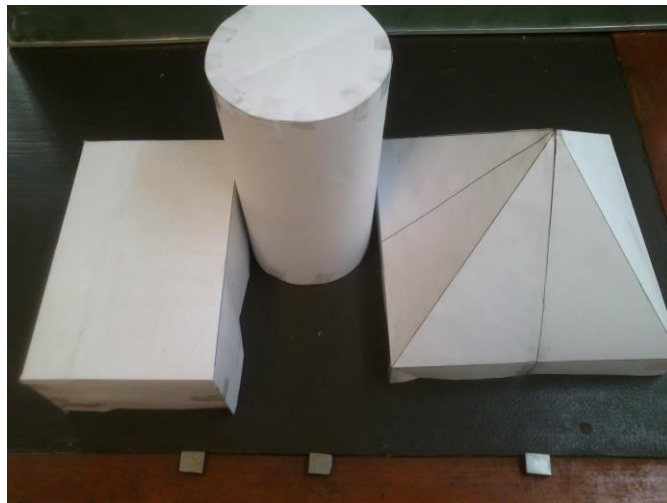


Рис. 1. Конфігурації фігур, зразки до початку експерименту

Через 24 години зразки були оглянуті на наявність на поверхні іржі. На зразках, які мають форму простору паралелепіпеда та циліндра, було 10 % іржі, а на зразку, який був у пірамідальному просторі, іржі не було. Через 48 годин у просторі

циліндра і паралелепіпеда на зразках було 100 % іржі, а в пірамідальному просторі іржі не було. Через 56 годин на зразку, який був поміщений у пірамідальному просторі, іржі знов не було (рис. 2).

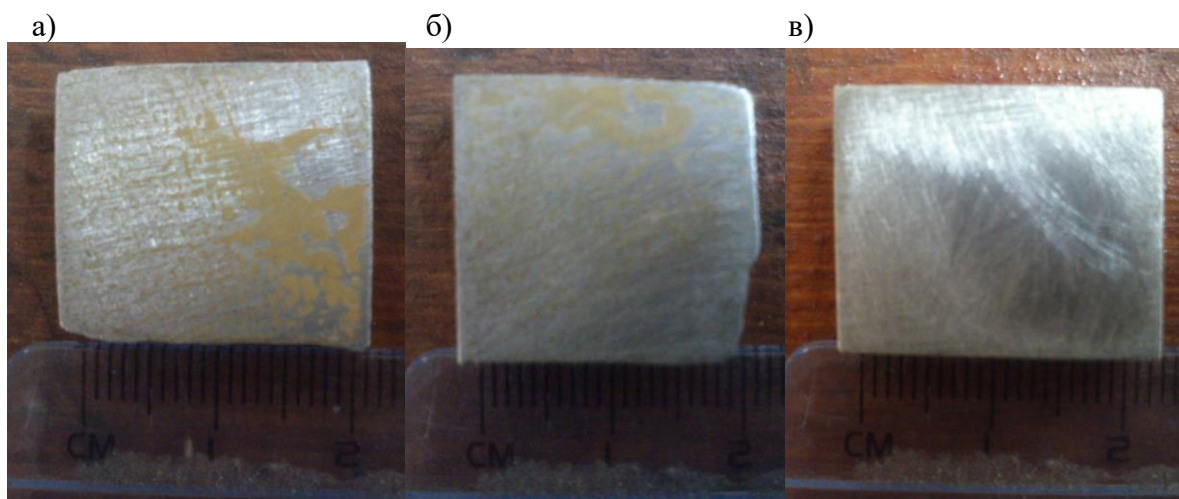


Рис. 2. Зразки після 56 годин:

а – зразок поміщений у циліндр; б – зразок поміщений у паралелепіпед;
в – зразок поміщений у піраміду

У результаті проведених досліджень встановлено, що простір пірамідальної конфігурації впливає на процес окислення, тобто на взаємодію кисню з залізом.

Для детального вивчення виявленого явища додатково були проведені дослідження, в яких був замінений матеріал, що створює конфігурації робочого простору, а саме картон був замінений на листову сталь 08кп, з якої

виготовлено ідентичні вироби з однаковим об'ємом робочого простору (рис. 3). Зразки для прискорення були зволожені.

Як видно з рис. 4, зразок, поміщений у простір пірамідальної конфігурації, за 56 годин на зразку іржі не має. Приріст ваги від іржі на зразках, поміщених у пірамідальній, паралелепіпедній, циліндричній формах, показано на рис. 5.



Рис. 3. Металева конструкція пірамідальної конфігурації



Рис. 4. Змочений зразок через 56 годин після розміщення у пірамідальній конфігурації

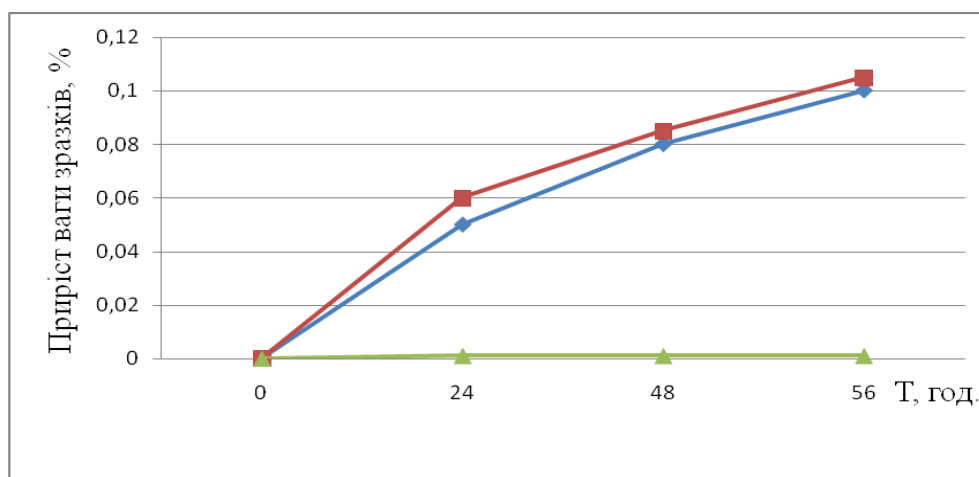


Рис. 5. Приріст ваги зразків у різних конфігураціях простору:
▲ - піраміда; ■ - паралелепіпед; ▣ - циліндр

Висновок. Проведено досліди, що дають можливість використати конфігурацію для виготовлення дослідного зразка. У пірамідальній конфігурації не відбувається процес окислення, тобто цю конфігурацію треба застосовувати в

термічному обладнанні, а саме в конфігурації нагрівальної камери для термічної та хіміко-термічної обробки. Це дозволяє спростити конструкцію вакуумних печей, а саме відмовитися від вакуумних нагнітачів.

Список літератури

1. Дубинин, Г.Н. О перспективах развития химико-термической обработки металлов [Текст] / Г.Н. Дубинин // *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2004. – № 7. – С. 5-6.
2. А.С. SU 909513 F 27 B 5/04. Муфельная печь для восстановления окислов [Текст] / Гатаев В.Г., Никколов З.М., Чечуров М.В., Кесельбренаер Я.И., Берзегов Л.М. – № 2932171/22-02; заявл. 03.06.80; опубл. 28.02.82, Бюл. № 8. – 3 с.
3. А.С. SU 1689733 A1, F 27 B 5/02. Камера обжиговой печи [Текст] / Судаевский А.М., Люкшин А.С., Панов А.К. – № 4677508/33; заявл. 28.03.89; опубл. 07.11.91, Бюл. № 41. – 3 с.

Ключові слова: конфігурація, парамідальний, нагрів, енергоємність, термічна обробка, хіміко – термічна обробка, ефективність.

Анотації

Проведено досліди, що дають можливість використати конфігурацію для виготовлення дослідного зразка. У пірамідальній конфігурації не відбувається процес окислення, тобто цю конфігурацію треба застосовувати в термічному обладнанні, а саме в конфігурації нагрівальної камери для термічної та хіміко-термічної обробки. Це дозволяє спростити конструкцію вакуумних печей, а саме відмовитися від вакуумних нагнітачів.

Проведены опыты, позволяющие использовать конфигурацию для изготовления опытного образца. В пирамидальной конфигурации не происходит процесс окисления, то есть эту конфигурацию надо применять в термическом оборудовании, а именно в конфигурации нагревательной камеры для термической и химико-термической обработки. Это позволяет упростить конструкцию вакуумных печей, а именно отказаться от вакуумных нагнетателей.

The experiments, allowing the use of a configuration for prototyping. In a pyramid configuration is the process of oxidation, that is, the configuration should be used in the thermal equipment, and it is in the configuration of the heating chamber to heat and chemical-heat treatment. This simplifies the design of vacuum furnaces, namely unsubscribe from vacuum blowers.

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР

Представил д-р техн. наук, профессор Э.С. Геворкян

Введение. Ремонт прецизионных пар трения является одним из важнейших вопросов, связанных с поддержанием работоспособности деталей транспортного назначения. Высокое оснащение транспортного комплекса высокопроизводительной техникой и механизмами обязывает современное ремонтное производство повышать свой технический уровень технологии ремонта, всемерно совершенствовать организацию производства, расширять технические возможности производства. Повышению срока службы деталей и техники, в целом, наукой и практикой придается огромное значение. Поэтому ремонт является объективной необходимостью поддержания в работоспособном состоянии транспортной техники. Одним из главных условий, обеспечивающих высокий уровень организации ремонта транспортной техники, является качественное и своевременное обеспечение предприятий запасными частями. Расходы на запасные части имеют большой вес в общей стоимости ремонта техники. Однако они могут быть значительно сокращены путем расширения объемов восстановления изношенных деталей с применением прогрессивных технологий.

Постановка проблемы в общем виде, связь с научными и практическими заданиями. Подавляющая часть транспортной техники оснащена дизельными двигателями, надежность и экономичность которых в значительной мере предопределяется техническим состоянием деталей топливной аппаратуры и прежде всего ее плунжерных пар.

На практике из-за крайне низкого уровня технического обслуживания и несоблюдения эксплуатационных требований к топливной аппаратуре плунжерные пары часто подвергаются преждевременным износам [1].

Высокая стоимость материала, высокие требования к их изготовлению и характер износа обуславливают необходимость восстановления плунжерных пар, что, несомненно, обеспечит значительную экономию средств и сырья, а также применение современных технологий при их производстве.

Применяемые на ремонтных предприятиях методы восстановления изношенных плунжерных пар не получили широкого распространения из-за целого ряда недостатков и, прежде всего, из-за высокой себестоимости и технологических трудностей.

Поэтому остается актуальной задача разработки нового технологического процесса изготовления и восстановления деталей с использованием комплексного метода нанесения покрытий.

Анализ последних исследований и публикаций. Надежность топливной аппаратуры в значительной мере определяется надежностью прецизионных деталей, к которым относятся плунжерные пары. Учитывая особые условия работы, данные детали изготавливают из высоколегированных или конструкционных сталей, имеющих высокую твердость, износостойкость и коррозионную стойкость и сохраняющих стабильность размеров в процессе эксплуатации. Детали плунжерных пар дизельных двигателей на наших заводах изготавливают из

шарикоподшипниковой стали ШХ-15, стали ХВГ и хромомолибденовой 25Х5МА [2]. В соответствии с требованиями технических условий твердость цилиндрических рабочих поверхностей плунжерных пар должна быть не ниже HRC 58, параметр шероховатости поверхности втулки и плунжера $R_a = 0,04$ мкм, конусность плунжеров и втулок – не более 0,0006 мм (по длине 20 мм), некруглость – не более 0,0005 мм, нецилиндричность – 0,0002 мм и диаметральный зазор — не менее 0,0006 мм.

Однако в настоящее время применяется технологический процесс изготовления прецизионных пар, обеспечивающий их селективную сборку без взаимной притирки. В этом случае отклонение от правильной геометрической формы цилиндрических поверхностей плунжерных пар должно быть не более 0,3...0,4 мкм. Высокая стабильность геометрических размеров прецизионных элементов в процессе их эксплуатации достигается специальной термической обработкой.

Восстановление деталей плунжерных пар представляет трудность в связи с их малыми зазорами и высокой точностью изготовления, а также локальностью износа.

Из анализа существующих способов восстановления изношенных деталей покрытиями, к важнейшим факторам, определяющим интенсивность износа сопряженных деталей, относятся способность к образованию химических соединений на поверхностях трения, тепловые свойства, взаимодействие со смазкой, степень химического сродства металла и кислорода. В зависимости от процентного содержания легирующих элементов в сталях они по-разному будут взаимодействовать с кислородом и образовывать оксиды, обладающие различными физико-химическими и антифрикционными свойствами.

Цель статьи. Повышение прочностных характеристик и увеличение ресурса деталей плунжерных пар топливных насосов дизельных двигателей путем разработки технологического процесса восстановления и упрочнения данных деталей с использованием комплексной технологии.

Основной материал. При выборе способа восстановления рабочей поверхности прецизионных пар необходимо исходить из того, что восстановление работоспособности узла должно производиться с наименьшими затратами материальных средств и труда, без нарушения заданной структуры основного металла.

Обеспечение требуемого качества восстановления детали начинается с выбора технологии восстановления, которая оценивается с помощью трех критериев: применимости, долговечности и технико-экономических показателей.

На основе изучения классификации и процесса изнашивания возможна разработка способов восстановления и повышения долговечности прецизионных пар. В настоящее время восстановление плунжерных пар производится следующими методами: перекомплектовки, перекомплектовки с заменой одной из деталей; обработки холодом; диффузионного азотирования и борирования; электроконтактного нанесения (электронатирания); химического никелирования и титанирования; хромирования и оксидирования; нагрева ТВЧ и закалки; обработки с помощью лазера. Однако эти процессы образования композиционных покрытий являются длительными по времени, их осуществление требует применения сложного и дорогостоящего оборудования.

Разработана технология нанесения покрытий, которая обеспечивает антифрикционные свойства прецизионных пар трения. Для этого были проведены стендовые испытания, прогнозирующие

работоспособность восстановленных плунжерных пар .

Для расчета вероятности безотказной работы деталей предлагается следующая зависимость [1]:

$$P(T)=0,5 \cdot \varphi \left(\frac{U_{\max} - a_0 - V_{cp} T}{\sqrt{b_a^2 + T^2 b_y^2}} \right), \quad (1)$$

где φ – нормированная функция Лапласа;

U_{\max} — предельный износ детали;

a_0 — начальный параметр детали;

V_{cp} — средняя скорость изнашивания деталей;

T — время наработки;

b_a – среднеквадратичное отклонение случайного параметра.

Для деталей плунжерной пары удобнее вместо времени наработки употреблять число N двойных ходов. Тогда формулу для определения вероятности безотказной работы можно представить как

$$P(N) = \sum_{s=1}^n P_i(N), \quad (2)$$

где $P(N)$ — вероятность безотказной работы одной из деталей в зависимости от

наработки, определяемой числом двойных ходов;

n — число элементов ($n = 2$).

В нашем случае $N = 2 \times 10^6$ дв. ход, что эквивалентно времени работы $T=3000$ моточасов.

Принимая для деталей плунжерной пары $U_{\max} = 60$ мкм, $a_0 = 5$ мкм, $V_{cp} = 1,5 \times 10^{-5}$ мкм/ дв. ход, $b_a = 1$ мкм, по формуле (5.2.), положив в ней $T = N=2 \times 10^6$ и используются таблицы функции φ , получим вероятность безотказной работы плунжерной пары [1]:

$$P_{n,n} = 0,5 + 0,44 = 0,94.$$

Таким образом, в случае длительной работы на надежность влияет в основном износ деталей [3].

Ресурс деталей определяется путем давления величины предельного ее износа на среднюю скорость изнашивания: принимая $U_{\max} = 60$ мкм, $V_{cp} = 3,08 \times 10^{-5}$ мкм/дв. ход, получаем $T = 6493$ моточаса.

Отсюда видно, что долговечность плунжерных пар с применением комплексной обработки в 1,3 раза выше обработанных по серийной технологии.

Список литературы

1. Антипов, В.В. Износ прецизионных деталей и нарушение характеристик топливной аппаратуры дизелей [Текст] / В.В. Антипов. – М.: Машиностроение, 1972. – 172 с.
2. Бахтиаров, Н.И. Производство и эксплуатация прецизионных пар [Текст] / Н.И. Бахтиаров, В.Е. Логинов. – М.: Машиностроение, 1979. – С. 204.
3. Рыбакова, Л.М. Структура и износостойкость металла [Текст] / Л.М. Рыбакова, Л.Л. Куксенова. — М.: Машиностроение, 1972. – С. 204.

Ключевые слова: прецизионные пары трения, работоспособность, износостойкость, плунжерные пары, комплексная обработка.

Аннотации

Розроблено технологічний процес виготовлення та відновлення деталей засобів транспорту на прикладі плунжерних пар паливної апаратури з використанням комплексної

технології. Проведено розрахунки ймовірності безвідмовної роботи деталей плунжерних пар з визначенням їх довговічності і проведено порівняльні випробування з деталями, обробленими за серійною технологією.

Разработан технологический процесс изготовления и восстановления деталей средств транспорта на примере плунжерных пар топливной аппаратуры с использованием комплексной технологии. В работе проведены расчеты вероятности безотказной работы деталей плунжерных пар с определением их долговечности и проведены сравнительные испытания с деталями, обработанными по серийной технологии.

The technological process of production and restoration of transport means' parts on the example of plunger assemblies of fuel equipment with the usage of complex technology has been developed. There are carried out calculations of the failure operation probability of plunger assemblies' parts with the definition of their durability in this article. Comparative trials with parts processed by serial technology were conducted.

УДК 620.22.66.067.124

Асп. О.М. Мельник

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ С ПРЯМЫМ ПРОПУСКАНИЕМ ТОКА СИСТЕМЫ $ZrO_2-Al_2O_3$ В ОТНОШЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ С РАЗЛИЧНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ ИСХОДНЫХ НАНОПОРОШКОВ

Представил д-р техн. наук, профессор Э.С. Геворкян

Постановка проблемы. Повышенный научный интерес к динамическим методам компактирования ультрадисперсных (нано) порошков объясняется возможностью более эффективно воздействовать на порошковую среду. В понятие эффективности воздействия вкладывается связь между внешними факторами компактирования (температура, давление, время выдержки) и плотностью компакта, равномерность плотности по всему объему образца (без применения пластификаторов как потенциальных источников пористости), ингибирование роста зерна. В полной мере обеспечить соответствие этих факторов высокому качеству изделия позволяет применение высокоэнергетических методов

компактирования, частным случаем которого и является метод горячего прессования с прямым пропуском высокоамперного тока (электроконсолидация).

Благодаря комплексному воздействию на структуру и фазовый состав обработка высоким давлением перспективна для снижения температуры спекания нанокристаллических порошков на основе ZrO_2 .

Однако в обобщенном виде основной количественной оценкой эффективности компактирования является оценка по величине пористости компакта: чем ниже пористость, тем выше эффективность компактирования. Пористость определяется по формуле

$$P = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_{пор}}\right) \cdot 100\% ,$$

где $\rho_{пор}$ – теоретическая (рентгенографическая) плотность беспористого материала;
 ρ – плотность порошкового компакта.

Удачное, с точки зрения эффективности, совмещение и управление двумя основными процессами при консолидации – рекристаллизация и усадка – является краеугольным камнем при сохранении исходной наноструктуры и описании характера ее образования под воздействием внешних факторов компактирования.

Также высокая плотность компактов может быть обеспечена путем введения модифицирующих добавок, которые в зависимости от характера взаимодействия с основным оксидом влияют на структурообразование системы. Так, добавление низкорастворимого Al_2O_3 к основному оксиду ZrO_2 дает возможность получить мелкокристаллическое строение материала и прогнозировать высокие свойства получаемого.

Цель работы. Установить оптимальное количество вводимого модификатора Al_2O_3 для оптимизации структуры и свойств полученного материала при горячем прессовании, уточнить взаимосвязь между масштабом структуры, режимами электроконсолидации и плотностью полученных керамик на основе исходных порошков разной топологии.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема компактирования нанопорошков представляет значительный интерес в связи с развитием способов получения наноструктурированных материалов методами порошковой металлургии [1, 2].

Для получения наноструктурных материалов из тугоплавких соединений, в том числе нетокопроводных, в последнее время расширяется практика использования техники и технологий FAST-метода спекания электрически активированным

внешним полем (Field Activated Sintering Technic), а также SPS-метода прямого электронагрева (Spark Plasma Sintering). Процессы спекания обычных порошков тугоплавких соединений подробно рассмотрены в работе [3]. Авторами работы [4] изучены закономерности спекания различных неметаллических нанопорошков, в том числе тугоплавких соединений. Если процесс влияния электрического тока на спекание металлических порошков также можно считать достаточно исследованным [5], то процесс горячего прессования с применением электрического тока при спекании нанопорошков, несмотря на многочисленные зарубежные публикации в области спекания этих порошков, изучен мало, в том числе в части механизмов спекания порошков на основе $ZrO_2-Al_2O_3$, изделия из которого показывают высокие механические свойства.

Экспериментально уже давно установлено, что нанопорошки прессуются значительно труднее, чем порошки из более крупных частиц [6, 7].

Ранее проведенные авторами статьи исследования в работе [8] показали, что спекание первоначально подпрессованных образцов в воздушной среде или в вакууме до теоретической плотности с целью получения максимальных механических характеристик керамики сопряжено с большими (свыше 40 %) усадками и, соответственно, значительными искажениями первоначальной формы.

Основная часть. Исследования проводились на образцах, полученных горячим прессованием с пропуском электрического тока нанопорошков оксида циркония: гранулированных частично стабилизированного 5mol% Y_2O_3 с размером зерен 90 нм и $\alpha-Al_2O_3$ с размером зерен 40 нм (рис. 1, б) и нанопорошков диоксида циркония с размером частиц 19 нм, полученных по технологии, разработанной в ДонФТИ НАНУ с характерной чешуйчатой топологией частиц (рис. 1, а).

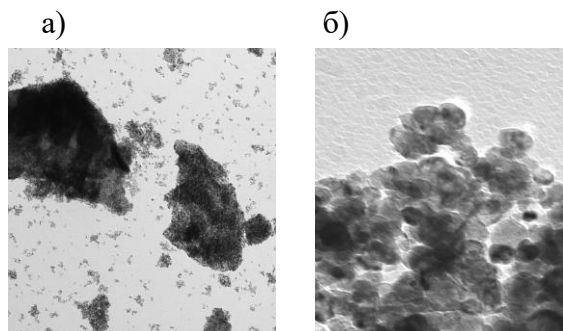


Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок порошка ZrO_2 с чешуйчатой (а) и сфероидизированной (б) топологией

Электроконсолидация порошковых смесей проводилась с помощью установки горячего прессования с пропусканием тока [9]. Использование установки для горячего прессования позволяет получить конечный результат с новым уровнем физико-механических свойств, снизить при этом значение температуры спекания и время выдержки, что позволяет значительно снизить производственные расходы, а также интенсифицировать процесс получения материалов за счет скорости подъема температуры, самой температуры и времени выдержки. При этом подавляется рост зерна, что положительным образом сказывается на физико-механических характеристиках полученного конечного продукта. Используемый в установке принцип прямого пропускания электрического тока обеспечивает равномерное распределение плотности в прессовках, в том числе и в прессовках сложной формы, без применения каких-либо пластификаторов.

Кривая спекания (электроконсолидации) порошковых смесей изображена на рис. 2.

Плотность образцов из ZrO_2 с ростом температуры увеличивается в интервале 89...100 %. Особый интерес представляют образцы с наименьшими показателями относительной плотности (77,21 и 74,26 %), полученные при температуре 1130 °С. Частицы данного порошка (П1)

практически монодисперсные, ассоциированные в рыхлые агрегаты с низкой прочностью межчастичной связи, а топология частиц имеет несфероидизированный характер, что также может свидетельствовать об анизотропии свойств полученного материала.

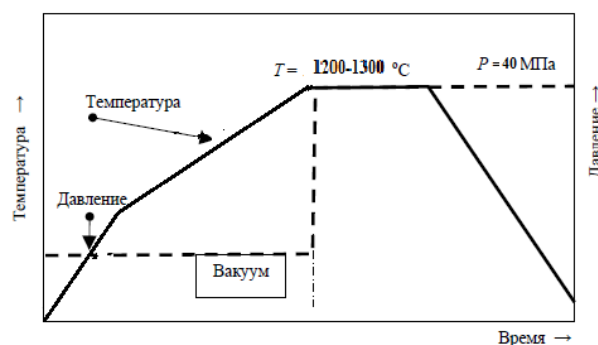


Рис. 2. Кривая спекания (электроконсолидации) порошковых смесей

На рис. 3 отображена зависимость относительной плотности образцов на основе ZrO_2 с разным содержанием Al_2O_3 от температуры консолидации.

Кроме того, порошок ДонФТИ НАНУ в виду относительного малого размера зерен (19 нм) характеризуется большей агломерированностью вследствие того, что на поверхности кристаллитов велика концентрация ненасыщенных химических связей, которые насыщаются при контакте частиц и обуславливают высокие адгезионные межчастичные силы. Поэтому для ультрадисперсных порошков адгезионные силы достигают больших величин, что обуславливает их сильную агломерацию [10, 11]. Следовательно, ультрадисперсный порошок состоит из сильно агломерированных нанокристаллических частиц, что приводят к низкой эффективности прессования ультрадисперсных порошков.

На рис. 4 изображены кривые усадки при спекании наноконпозиционных прекурсоров на воздухе.

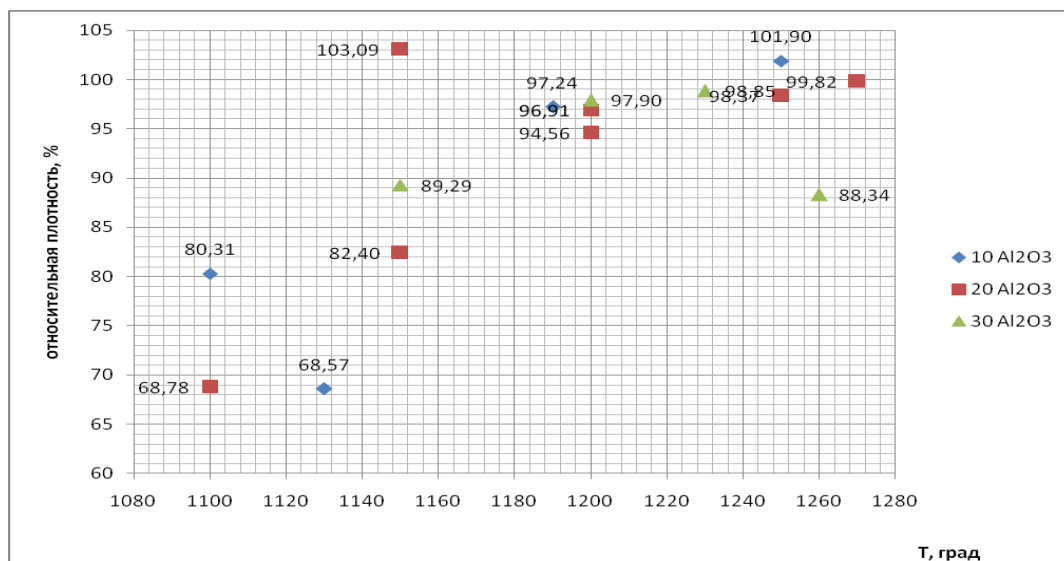


Рис. 3. Зависимость относительной плотности образцов на основе ZrO_2 с разным содержанием Al_2O_3 от температуры консолидации

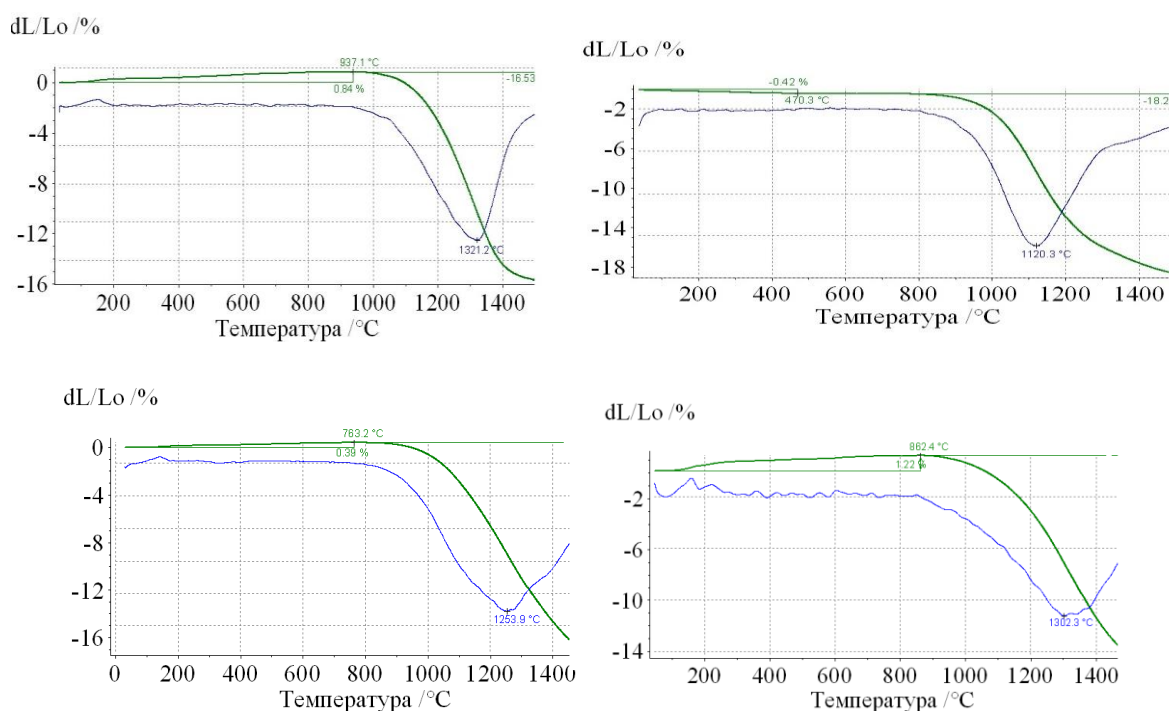


Рис. 4. Кривые усадки ZrO_2 (а), ZrO_2 -10% Al_2O_3 (б), ZrO_2 -20% Al_2O_3 (в), ZrO_2 -30% Al_2O_3 (г)

Кривые усадки имеют двухстадийный характер, где первая стадия соответствует увеличению образцов от 0,39 до 1,22 % вследствие дегазации порошка в интервале температур 100-900 °С. Усадка, соответствующая процессам уплотнения,

начиналась при температуре > 950°С и заканчивалась при температуре >1500°С.

Стоит отметить, что при консолидации порошков на установке горячего прессования с пропуском электрического тока удалось получить

образцы с относительной плотностью порядка 99,6 % уже при температуре выдержки 1200 °С, а пористость составов на основе П1 (рис. 5, а) выше, чем пористость состава на основе гранулированного порошка П2 (рис. 5, б) со средним размером кристаллитов 90 нм при одинаковых условиях прессования. Кроме того, стоит отметить, зерна в П2 в процессе компактирования росли с меньшей интенсивностью и в конечном образце составили ~ 230 мкм, что в свою очередь позволило достигнуть почти теоретической плотности при высоких скоростях нагрева (200 °С/мин), когда уплотнение преобладает над коалесценцией во всем температурном интервале, и рост пор подавлен.

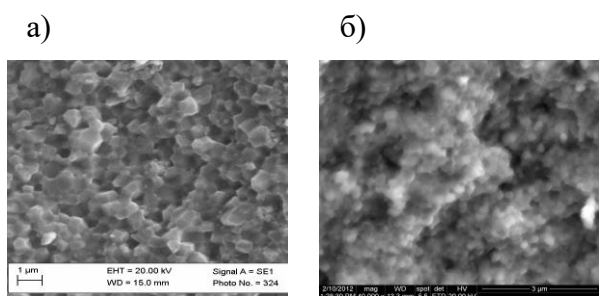


Рис. 5. Микроструктура образцов $ZrO_2-20\text{мас.}\%Al_2O_3$ чешуйчатой (а) и сфероидизированной топологии (б)

Взаимосвязь масштаба структуры, режимов спекания, плотности полученных керамик состоит в следующем. Приложение давления ($P=40\text{МПа}$) на начальной стадии спекания обеспечивает высокую стартовую плотность образца, что позволяет снизить температуру выдержки до 1200 °С, которая является достаточной для получения зерен размером ниже 250 нм.

Повышение плотности и равномерное распределение пористости достигается при приложенном давлении и такой температуре спекания, когда процесс

интенсивной рекристаллизации еще не начался.

Кроме того, локальный рост размеров пор в диоксиде циркония может являться следствием зонального отделения усадки и явлением «коркового» спекания [4] в результате температурного градиента между поверхностью и сердцевиной образца по причине низкой теплопроводности ZrO_2 ($2\text{ Вт/м}\cdot\text{К}^{-1}$). Это явление, сопровождающееся растягивающими и сжимающими напряжениями, провоцирует накопление микродеформаций. В свою очередь это приводит к потере дальнего порядка во взаимном расположении атомов, что дает возможность говорить об образце состава $ZrO_2-20\text{мас.}\%Al_2O_3$ как о «паракристаллическом» объекте. Данный эффект отображается на дифрактограмме наличием широких и низких пиков (рис. 6).

Выводы. Метод электроконсолидации позволяет получить объемные образцы субмикронной керамики составов $ZrO_2 - n\text{ мас.}\%Al_2O_3$ ($n=10, 20, 30$) с плотностью до 99 % теоретической и масштабом микроструктуры порядка 270 нм. Такие данные о структуре больше характерны для порошков с формой зерен в основном изометричным (близких к округлым). Порошки чешуйчатой формы обладают меньшей прессуемостью, а получение объемных материалов на их основе требует увеличения температуры компактирования, что в свою очередь провоцирует укрупнение зерна выше субмикронного размера. Большинство образцов характеризуется гетерогенной структурой, а добавки метастабильных нанопорошков Al_2O_3 вызывают сдвиг начала усадки тетрагонального YSZ к высоким температурам, оказывают влияния на снижение размера зерна тетрагонального YSZ до 170-200 нм.

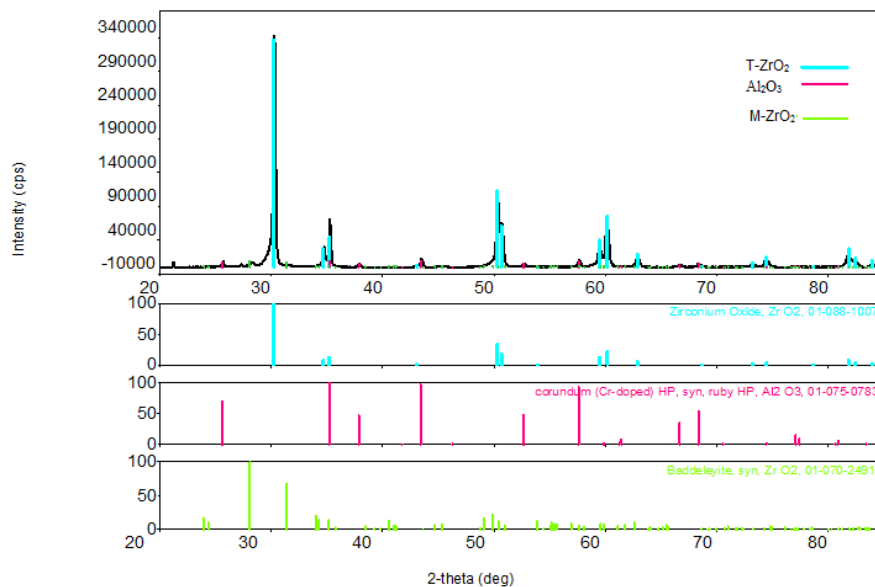


Рис. 6. Рентгенограмма нанокристаллического образца ZrO_2 -20мас. % Al_2O_3

Список литературы

1. Хрустов, В.Р. Наноструктурные композитные керамические материалы системы $ZrO_2-Al_2O_3$ [Текст] / В.Р. Хрустов, В.В. Иванов, Ю.А. Котов [и др.] // Физика и химия стекла. – 2007. – Т. 33. – Вып. 4. – С. 526-535.
2. Болтачев, Г.Ш. Меделирование радиального магнитно-импульсного уплотнения гранулярной среды в квазистатическом приближении [Текст] / Г.Ш. Болтачев, Н.Б. Волков, С.В. Добров [и др.] // Журнал технической физики. – 2007. – Т. 77. – Вып. 10. – С. 58-67.
3. Кислый, П.С. Физико-химические основы получения тугоплавких сверхтвердых материалов [Текст] / П.С. Кислый, Н.И. Боднарчук, Я.О. Горичок. – К.: Наук. думка, 1986. – 208 с.
4. Скороход, В.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах [Текст] / В.В. Скороход, І.В. Уварова, А.В. Рагуля. – К.: Академперіодика, 2001. – 180 с.
5. Райченко, А.И. Основы процесса спекания порошков пропусканием электрического тока [Текст] / А.И. Райченко. – М.: Металлургия, 1987. – 128 с.
6. Филоненко, В.П. Компактирование порошков вольфрама различной дисперсности гидростатическим давлением до 5 ГПа [Текст] / В.П. Филоненко, Л.Г. Хвостанцев, Р.Х. Баграмов [и др.] // Порошковая металлургия. – 1992. – № 4. С. 16-20.
7. Vassen R., Stover D. Compaction mechanisms of ultrafine. SiC powders [Text] // Powder Technology. – 1992. – V. 72. – P. 223-226.
8. Геворкян, Э.С. Горячее прессование нанопорошков состава $ZrO_2-5\% Y_2O_3$ [Текст] / Э.С. Геворкян, В.П. Нерубацкий, О.М. Мельник // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – С. 106-110.
9. Пристрій для гарячого пресування порошків шляхом прямого пропускання електричного струму [Текст]: пат. 72841 Україна: МПК (2012.01) B22F3/00/ Азаренков М.О., Геворкян Е.С., Литовченко С.В., Чижкало В.О., Тимофеева Л.А., Мельник О.М., Гуцаленко Ю.Г., заявник і патентовласник Геворкян Е.С. – № u 2012 03031; заявл. 15.03.12; опубл. 27.08.12, Бюл. № 16. – 7 с.

10. Гусев, А.И. Нанокристаллические материалы [Текст] / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М.: Физматлит, 2001. – 223 с.

11. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы [Текст] / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 192 с.

Ключевые слова: электроконсолидация, усадка, плотность, нанопорошки, структурообразование.

Аннотации

Розглянуто ефективність гарячого пресування з прямим пропусканням струму нанопорошків системи $ZrO_2-Al_2O_3$ з метою встановлення необхідної кількості модифікатора Al_2O_3 . Порошки лускатої форми мають меншу здатність до пресування, а отримання об'ємних матеріалів на їх основі вимагає збільшення температури компактування, що у свою чергу провокує укрупнення зерна вище субмікронного розміру.

Рассмотрена эффективность горячего прессования с прямым пропусканием тока нанопорошков системы $ZrO_2-Al_2O_3$ с целью установления необходимого количества модификатора Al_2O_3 . Порошки чешуйчатой формы обладают меньшей прессуемостью, а получение объемных материалов на их основе требует увеличения температуры компактирования, что в свою очередь провоцирует укрупнение зерна выше субмикронного размера.

The efficiency of hot-pressed with direct current transmission system nano $ZrO_2-Al_2O_3$ in order to establish the required number of modifier Al_2O_3 . Scaly powder form are less compressibility, and receiving of bulk materials based on them requires an increase in temperature compaction, which in turn provokes the grain coarsening above submicron size.

УДК 629.4.027.4

Д-р техн. наук В.Н. Остапчук

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ КОЛЕС ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ

Введение. Безопасность движения подвижного состава и экономическая эффективность грузоперевозок во многом зависят от эксплуатационной долговечности колесной пары, которая в большинстве случаев определяется контактно-усталостной прочностью и износостойкостью верхних слоев металла обода колеса и качеством ее ремонта.

Постановка проблемы. При восстановлении профиля колес повышенной твердости в настоящее время существуют две проблемы. Во-первых, это неудовлетворительное качество механической обработки колес с термомеханическими повреждениями, проявляющееся на поверхности катания после их обточки, в результате технологической наследственности,

макронеровностей, которые при дальнейшей эксплуатации колесной пары являются причиной возникновения дополнительных напряжений материала в пятне контакта системы «колесо-рельс» и образования выщербин, и как следствие, уменьшения пробега. Во-вторых, снятие в стружку значительного слоя полезного металла, что сокращает срок службы колеса. Кроме того, процесс восстановления профиля колес повышенной твердости характеризуется высокими затратами, обусловленными повышенным расходом твердосплавных режущих пластин, который в 3-5 раз выше расхода при восстановлении профиля стандартных вагонных колес. Режущие пластины разрушаются из-за ударных нагрузок, возникающих от термомеханических повреждений вагонных колес и превышающих предел прочности режущего инструмента. Таким образом, проблема продления срока службы колеса и снижение затрат на восстановительные работы является крайне актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций. Как известно, цельнокатаные вагонные колеса на металлургических предприятиях изготавливают с использованием операций штамповки и прокатки. Затем после изотермической выдержки, охлаждения и механической обработки осуществляется термообработка колес, заключающаяся в упрочнении обода колеса. Технология термической обработки колес не регламентирует прокаливаемость, обеспечивая неравномерную, убывающую твердость по сечению обода. По данным работы [1] снижение твердости обода на одну единицу НВ в эксплуатационном интервале твердостей снижает его износостойкость примерно на один процент. То есть срезаемый слой металла обода при обточках не только уменьшает диаметр колеса, но и определяет снижение его износостойкости. Можно отметить два основных пути повышения ресурса колес при ремонте:

- за счет экономии металла обода, нерационально срезаемого при ремонте;
- увеличения износостойкости, в том числе оставшейся части рабочей толщины металла обода.

В настоящее время второй путь реализован частично. Появились железнодорожные колеса с повышенной твердостью обода до 320-360 НВ на глубине 30 мм от поверхности катания. После начала их эксплуатации отмечено [2] сокращение контактно-усталостных повреждений обода в 4 раза и увеличение срока службы не менее чем в 1,5 раза. При сравнении с колесами по ГОСТ 10791-2011 количество отцепок вагонов (на 1000 ед.) в текущий отцепочный ремонт по дефектам колесных пар повышенной твердости почти в 2,5 раза меньше, чем по существующей технологии.

Одновременно возникает вопрос, связанный с особенностями восстановления профиля и обрабатываемостью колес повышенной твердости. Как показывает производственный опыт, расчетное определение режимов восстановления профиля поверхности катания колес связано со снижением уровня режимов резания и основного (машинного) времени, т. е. производительности. В таблице приведены расчетные данные [3] по режимам черновой обработки при восстановлении профиля поверхности катания колесных пар с разной твердостью.

Фактическим показателем производительности является минутная подача S , мм/мин, которая, как видно из таблицы, для колес повышенной твердости меньше примерно в 2 раза по сравнению с данными показателями для колес по ГОСТ 10791-2011. Следовательно, производительность современных колесотокарных станков, где машинное время составляет большую часть штучного, снизится примерно в 2 раза.

Цель работы состоит в повышении износостойкости колес цельнокатаных термомеханохимическим воздействием.

Расчётные данные по режимам обработки

ГОСТ 10791-2004 (285 HB)				ТУ 0943-157-01124328-2003 (360 HB)			
t, мм	S, мм/об	n, об/мин	S _м , мм/мин	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	S _м , мм/мин
3	1,4	13/9	18/12	3	1,2	7/5	8/5
5	1,2	12/8	14/10	5	1,0	7/5	7/5
7	1,2	12/8	14/10	7	1,0	7/5	7/5
9	1,2	12/8	14/10	9	1,0	7/5	7/5

Примечание: в знаменателе приведены данные для инструмента, которым обработаны 4-е колесные пары

Основной материал. Повышение производительности восстановления колесных пар повышенной твердости по профилю поверхности катания при ремонте можно обеспечить за счет других методов обработки, например комплексной поверхностной обработки, совмещающей технологию нанесения покрытий и термическую обработку в один технологический цикл. В результате такой обработки на поверхности колеса происходит не только изменение структуры поверхностного слоя, но и формируется покрытие, которое выполняет роль твердой смазки, защищающее рабочую поверхность от термомеханохимических воздействий. Покрытие, сформированное на поверхности колеса, выполняет роль твердой смазки и, как следствие, не происходит изменение его триботехнических свойств. В процессе формирования покрытия при комплексной обработке происходит заполнение неровностей и микротрещин после механической обработки поверхности стальных изделий, затем – диффузия химических элементов, которые находятся в растворе (хром, фосфор, кислород), с последующей хемосорбцией с образованием оксидов железа, хрома, фосфатов железа и ортофосфатов хрома. Поверхностный слой, полученный в результате такой обработки, состоит из нескольких слоев: верхний слой сформирован за счет элементов,

находящихся в растворе, нижний слой, прилегающий к металлической основе за счет элементов матрицы и между первым и вторым слоем есть промежуточным слоем, который состоит из элементов как первого, так и второго слоя. Наличие переходного слоя обеспечивает повышение износостойкости деталей. Поверхностный слой со слоистой структурой, полученный по новой технологии, благодаря наличию прочных связей между атомами слоя в горизонтальной плоскости и более слабых в вертикальной, будет обеспечивать легкое скольжение тонких слоев друг по другу. В нашем случае процесс трения можем рассматривать как один из важнейших процессов структурной активации материала поверхностного слоя. Под действием механических сил будут протекать химические реакции между твердыми телами, участвующими в трении, либо реакции обмена одного или другого из этих компонентов окружающей их среды. Материал поверхностного слоя будет своеобразным катализатором, вызывающим или ускоряющим процессы обмена между компонентами окружающей среды. Работами многих ученых установлено, что важную роль при трении играет кислород. Так, опыты показали, что если на поверхности трения образуются оксиды, то это приводит к резкому снижению трения и износа. Длительное время считалось, что если поверхностный слой содержит

фосфор, то он образует пленки фосфидов железа. Однако результаты экспериментальных исследований выявили более сложный характер взаимодействия. Исследования поверхностей трения железоуглеродистых сплавов, выполненные с помощью методов рентгеновской и электронной дифракции, обнаружили

преимущественное наличие оксидов железа, хрома и фосфидов железа. При формировании пленок вторичных структур существенную роль играют окислительные процессы. Наличие кислорода не только в зоне трения, но и в самом слое способствует протеканию окислительных процессов (рисунок).



Рис. Поверхностный слой на сплаве

Под действием высоких давлений и сдвиговых деформаций мелкодисперсные частицы твердой смазки заполняют микронеровности поверхности и связываются с металлом на молекулярном уровне, образуя плотную защитную пленку. Она устраняет микродефекты поверхности, способствуя максимальному снижению коэффициента трения и температуры в зоне трения. Это способствует минимизации износа, окисления масла и обеспечению долговременной смазки. Электронографические исследования продуктов износа, образовавшихся при трении, позволили последовательно проследить за изменением их фазового состава во времени. В начальный период трения в продуктах износа преобладает фосфид железа, а также значительное количество свободного хрома. С увеличением времени в продуктах износа появляется феррофосфат железа. При установившихся условиях трения, характеризующихся минимальными в данных

условиях испытаний коэффициентами трения и износом, на поверхностях трения формируются устойчивая пленка, представляющая собой моногидроокись δ – FeO (OH), которая характеризуется наиболее плотно упакованными кристаллическими плоскостями параллельно направлению скольжения, и пленка фосфида железа, обладающая низкими антифрикционными показателями. Абсорбируясь на поверхности трения, продукты распада формируют граничный слой, улучшающий смазочное действие. Таким образом, фосфор содержащие поверхностные слои выполняют при трении двойную роль. С одной стороны, они обеспечивают образование фосфоросодержащих вторичных структур с повышенной поверхностной прочностью, а с другой – облегчают процессы распада продуктов износа с образованием моногидроокиси, оказывающей дополнительное смазочное действие.

Выводы. Для увеличения ресурса эксплуатирующихся колес и сокращения потребностей

железнодорожного

транспорта в процессе ремонта целесообразно использовать экономичные способы восстановления.

Список литературы

1. Марков, Д.П. Трибология и ее применение на железнодорожном транспорте [Текст] / Д.П. Марков // Труды ВНИИЖТ. – М.: Интекст, 2007. – С. 205-211.
2. Торина, Я. Экономический эффект твердого колеса [Текст] / Я. Торина. – РЖД-ПАРТНЕР, 2009. – № 10(158) – С. 100 – 101.
3. Воробьев, А.А. Сравнение режимов обработки обода железнодорожных колес повышенной твердости по ГОСТ 10791 [Текст] / А.А. Воробьев, И.А. Иванов, В.С. Кушнер, С.В. Урушев // Конструктивно-технологическое обеспечение надежности колес рельсовых экипажей: сб. научн. трудов. – С.Пб.: ПГУПС, 2009. – С. 70-82.

Ключевые слова: термомеханическое упрочнение, комплексная обработка, покрытие, поверхностный слой.

Аннотации

Розглянуто причини руйнування коліс суцільнокатаних з підвищеною твердістю, а також способи їх усунення. Розглянуто методи відновлення профілю коліс із застосуванням комплексної поверхневої обробки, що поєднує технологію нанесення покриттів і термічну обробку в один технологічний цикл. Покриття, сформоване на поверхні колеса, виконує роль твердого мастила без зміни структури і властивостей.

Рассмотрены причины разрушения колес цельнокатаных с повышенной твердостью, а также способы их устранения. Рассмотрены методы восстановления профиля колес с применением комплексной поверхностной обработки, совмещающей технологию нанесения покрытий и термическую обработку в один технологический цикл. Покрытие, сформированное на поверхности колеса, выполняет роль твердой смазки без изменения структуры и свойств.

The reasons of the destruction of solid-rolled wheels with increased hardness and their solutions ways were considered in this work The methods of restoring wheels' profile with the application of complex surface treatment which combines the technology of coatings application and heat treatment in one technological cycle were considered. Coating which is formed on the wheel surface acts as a solid lubricant without changing its structure and properties.

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ 75-Ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

НАПРЯМОК «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА, ЗВ'ЯЗОК»

УДК 656.257:681.32

*О.Ю. Каменєв
O. Kamenyev*

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ СЕРТИФІКАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ
МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ МПЦ-С**

**METHODS AND FACILITIES OF CERTIFICATION TESTS
OF MICROPROCESSOR SYSTEM MPC-S**

Сертифікаційні випробування на функційну безпечність (ФБ) та електромагнітну сумісність (ЕМС) системи мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів МПЦ-С проведені протягом січня 2012 р. – березня 2013 р. Мета випробувань – підтвердження відповідності системи вимогам ДСТУ 4178-2003, ДСТУ 4151-2003, ГОСТ 12.2.007.0-75, пам'ятці Організації співробітництва залізниць Р-844. Під час організації та проведення випробувань застосований ряд новітніх розробок, виконаних у межах НДР, спрямованих на дослідження ФБ та ЕМС даної системи:

- метод прямих сум, в основу якого закладене графоаналітичне представлення об'єктів керування і контролю, їх зв'язків та властивостей, – на етапі формування моделей для випробувань перед кожним їх циклом;

- метод імітаційних випробувань, в основу якого закладається відтворення роботи верхнього та середнього рівнів системи МПЦ-С реальними пристроями, а лише нижнього рівня імітаційною моделлю, – на етапі випробувань на ФБ на імітаційних моделях;

- методи комбінованих випробувань (відокремлених груп, об'єктів і каналів), в основу яких закладений синтез

імітаційного та фізичного моделювання пристроїв нижнього рівня, – на етапах стендових випробувань на ФБ та випробувань на ЕМС.

Технічна реалізація зазначених методів виконана на базі комбінованого випробувального комплексу мікропроцесорної централізації (згідно з патентом UA 77047 U, опубл. 25.01.2013, Бюл. №2), комп'ютерної програми синтезу експериментальної моделі мікропроцесорної централізації (згідно з свідоцтвом про реєстрацію авторського права № 47467 від 28.01.2013), спеціалізованої імітаційної моделі нижнього рівня МПЦ-С та програмного комплексу тестування (для автоматизації процесу випробувань).

Крім того, вплив електромагнітних завад при випробуваннях на ЕМС виконаний за методами, прописаними в ДСТУ 4151-2003 із застосуванням спеціалізованого обладнання. Методи комбінованих випробувань при цьому дозволили відтворити необхідний набір вихідних станів при дії завад.

Випробування проведені за участю фахівців ДВЦ «Електромаш», НДПКІ «Молнія», ДП «ХарОСЗТ», УкрДАЗТ та ТОВ «НВП «САТЕП». Результати підтвердили відповідність системи МПЦ-С зазначеним нормативним документам.

УДК 656.212.5:216.2

М.В. Субботін
M. Subbotin

**ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДА ЗА РАХУНОК ІНФОРМАЦІЇ
ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ**

DETERMINING SPEED TRAIN DUE TO INFORMATION POINT TRACK GAUGES

Практика показує, що значна кількість ДТП на переїздах виникла через неправильну оцінку ситуації і нехтування показань переїзної сигналізації водіями автотранспортних засобів. Переважно через великий час затримки автомобілів біля переїзду водії розцінюють роботу пристроїв сповіщення неадекватною і приймають рішення самотужки переконатися у наближенні поїзда до переїзду. У разі впливу таких факторів навколишнього середовища, як недостатня видимість або загородження зони видимості будівлями, відстань до поїзда, що наближається, може бути виміряна неправильно. Водії приймають рішення перетинання залізничних колій і не беруть до уваги швидкість локомотива та інерційність рухомого складу взагалі. Таким чином, більшість ДТП виникає при

порушенні правил дорожнього руху водіями автомобільного транспорту.

Також негативною рисою є те, що переїзд закривається для руху автотранспорту після проходження поїздом фіксованої точки, яка не залежить від параметрів руху поїзда і розраховується в залежності від максимальної допустимої швидкості руху по ділянці.

Визначення параметрів руху поїзда можна реалізувати за допомогою точкових датчиків, які забезпечать визначення як швидкості, так і прискорення. Виходячи з цього, доповнення схеми керування переїзду вищезазначеною системою забезпечить унеможливлення завчасного перекриття переїзду. Також є доцільним використання системи визначення параметрів руху на сортувальній гірці для автоматичного регулювання швидкості скочування відцепів.

УДК 656.216.2:004.4'474

І.Г. Воліченко
I. Volichenko

**КОНТРОЛЬ ДОТРИМАННЯ ПРАВИЛ ПРОЇЗДУ ПЕРЕЇЗДІВ ВОДІЯМИ
АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ ВІДЕОКОНТРОЛЮ**

**CONTROL OF RULES PASSAGE LEVEL CROSSINGS FOR MOTOR VEHICLE
DRIVERS BY THE SYSTEMS VIDEO MONITORING**

У 2012 році на переїздах України сталося 89 випадків дорожньо-транспортних пригод (ДТП), що більше за показник 2011 року на дев'ять випадків. Збільшення кількості ДТП спостерігається

вперше за останні п'ять років, хоча кількість переїздів на мережі Укрзалізниці постійно зменшується. Основною причиною ДТП залишається порушення правил дорожнього руху (ПДР) водіями

автотранспортних засобів. Вберегтися від ДТП в такому випадку можливо лише при застосуванні пристроїв загородження переїзду (ПЗП), що унеможливають рух до небезпечної зони переїзду. Проте встановлення ПЗП є доволі затратним та не усуває причину порушень правил. Для підвищення відповідальності водіїв автотранспортних засобів доцільно використовувати системи відеоконтролю та відеофіксації порушення ПДР. Для оцінки рівня безпеки потрібні дані про швидкість автотранспорту, що наближається до переїзду. Перспективним є об'єднання функцій фіксації номерного знака автомобіля, факту проїзду

заборонного показання переїзного світлофора та перевищення швидкості в одному функціональному вузлі, що базується на оптичному датчику (відеокамері). На даний момент проходить метрологічні випробовування український програмно-апаратний комплекс «Оберіг», що може виконувати вищезазначені функції. Зацікавленість в подібних системах проявляє Державна автомобільна інспекція. Проте для підвищення ефективності заходів зі зниження аварійності на переїздах потрібна зацікавленість усіх причетних установ, у тому числі органів місцевого самоврядування та Укрзалізниці.

УДК 656.259

*С.О. Радковський, А.М. Трунаєв
S.O. Radkovskiy, A.M. Trunaiev*

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАМІНИ РЕЙКОВИХ КІЛ СИСТЕМАМИ РАХУНКУ ОСЕЙ

PERSPECTIVES REPLACE TRACK CIRCUITS SYSTEMS ACCOUNT AXLES

Системи залізничної автоматики, що використовуються на Укрзалізниці, визначають наявність рухомої одиниці на колії за допомогою рейкових кіл. Рейкові кола, порівняно з іншими пристроями, мають ряд переваг: системи на їх основі не потребують перезавантаження, вони являють собою один з основних засобів визначення зламу рейок. Серед недоліків рейкових кіл слід визначити: малий обсяг інформації, що передається, енергетична та економічна неефективність, високі експлуатаційні витрати.

Наведених вище недоліків позбавлені системи, засновані на використанні колійних датчиків та систем рахунку осей. Але в цих системах є суттєвий недолік, що сповільнює їх поширення на магістральному транспорті, – це неможливість контролювати фізичний стан

рейок. Одним зі способів вирішення цієї проблеми є використання акустичної хвилі частотою від 3 до 80 кГц. На основі даного принципу побудовані: комерційна система Spoornet у ПАР, експериментальні системи у США та Великобританії.

Принцип дії подібних систем полягає у такому: передавач передає у рейкове коло акустичну хвилю, яка приходить (або не приходить) на приймач, що знаходиться на відстані від 1 до 2,5 км від передавача. Висока напруга керуючих імпульсів, що генерує передавач, перетворюється в акустичну хвилю та розповсюджується в обох напрямках завдяки ультразвуковим перетворювачам. Приймач містить електроніку для виявлення навіть дуже слабких сигналів, отриманих з передавача, тим самим визначається стан рейок.

Інтеграція пристроїв контролю цілісності рейок за допомогою акустичної хвилі у системи рахунку осей позбавляє їх

основного недоліку і відкриває широкі можливості застосування таких систем на українських залізницях.

УДК 621.391

*С.І. Приходько, О.С. Волков, А.В. Боцул
S.I. Prihodko, A.S. Volkov, A.V. Botsul*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДЕКОДУВАННЯ ДИСКРЕТНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ У КАНАЛАХ З ПАМ'ЯТТЮ

ANALYSIS OF METHODS FOR DECODING DISCRETE MESSAGES IN CHANNELS WITH MEMORY

Проведено аналіз відомих методів декодування завадостійких блокових та згорткових кодів. Розглянуто основні моделі каналів з пам'яттю та без пам'яті. Показано, що класичні методи декодування блокових та згорткових кодів з ростом довжини блока або із збільшенням довжини кодового обмеження стають малоефективними з практичної точки зору. Виявлені недоліки відомих методів

декодування дозволяють зробити висновки, що для ефективної боротьби з пакетами помилок у каналах з пам'яттю необхідно застосування кодових конструкцій, які включають до себе перемешувач (деперемешувач). Таким чином, удосконалення та розроблення нових методів завадостійкого декодування блокових та згорткових кодів є актуальним науковим завданням.

УДК 621.391

*В.П. Лусечко, Я.Я. Обіход
V.P. Lysechko, Y.Y. Obihod*

МЕТОДИ НАВЧАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ В КОГНІТИВНИХ РАДІОМЕРЕЖАХ

TRAINING METHODS OF MONITORING SPECTRUM IN COGNITIVE RADIO NETWORKS

Обмеженість радіочастотного ресурсу вимагає нового підходу до вирішення проблеми електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів. Актуальним питанням є використання принципів когнітивності в системах радіозв'язку.

При виконанні досліджень було проведено дослідження методів управління системами когнітивного радіо, проаналізовано стан використання

міжнародних та українських частотних ресурсів, здійснено дослідження характеристик протоколу IEEE 802.22. Також були проведені дослідження передових сучасних систем навчання когнітивних радіосистем, а саме:

- цикл Бойда;
- метод навчання управління систем на основі нечітких нейронних мереж;

- метод навчання управління систем на основі мереж MANET;
- управління систем на основі кіл Маркова.

Найкращі характеристики в часі та швидкості навчання були виявленні на основі заданого когнітивного циклу з використанням кіл Маркова.

УДК 621.391

*М.А. Штомпель
N.A. Shtompel*

РОЗВИТОК МЕТОДІВ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

DEVELOPMENT METHODS NOISEPROOF CODING IN FIBER OPTIC TELECOMMUNICATION SYSTEMS

У сучасних волоконно-оптичних телекомунікаційних системах (ВОТС) застосовуються різноманітні методи завадостійкого кодування, частина з яких стандартизована у відповідних рекомендаціях Міжнародного союзу електрозв'язку. Першим поколінням завадостійких кодів, що використовуються у ВОТС, є блокові коди, наприклад коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема та коди Рида-Соломона. На основі даних блокових кодів та згорткових кодів будуються більш ефективні кодові конструкції – послідовні каскадні коди. Наприклад, широке розповсюдження у ВОТС отримали каскадні коди у результаті об'єднання кодів Рида-Соломона та згорткових кодів. Таким чином, каскадні кодові конструкції є

другим поколінням завадостійких кодів, що використовуються у ВОТС. У теперішній час значний інтерес викликають завадостійкі коди, що підтримують ітеративне декодування, до яких відносяться турбокоди, блокові турбокоди добутку та коди з малою щільністю перевірок на парність. Даний клас кодів можна розглядати як третє покоління завадостійких кодів, що застосовуються у ВОТС. Отже, актуальним напрямком подальших досліджень є обґрунтування вибору певного методу завадостійкого кодування з класу кодів, що підтримують ітеративне декодування, з урахуванням особливостей та характеристик сучасних ВОТС.

УДК 621.391

*О.О. Кузнєцов, С.І. Приходько, Білал Хамзе
A.A. Kuznetsov, S.I. Prihodko, Bilal Hamze*

БАГАТОВИМІРНІ СПЕКТРИ ДЛЯ ОПИСУ КАСКАДНИХ КОДІВ В ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТІ

MULTIDIMENSIONAL SPECTRA TO DESCRIBE THE CONCATENATED CODES IN THE FREQUENCY DOMAIN

Розглядається математичний апарат багатовимірного дискретного перетворення

Фур'є в кінцевих полях Галуа. Досліджуються методи опису лінійних

блокових кодів у частотній області. Показано, що на відміну від ітеративних кодів (кодів-творів) каскадні коди в загальному випадку не можуть бути описані в частотній області в термінах багатовимірних спектрів.

Розвивається математичний апарат багатовимірних спектрів, зокрема отримані аналітичні вирази, що встановлюють взаємно-однозначну функціональну відповідність спектра послідовності над кінцевим полем і спектрів відповідних слів,

отриманих обмеженням цього слова на підполі.

Отримані вирази дають механізм до опису каскадних кодових конструкцій у багатовимірній частотній області, що дозволить розпаралелювати вироблювані обчислення, а також за рахунок використання швидкого багатовимірного перетворення Фур'є істотно скоротить обсяг обчислень при реалізації алгоритмів кодування і декодування.

УДК 621.391

К.А. Трубчанінова
К.А. Trubchaninova

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ OTN

MODERNIZATION OF TRANSPORT NETWORK WITH TECHNOLOGY OTN

Технологія OTN (оптична транспортна мережа) була стандартизована як повністю детермінована багаторівнева архітектура, заснована на принципі мережевої взаємодії "користувач – сервер". Тому контейнер OTN дозволяє вести прозору передачу будь-якого клієнтського протоколу без якого-небудь збитку вихідним характеристикам користувальницьких послуг. Це означає, що такі пакетні протоколи, як IP, MPLS, Ethernet, Fibre Channel, ESCON і протоколи передачі відео, можуть безперешкодно передаватися в мережі OTN. При цьому гарантується повноцінна підтримка старих мережевих з'єднань SDH. Технологія OTN дозволяє максимально ефективно використовувати ресурси інфраструктури оптичної мережі, мультіплексуючи на одній довжині хвилі кілька різнорідних клієнтських мереж з різними швидкостями передачі, протоколами та джерелами синхронізації (DWDM). Зараз ієрархічна структура OTN підтримує передачу даних на швидкості 100 Гбіт/с з можливістю масштабування в

майбутньому до рівня більш високої швидкості, при цьому SDH не здатні забезпечити таку масштабованість - їх максимальна швидкість не перевищує 40 Гбіт/с.

Показано, що OTN являє собою оптимальний підхід до модернізації мережі, так як OTN забезпечує як передачу SDH даних, так і гнучкість для ефективного транспорту пакетів Ethernet на швидкості від GE до 100GE в поєднанні з транспортними каналами 40G і 100G. Таким чином, можна стверджувати, що мережа OTN призначена для забезпечення не тільки високих швидкостей передачі даних, але й гнучкого та надійного адміністрування DWDM-мережами. Крім того, до числа основних переваг OTN можна віднести повну зворотну сумісність з SDH і прозорість для існуючих комунікаційних протоколів, а реалізація механізму FEC (стандартний метод попереджуючої корекції помилок) дозволяє отримати додатково 6 dB до оптичного бюджету лінії, що відповідає додатковим 25- 30 км на довжині хвилі 1550 нм.

УДК 621.391

Г.В. Альошин, С.І. Приходько, С.В. Индик
G.V. Aloshin, S.I. Prihodko, S.V. Indyk

**ПОГРІШНІСТЬ ВИМІРІВ ФАЗИ ВУЗЬКОСМУГОВИХ КОЛИВАНЬ
ЗАВАДОСТІЙКИМ ЦИФРОВИМ ФАЗОМЕТРОМ**

**ERROR OF MEASUREMENTS OF A PHASE OF NARROW-BAND FLUCTUATIONS
BY THE NOISEPROOF DIGITAL PHASEMETER**

Завадостійкий цифровий метод вимірів фази призначений для роботи у фазометрах і ФАП, де впливають позасмугові корельовані завади, електромагнітні завади з нижчою частотою і навіть субгармоніки основної частоти [Завадостійкий фазовий детектор. Заявка № у 2012 13944 від 07.12.2012р.].

Особливо корисний цей метод для багатофункціональних мікропроцесорів, де найбільш проблематична електромагнітна сумісність.

Вимагається оцінити вплив рівня завад на точність цифрових вимірів фази.

Якщо маємо справу із завадою низької частоти, то, як показано, метод, що підвищує нечутливість вимірювача до

завади, працює без істотних додаткових помилок.

Для загального випадку, коли час кореляції завад обмежений, метод також працює, проте з деякою погрішністю, яка обумовлена тим, що за час періоду, коли робляться виміри, завада істотно змінюється, що призводить до асиметрії інтервалу і до додаткової погрішності.

Погрішність виміру фази новим цифровим фазометром по відношенню до позасмугової низькочастотної завади в

$$(\delta\epsilon_n)^2 = \frac{\Omega^2 T_0^2}{4\omega^2 q} = \frac{(2\pi)^2}{4K_1^2 \omega^2 q} = \frac{1}{4K_1^2 \omega^2 q} \quad \text{раз}$$

менше, ніж при класичному методі вимірів. Це дозволяє або ослабити позасмугову заваду, або ослабити вимоги до електромагнітної сумісності.

УДК 621.391

О.С. Волков, М.В. Беспалова
A.S. Volkov, M.V. Bepalova

**МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ
ДІЛЯНКИ ЦИФРОВОЇ МЕРЕЖІ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

**METHOD OF CALCULATING THE LENGTH OF THE REGENERATION AREA
DIGITAL NETWORK TECHNOLOGICAL COMMUNICATION**

У теперішній час на мережі оперативно-технологічного зв'язку знаходиться в експлуатації велика кількість аналогового обладнання, яке морально і фізично застаріло та не відповідає

сучасним техніко-експлуатаційним вимогам. Тому встановлення сучасного цифрового обладнання на мережі оперативно-технологічного зв'язку є перспективним напрямком їх розвитку.

Розпорядчі станції оперативно-технологічного зв'язку розміщуються, як правило, у відділенні залізниці, а диспетчерські ділянки можуть бути досить віддалені від станції, де знаходяться відділення залізниці. Доцільно як первинну мережу використовувати волоконно-оптичні лінії передачі, але на залізничному транспорті та деяких ділянках використовуються кабелі з мідними жилами. Це є наслідком відсутності можливості впровадження на всіх ділянках залізниці волоконно-оптичної лінії передачі. У той же час існує проблема підключення віддалених станцій оперативно-технологічного зв'язку за допомогою кабелів з мідними жилами. На практиці ефективним вирішенням цієї проблеми є використання технології xDSL.

Визначення довжини регенераційної ділянки важливо для знаходження

необхідної кількості регенераторів на лінії. При цьому довжина регенераційної ділянки має бути найбільшою, це пов'язано з тим, що необхідно мінімізувати кількість регенераторів. Дана методика дозволяє врахувати різні параметри, які впливають на якість передачі інформації, до них належать: згасання на ближньому та дальньому кінцях, тип модуляції, згасання регенераційної ділянки, захищеність від перехідних впливів, тип кабелю, що використовується, захищеність для багаторівневого коду, а також захищеність від власних шумів.

Використання запропонованої методики розрахунку довжини регенераційної ділянки дозволить значно покращити техніко-економічні показники при побудові мережі оперативно-технологічного зв'язку залізничного транспорту.

УДК 621.391

О.С. Жученко, О.В. Суєта
A.S. Zhuchenko, O.V. Suyeta

МЕТОД ОЦІНКИ НЕОБХІДНИХ РЕСУРСІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ КІЛЬЦЕВОЇ ТОПОЛОГІЇ

METHOD FOR EVALUATING THE NECESSARY RESOURCES TELECOMMUNICATIONS NETWORKS RING TOPOLOGY

Телекомунікаційні мережі кільцевої топології мають підвищену відмовостійкість при прийнятних витратах на організацію такої мережі. На етапі проектування кільцевих мереж для забезпечення заданих показників якості обслуговування необхідно проводити оцінку необхідних ресурсів мережі, таких як кількість каналів або пропускну спроможність трактів передачі.

Існуючий метод дозволяє оцінити необхідні ресурси мережі, але вимагає, щоб були відомі інтенсивності навантажень або потоків пакетів між кожною парою вузлів,

знаходження яких є складним завданням і може бути ґрунтоване на використанні відомих статистичних даних або розрахунків, які базуються на припущеннях, що не завжди виконуються в реальному випадку. В умовах відсутності статистичних даних результати розрахунків значно відрізняться від реальних, що, зрештою, призведе до значного підвищення погрешностей розрахунків при великому обсязі необхідних обчислень. У зв'язку з цим виникає актуальне завдання в удосконаленні методу оцінки необхідних ресурсів кільцевих мереж.

Розроблений метод і алгоритм оцінки необхідних ресурсів телекомунікаційних мереж кільцевої топології дозволяє приблизно оцінити необхідні ресурси в умовах, коли розподіл інформаційних потоків між вузлами мережі можна звести

до однієї з трьох заздалегідь відомих типових моделей розподілу, при цьому розрахунок інтенсивності навантажень або потоків пакетів між кожною парою вузлів не потрібен.

УДК 621.391.2

О.П. Батаєв, С.В. Родіонов
O.P. Batayev, S.V. Rodionov

**РЕКУРЕНТНИЙ СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ РІВНІВ РАДІОПЕРЕШКОД,
ІНВАРІАНТНИЙ ДО ЗМІНИ ЇХ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

**RECURRENT METHOD OF EVALUATION OF LEVELS OF RADIO
INTERFERENCES, WHICH INVARIANT TO THE CHANGE OF THEIR
CORRELATION PROPERTIES**

При вирішенні завдань моніторингу, а також синтезу систем зв'язку і управління, що функціонують в умовах різних збуджуючих дій, дуже конструктивними є такі методи забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС), як методи оптимальної лінійної фільтрації в просторі станів.

Сучасні оптимальні аналізатори-екстраполятори виявляються чутливими до змін кореляційних властивостей завад, що призводить до збільшення помилки оцінювання результатів вимірів. Така ситуація, наприклад, може мати місце при моніторингу радіочастотної обстановки на групі радіостанцій, випромінюючих різні частоти, на яких процеси зміни рівнів завад у часі протікають з різною швидкістю. Використання в даному випадку оптимальних алгоритмів призведе до того, що погрішність вимірів рівнів завад на

різних частотах виявиться різною, а отже, достовірність вибору найкращих для надійного зв'язку частот буде нижча потрібної.

З метою забезпечення необхідної достовірності роботи аналізатора-екстраполятора в умовах дії радіозавад з кореляційними властивостями, що змінюються, пропонується рекурентний спосіб оцінювання рівнів випадкових радіозавад у широкому діапазоні зміни їх кореляційних властивостей, наведено алгоритм його функціонування, синтезована його функціональна схема і отримані результати статистичного моделювання алгоритму на ПЕВМ. Ці результати свідчать про високу точність оцінки і малу чутливість синтезованого алгоритму до кореляційних властивостей радіозавад.

УДК 621.391

О.С. Волков, Н.В. Полянська
A.S. Volkov, N.V. Polyanskova

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ КОМУТАЦІЇ
ІНТЕГРАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

**RESEARCH PRINCIPLES OF DIGITAL SWITCHING SYSTEMS INTEGRATED
NETWORK TECHNOLOGICAL COMMUNICATION**

Специфіка залізничного транспорту передбачає виконання наказів у найкоротші терміни. Для цього передбачена наявність диспетчерів, які керують технологічним процесом, віддаючи накази відповідним абонентам, що їм підпорядковані. Специфіка роботи диспетчера передбачає необхідність виклику одного або декількох абонентів одночасно. Проведене дослідження виявило закономірності встановлення індивідуального та циркулярного викликів різних видів

зв'язку. Були побудовані діаграми, що наочно ілюструють встановлення та розрив з'єднання. Завдяки поданим схемам логічної взаємодії абонентів можливо прослідкувати процеси, що відбуваються в каналі зв'язку при індивідуальному та циркулярному викликах. У результаті дослідження отримана стандартна послідовність дій для встановлення розпорядчого зв'язку, яка складається з кроків, поданих у вигляді алгоритму.

УДК 621.391

А.О. Єлізаренко
A.A. Yelizarenko

**МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КАНАЛІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ В
ДЕЦИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ**

**METHODS OF CALCULATION OF TECHNOLOGICAL CHANNELS OF RADIO
COMMUNICATION IN THE DECIMETER RANGE**

На залізницях широко застосовують мережі технологічного радіозв'язку в метровому діапазоні радіохвиль, для яких розроблені відомчі методики організації і розрахунку каналів. Подальший розвиток залізничного технологічного радіозв'язку пов'язаний з впровадженням сучасних цифрових систем стандартів TETRA і GSM-R з організацією мереж у нових діапазонах радіохвиль на частотах 460 і 900 МГц. У зв'язку з цим актуальною стає задача розробки методики розрахунку каналів у цих смугах частот.

Необхідно визначити умови і межі застосування відомих моделей прогнозування поширення радіохвиль та розробити уточнені, які найбільш адекватно відображають закономірності поширення радіохвиль з урахуванням впливу інфраструктури залізниць.

Для розрахунків каналів рухомого радіозв'язку найбільш широко використовують моделі на основі рекомендацій ITU-R P.1546, остання редакція якої була запропонована в 2007 р., і модель Окамури-Хата, яка набула

офіційного статусу рекомендації ІТУ-R P.529. Модель Окамури-Хата має певні переваги. Вона доволі проста і подається в аналітичній формі. Базова модель розрахована для прогнозування напруженості поля в умовах міст зі щільною забудовою. Але відомі методи адаптації моделі Окамури-Хата для

відмінних умов поширення радіохвиль на основі зміни стандартних параметрів.

В роботі запропонована удосконалена модель, яка враховує особливості впливу інфраструктури залізниць на поширення радіохвиль, що дозволяє підвищити точність розрахунку зон обслуговування в мережах технологічного радіозв'язку.

УДК 621.396.1

О.П. Батаєв, Є.С. Захаров
O.P. Batayev, E.S. Zakharov

ОЦІНКА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БЕЗПРОВОДОВИХ ЦИФРОВИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ ЗАВМИРАНЬ ЗА ЗАКОНОМ НАКАГАМІ

NOISE STABILITY EVALUATION OF WIRELESS DIGITAL COMMUNICATION CHANNELS IN UNDER NAKAGAMI FADING

При розробці систем і мереж абонентського радіодоступу, наприклад Wi-Fi, WiMAX, LTE і інших, однією з проблем є забезпечення надійного зв'язку в умовах різного виду завмирань сигналів. Для оцінки статистики дрібномасштабних амплітудних завмирань розраховуються їх відносні величини. При цьому до зібраних емпіричних даних при різних значеннях затримок багатопроменевого сигналу підбираються відповідні типові теоретичні розподіли статистики амплітудних завмирань - логарифмічно нормальне, Релея, Райса, Вейбула або Накагамі- m . Нині існує деякі протиріччя відносно того, наскільки точно ці розподіли описують статистику швидких завмирань у каналі. Так, хоча емпіричні результати показують, що найкраще статистика завмирань описується розподілом Накагамі, у

багатьох випадках при аналізі і моделюванні безпроводових каналів використовується розподіл Релея, завдяки своїй простоті і наочності впливу завмирань на передачу.

Іншою перевагою розподілу Накагамі є те, що в окремих випадках при $m=1$ і при дуже великих значеннях m воно може бути зведене до розподілу Релея або логарифмічно нормального розподілу, відповідно.

На основі використання розподілу Накагамі отримані уточнені вирази для розрахунку завадостійкості каналів з глибокими завмираннями сигналів при різних видах маніпуляції і структур передаваних сигналів. Завадостійкість оцінюється вірогідністю помилки в каналі зв'язку при когерентному і некогерентному прийомі.

УДК 621.391

І.В. Ковтун, Н.А. Корольова
I.V. Kovtyn, N.A. Korolova

**ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СТИСКУ У
МЕРЕЖАХ РУХОМОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

**A GROUND OF NECESSITY OF THE USE OF METHODS OF CLENCH IS IN THE
NETWORKS OF MOVABLE RADIO CONTACT**

На залізничному транспорті основними об'єктами керування є рухомі об'єкти, тому найбільший розвиток одержали мережі рухомого зв'язку, які можна поділити на такі класи: стільникового рухомого зв'язку, транкінгового зв'язку, персонального радіовиклику, мережі персонального супутникового зв'язку.

Стільниковий радіотелефонний зв'язок хоча і забезпечує високий рівень сервісу, але має ряд особливостей, що робить його використання недоцільним на залізничному транспорті. Транкінгові системи радіозв'язку схожі зі стільниковими за рівнем сервісу, але коштують значно дешевше. До їх переваг можна віднести швидкість розгортання, компактність обладнання, можливість побудови власних невеликих радіосистем підприємств. На відміну від стільникових, транкінгові системи дозволяють вести переговори без виходу до часто

перевантаженої міської телефонної мережі, мають такий важливий режим, як груповий виклик, підтримують дуплексний зв'язок та роумінг. Крім того, всередині однієї транкінгової мережі забезпечується передача пейджингових повідомлень безпосередньо від абонента до абонента. Але у транкінгових систем є певні недоліки. При децентралізованій організації зв'язку збільшення кількості каналів та завантаженість системи значно збільшує час пошуку вільного радіоканалу. Їм також властива неефективність використання частотного спектра та слабка захищеність інформації. Одним із ключових недоліків, що обмежує використання транкінгових систем, є орієнтованість на передачу речової інформації, тобто невеликих обсягів даних. Тому існує необхідність у використанні ефективних методів стиску інформації, що дозволили б передавати більші обсяги інформації по існуючих лініях зв'язку.

УДК 621.391.2

О.П. Батаєв, С.В. Поляков
O.P. Batayev, S.V. Polyakov

**РЕКУРЕНТНИЙ МЕТОД РОЗРІШЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ
ІСТОТНО РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ**

**RECURSIVE METHOD PERMITS BROADBAND SIGNALS SIGNIFICANTLY
DIFFERENT INTENSITY**

Особливості обробки і, зокрема, питання розрішення широкосмугових

шумоподібних сигналів (ШШС), вживаних у стандартах безпроводного доступу Wi-Fi,

WiMax, LTE і інших для передачі даних по каналах зі змінною структурою (завмираннями), досліджені недостатньо повно.

Особливо це стає актуальним при стрімкому зростанні нині різних типів радіозасобів, що вимагає забезпечення вимог до їх функціонування з урахуванням електромагнітної сумісності.

На основі алгоритму Зейделя, відповідно до якого оцінка неенергетичних параметрів i -го сигналу ($\hat{\tau}_i$ - часова затримка, $\hat{\Omega}_i$ - частотний зсув) і комплексна амплітуда \hat{A} знаходяться як межа певної рекурентної послідовності, запропонований рекурентний метод розрішення

ШШС істотно різної інтенсивності з використанням погодженої фільтрації.

При цьому методі обробки корисних сигналів можна забезпечити надійне виділення слабких сигналів при їх маскуванні бічними пелюстками потужніших сигналів.

Цей метод розрішення ШШС може бути використаний при розробленні рекурентних процедур розрішення для різного об'єму апріорної інформації про розрешувальну групу сигналів, що задовольняє необхідній умові "віддільності" при дії як адитивних, так і мультиплікативних завад.

УДК 621.391

М.О. Колісник
М.О. Kolisnyk

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ МЕРЕЖІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

ANALYSIS OF THE DIGITAL DEVICE DATA NETWORK FUNCTIONING

При організації сучасних мереж передачі даних виникає задача забезпечення їх високої надійності. Використання промислових маршрутизаторів, які є складними відмовостійкими багатомодульними апаратно-програмними системами з можливістю реконфігурації, має призводити до безперервної надійної роботи мережі з обмеженою кількістю помилок. Але статистичні дані, зібрані з маршрутизаторів, з'єднаних між собою лініями зв'язку, свідчать про суттєве збільшення кількості помилок передачі даних, які призводили до виникнення відмов вже після 5 років експлуатації.

Помилки, що виникають у мережі передачі даних, можуть виникати з деяких причин: неправильне функціонування приймача і передавача, несправність

модемів, несправність кабелю, завади і шуми, помилки програмного забезпечення, відмови вентиляторів, що призводять до перегріву компонентів системної плати та їх відмов.

При цьому інформації про те, який саме тип помилок з перелічених вище викликав збільшення імовірності помилок передачі даних та відмови маршрутизаторів, не достатньо. Для її уточнення доцільно вживати додаткові заходи з вимірювань параметрів, провести аналіз статистики відмов. Різні причини відмов призводять до виникнення різних гіпотез виникнення відмов. Тому для оцінки імовірності виникнення відмов цифрових пристроїв передачі даних в умовах повної невизначеності доцільно використовувати теорему Байєса.

УДК.625.391

*Є.В. Короткіна
E.V. Korotkina*

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ІТЕРАТИВНОГО
ТА КАСКАДНОГО КОДУВАННЯ – ДЕКОДУВАННЯ**

**THE COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF ITERATIVE
AND CASCADE CODING – DECODING**

Ефективним засобом приведення параметрів у сучасних цифрових системах до бажаного співвідношення між достовірністю передачі, необхідною потужністю і пропускнуою спроможністю є використання завадостійкого кодування. Слід зазначити, що порівняно новий тип кодів для виправлення помилок, які виникають при передачі цифрової інформації по каналах зв'язку з шумами, є турбокоди. Їх розроблення розвивається за двома напрямками: згорткові, які утворені шляхом паралельного з'єднання двох або більше згорткових кодерів, і блочні, утворені шляхом послідовного з'єднання двох або більше блочних кодерів. Перевага турбокодів полягає у тому, що вони допускають ітеративну процедуру декодування, в якій на кожній ітерації за допомогою простих процедур декодування аналізуються дані, які належать до простих парціальних кодів.

В результаті проведення порівняння характеристики ітеративного декодування двовимірного блочного турбокоду на основі парціальних кодів Хеммінга (64, 57) з перевіркою на парність у каналі з білим гаусевим шумом і характеристики роботи схеми каскадного кодування, в якій для внутрішнього коду застосовується згорткове кодування і декодування за алгоритмом Вітербі, а для зовнішнього – коди Ріда – Соломона, виявлено, що від використання турбокодування енергетичний виграш складає від 2 до 4 дБ.

Це дозволяє збільшити дальність зв'язку на 40 %, потужність передавача може бути зменшена у 2 рази при інших рівних умовах, або дозволений коефіцієнт шуму приймача може бути збільшений на 3 рази. Оскільки коефіцієнт підсилення і ефективна площа антени пов'язані, також можна скоротити розмір антен, що приймають або передають.

УДК 629.4.083:629.424.2

*М.М. Бабаєв, В.С. Блиндюк, А.П. Зубко
M. Babaev, V. Blyndiuk, A. Zubko*

**ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ
ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**OPTIMUM CONTROL OF THE TRACTION ELECTRIC DRIVE OF
A DIRECT CURRENT**

Автоматична система оптимального керування тяговим електроприводом постійного струму повинна включати в себе пристрій регулювання струму тягового

електричного двигуна. Найбільш поширеними засобами такого регулювання є різновиди дискретного методу, зокрема – реостатного. Слід зазначити, що дискретне

регулювання призводить до різких змін струму, наслідком цього є зменшення ресурсу електромеханічних вузлів МРС та погіршення комфорту пасажирів. Для усунення цього недоліку в сучасному рухомому складі застосовується більша кількість позицій дискретного регулювання або виконується тиристорне регулювання струму при широтно-імпульсній модуляції виконавчого пристрою. Але використання цих засобів приводить до збільшення гармонік тягового струму, які негативно впливають на електричну мережу та пристрої СЦБ. З іншого боку, наразі існують потужні транзистори (наприклад, IGBT, які на відміну від ключових

елементів – тиристорів, дозволяють виконувати аналогове регулювання тягового струму з мінімальною кількістю гармонічних складових. Розглянуто математичну модель вагона електропоїзда, що реалізована з використанням пакетів моделювання безперервних систем. Розроблена математична модель електропоїзда відрізняється універсальністю й дозволяє виконати оптимізацію процесів пуску залежно від профілю колії, завантаження вагонів, що реалізується в програмно-апаратному обладнанні, що входить до складу системи керування.

УДК 629.4.083:629.424.2

В.С. Блиндюк
V. Blyndiuk

АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КОМУТАЦІЇ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

AUTOMATIC QUALITY ASSURANCE OF SWITCHING OF THE TRACTION ELECTRIC MOTOR

Взаємопов'язаність електромагнітних процесів у електродвигунів постійного струму дає підстави вважати, що явища, які мають місце в процесі комутації створюють у струмі живлення специфічні складові, які містять інформацію як про ці явища, так і про характер комутації окремих секцій або їх груп. Відомо, що в основі вказаних явищ лежить змінні в часі контактні опори щіток та пластин колектора, які, строго кажучи, мають ймовірнісний характер, обумовлений випадковістю кількості точок мікроконтакту. Однак у макромасштабі опори контактів досить точно визначаються відомими детермінованими співвідношеннями для перехідних опорів. З огляду на особливу важливість, яку має контроль ступеня іскріння щіток для правильної експлуатації електродвигуна, набуває суттєвої важливості розгляд

питання про інформативність живильного струму з точки зору отримання відомостей про іскріння двигуна. На цьому шляху слід розв'язати низку таких проміжних задач:

- побудова адекватної розв'язуваної задачі схеми заміщення електродвигуна з урахуванням джерел іскрового процесу;
- побудова математичної моделі іскрового процесу;
- розрахунок іскрової компоненти живильного струму;
- розроблення методів і засобів оцінювання ступеня іскріння електродвигуна за результатами оцінки параметрів цієї компоненти.

Розв'язання цих проміжних задач дозволить визначити ступінь іскріння електродвигунів постійного струму безпосередньо в ході експлуатації без їх препарування в ремонтних підрозділах.

УДК 621.391:681.518

*М.Г. Давиденко, В.О. Сотник
M. Davydenko, V. Sotnyk*

ПРЯМА ЛІНІЯ ТА ВІДГАЛУЖЕННЯ ЯК ЗВ'ЯЗАНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ЛІНІЇ

STRAIGHT LINE AND BRANCHES AS THE CONNECTED ELECTRIC LINES

При збільшенні швидкостей та інтенсивності руху поїздів відбувається викривлення сигналів числових кодів сучасних систем автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН), що знижує ефективність їх роботи і, як наслідок, – відмов існуючих пристроїв АЛСН. Це потребує впровадження нових методів та засобів їх удосконалення. Розглянуто математичну модель «локомотивна котушка – рейка», яка є більш адекватною реальним геометричним формам та просторовому розташуванню

взаємодіючих елементів, що дозволило провести аналіз особливостей індуктивного зв'язку рейок та локомотивних котушок системи АЛСН на ділянці стрілкового переводу. Отримано співвідношення, що забезпечують аналітичний зв'язок взаємної індуктивності котушки із шириною рейки. Встановлено, що на тих підділянках стрілкового переводу, де ширина рейок зростає, величина взаємної індуктивності локомотивної котушки з відповідною рейкою зменшується при розширенні останньої.

УДК 621.391:681.518

*О.М. Ананьєва
O.M. Ananyeva*

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОДАТКОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОЗНАК СТАНУ РЕЙКОВОЇ ЛІНІЇ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНИХ КОЛІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

RESEARCH OF ADDITIONAL INFORMATION SIGNS OF THE CONDITION OF THE RAIL LINE AT THE EXPENSE OF IMPROVEMENT OF CONTINUOUS TRAVELLING CONVERTERS

На залізничному магістральному транспорті та метрополітенах України і країн СНД широке застосування у системах безпечного керування рухом поїздів знаходять пристрої контролю стану залізничних ділянок та визначення місцезнаходження рухомого складу – безперервні колійні перетворювачі (БКП).

Найбільш перспективними з усіх існуючих БКП є безстикові тональні рейкові кола (ТРК). Колійні перетворювачі відносяться до пристроїв залізничної автоматики, що безпосередньо впливають

на безпеку руху поїздів та експлуатаційні показники перевізного процесу. Вони експлуатуються у складних умовах, при цьому на їх функціонування впливає ряд дестабілізуючих чинників, до основних з яких можна віднести збурення від тягового струму, грозових розрядів, високовольтних ліній електропередач та ін. Тому підвищення безпечності та надійності роботи БКП в таких складних умовах експлуатації є вкрай важливим. Становить інтерес дослідження можливості виявлення за рахунок удосконалення БКП додаткових

інформаційних ознак, за якими можливе прийняття достовірного рішення про стан рейкової лінії, визначення параметрів руху поїзда (швидкість та прискорення) та параметрів поїздів. Такі інформаційні

ознаки є важливими для удосконалення систем інтервального регулювання рухом поїздів (ІРРП) для ділянок залізниць із змішаним рухом составів різних категорій.

УДК.621.391:681.518

В.О. Сотник
V. Sotnyk

СПЕЦИФІКА ПОШИРЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО СИГНАЛУ В СТІЛОЧНІЙ ДІЛЯНКІ РЕЙКОВОЇ ЛІНІЇ

SPECIFICITY OF DISTRIBUTION OF A PULSE SIGNAL IN ARROW SITE OF A RAIL LINE

Підвищення безпеки руху поїздів потребує подальшого удосконалення систем автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) та авторегулювання. У той же час, аналіз умов експлуатації сучасних систем АЛС показує, що на їх роботу суттєво впливають різні зовнішні фактори, а типові системи АЛС мають обмежену надійність. Відмови в роботі обумовлено двома причинами. Однією з них є несправності локомотивних приладів АЛС, іншою – викривлення кодових сигналів за рахунок завад тягового струму або недосконалість схем кодування рейкових кіл. Викривлення кодових сигналів залежить від рівнів тягових струмів, швидкості руху й багатьох інших причин. Крім того, існуючі системи АЛС

мають низьку інформативну здатність. Цей недолік значною мірою проявляється із збільшенням швидкостей та інтенсивності руху. Тому проведення подальших досліджень цього впливу з метою підвищення надійності існуючих систем АЛС є актуальною задачею.

Розглянуто математичну модель каналу передачі сигналів числових кодів АЛСН, яка дозволяє визначити аналітичну часову залежність струму, що протікає крізь шунт при його русі на ділянці залізниці. Розглянуто стрілочну ділянку рейкової лінії відповідно до її електромагнітних властивостей, що обумовлені локальними елементами конструкції. Отримано математичний вираз, що моделює реальний струм рухомого шунта.

УДК 656.259.1

А.А. Прилипка
А.А. Prylypko

ВИБІР МАТЕРІАЛУ ОСЕРДЯ ДЛЯ ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ

A CHOICE OF MATERIAL IS CORE FOR POINT TRAVEL SENSORS

Осердя колійного датчика має розмір, форму та зроблене з певного матеріалу. Усі ці параметри залежать, як правило, від зв'язуючої, енергії яка застосовується для

виявлення колісної пари в зоні спрацювання точкового колійного датчика (ТКД), конструкції та частоти струму, який протікає в котушці датчика.

Найпоширенішими видами є ТКД з феромагнітним осердям, але часто взагалі як такого осердя не існує.

Найбільш перспективними для ТКД є листові леговані електротехнічні сталі. Ця сталь є сплавом заліза з кремнієм, зміст якого в ній 0,8 – 4,8 %.

Кремній вводиться в залізо у вигляді феросиліцію (сплав силіциду заліза FeSi із залізом). Кремній реагує з киснем, відновлюючи залізо із його оксидів FeO та створюючи кремнезем SiO₂, який переходить частково в шлак.

Незважаючи на те що індукція насичення Bs заліза із збільшенням кремнію в ньому значно підвищується та досягає при 6,4 % кремнію великої величини (Bs = 2800 гс), все ж кремнію вводять не більше 4,8 %. Збільшення вмісту кремнію більше 4,8 % призводить до того, що сталі набувають підвищеної крихкості, тобто механічні властивості їх погіршуються. Листи виготовляють плющенням сталевих зливок в холодному або гарячому стані. Тому розрізняють холодно – та гарячекатану електротехнічну сталь.

Бажано, щоб усі кристали заліза в листі вишикувалися в процесі плющення в ряди по напрямку ребер куба. Це досягається повторними плющеннями листів сталі, із сильним обтисканням (до 70 %) та наступним відпалом в атмосфері водню. Це сприяє очищенню сталі від кисню та вуглецю, а також укрупненню кристалів та орієнтуванню їх так, щоб ребра кристалів співпадали з напрямом плющення. Такі сталі називаються текстурованими. У них магнітні властивості по напрямку плющення вищі, ніж у звичайної гарячекатаної сталі.

Листи текстурованої сталі виготовляються холодним плющенням. Магнітна проникність їх вища, а втрати на гістерезис менші, ніж у гарячекатаних листів. Крім того, у холоднокатаної сталі індукція в слабких магнітних полях зростає сильніше, ніж у гарячекатаної, тобто крива намагнічення в слабких полях розташовується значно вище за криву гарячекатаної сталі. Ця властивість і є вирішальною при відборі марки сталі для осердя в первинному перетворювачі ТКД.

УДК 621.313.175.32

О.Є. Зінченко
E.E. Zinchenko

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ РАБОТИ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОМУТАТОРА ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА

PROVIDING OF RELIABLE WORK OF COMMUTATOR OF SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

Конструкція вентильного реактивного двигуна (ВРД) є синтезом електронного блока керування (комутатора) і електромеханічного перетворювача енергії. Тому розглядати питання підвищення надійності ВРД необхідно з урахуванням роботи цих двох складових частин. Як показує досвід, більшість причин поломок ВРД пов'язано з виходом з ладу комутатора.

Електронний блок керування має забезпечити роботу фази двигуна в режимах прямого вмикання, противмикання і закорочування.

Для забезпечення надійної роботи комутатора необхідно враховувати особливості фізичних процесів, що відбуваються в силових елементах у момент їх вмикання і вимкнення.

До виходу з ладу електронного блока керування можуть призвести такі чинники:

- перевищення допустимого струму у момент вмикання або в аварійному режимі;
- перевищення швидкості наростання струму у момент вмикання або в аварійному режимі;

- перевищення швидкості наростання напруги у момент вимкнення;
- перенапруження у момент вимкнення.

УДК 656.259.1

А.А. Прилипка
А.А. Прылюпка

ВИКОРИСТАННЯ S-ФУНКЦІЙ У SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ НЕТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ АБО ГРУП ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ

THE USE OF S-FUNCTIONS IN THE SIMULINK TO SIMULATE THE OPERATION OF ATYPICAL ELEMENTS OR GROUPS OF ELEMENTS OF ELECTRIC CIRCUITS

Складні електричні системи можуть мати у своєму складі нетипові електричні елементи або групи таких елементів. При моделюванні таких систем за допомогою Simulink може скластися ситуація, коли такі нетипові елементи може бути неможливо змоделювати за допомогою бібліотечних блоків Simulink. Для такого випадку у Simulink передбачено використання S-функцій. S-функції (S-functions) являють собою опис блока на одній з мов програмування MATLAB, C, C++, Ada або Fortran. За допомогою мови програмування можливо описати роботу блока будь-якої складності і після чого підключити його до Simulink-моделі. При моделюванні електричної моделі такий

блок ні чим не відрізняється від бібліотечних блоків Simulink. S-функції підключаються до моделі Simulink за допомогою бібліотечного модуля Simulink «S-function». Також S-функцію можна побудувати за допомогою блока S-Function Builder, при цьому для опису цієї функції застосовується мова програмування C. Перший спосіб має більші можливості для побудови S-функцій, ніж другий спосіб, але за допомогою S-Function Builder S-функції створюються легше та швидше. При розробці моделі електричного кола, з якого складається точковий колійний датчик, був застосований блок S-Function Builder, функцій якого вистачило для моделювання нетипових елементів цього електричного кола.

УДК 656.256.3

І.О. Саяпіна
I.O. Sayarina

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

INCREASED NOISE IMMUNITY TONE TRACK CIRCUITS

Сучасні тенденції щодо підвищення швидкості й інтенсивності руху поїздів, а також збільшення кількості факторів, які негативно впливають на роботу рейкових

кіл (РК), – все це потребує підвищення завадостійкості та надійності апаратури РК з метою забезпечення безпеки процесу перевезень.

Збільшення кількості завад, що діють на рейкові кола, пояснюється збільшенням використання автономних поїзних джерел електропостачання, централізованого енергопостачання вагонів з рейковою лінією в якості зворотного провода, використанням тиристорно-імпульсного регулювання напруги тягового двигуна локомотива, впровадженням важковагоних поїздів та нового перспективного електрорухомого складу з сучасними видами тягових перетворювачів.

У доповіді розглянуто можливість використання імітаційного моделювання

для дослідження завадостійкості апаратури РК. Для цього проведений аналіз основних видів завад, що впливають на РК, а також ступінь їх впливу залежно від величини асиметрії опору рейкових ниток, частотного діапазону та величини діючого значення завади.

В результаті запропоновано спосіб підвищення завадостійкості РК, який дозволяє уникнути спрацьовування колійного реле від завад під час інтервалу між кодовими послідовностями контролю стану тонального РК.

УДК 681.586.782

В.Ю. Гребенюк

V.Y. Grebenuk

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОБОТИ ІНДУКТИВНО-ДРОТОВОГО ДАТЧИКА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

MODELLING OF INDUCTIVELY-WIRE SENSOR USING NEURAL NETWORKS

В нинішніх умовах постійного зростання вимог щодо забезпечення безпеки руху поїздів актуальним є застосування індуктивно-дротових датчиків (ІДД) як датчиків визначення вільності або зайнятості контрольної ділянки колії рухомою одиницею. Широко застосовуються ІДД у системах автоведення поїздів, де вони гарантують наявність достовірної інформації про стан контрольної ділянки колії; на сортувальних гірках їх використовують у системах гіркової автоматичної централізації та контролю заповнення колій.

Для подальшого дослідження ІДД з метою їх удосконалення доцільно застосувати один з найпотужніших інструментів, який має високі

обчислювальні можливості і виняткові властивості, – нейронні мережі. Моделювання з використанням нейронних мереж дозволяє автоматизувати процес математичних розрахунків, а також значно знизити витрати на створення конструктивної моделі.

У доповіді розглянуто реалізацію ІДД на основі нейронних мереж, завдяки чому з'являється можливість відтворення та аналізу роботи датчика під впливом різних факторів. Імітація роботи ІДД за допомогою нейронних мереж дозволяє отримати бажаний результат шляхом узагальнення накопичених знань і швидше обробити отриману інформацію, за рахунок чого стає можливим покращення якісних показників датчика.

УДК 621.395

В.В. Нарожний, Г.Є. Григор'яни
V.V. Narozhnyy, G.E. Grigoryanc

**ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ РУХОМОГО ЗАЛІЗНО-ДОРОЖНЬОГО
ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕДАЧУ ДАНИХ ПО WI-FI**

**STUDY THE INFLUENCE OF MOVABLE RAILROAD TRANSPORT ON DATA
COMMUNICATION WI-FI**

Для вдосконалення організації безпеки праці на залізничному транспорті та підвищення контролю за дотриманням вимог охорони праці розробляється система диспетчерської індивідуальної інформатизації на базі сучасних інформаційних і телекомунікаційних мобільних технологій.

Комунікаційні мобільні технології вже мають широкий спектр використання в життєдіяльності людини. Смартфон – багатофункціональний сучасний мобільний телекомунікаційний пристрій, який швидко займає ринок мобільного зв'язку. Використовуючи вбудовані функції Wi-Fi та GPS, можна значно удосконалити систему «людина на шляху» та знизити травматизм працівників залізниці. Застосувавши ці технології на залізниці, можна не тільки підвищити безпеку, але й підвищити трудову дисципліну, оскільки кожного працівника завжди буде видно на

екрані монітора чергового по станції або диспетчера ділянки.

Важливим питанням залишається ступінь впливу на покриття Wi-Fi залізничного транспорту, що проходить станцією.

Android є найпоширенішою платформою, установлюваною на смартфони, і становить до 60 % ринку. Для досліджень впливу залізничного транспорту на покриття Wi-Fi пропонується написати програмне забезпечення та провести відповідні вимірювання сигналу в реальному масштабі часу при проходженні залізничного транспорту між джерелом і приймачем сигналу.

Ці дослідження визначають ступінь впливу перешкод, які викликаються залізничним транспортом на Wi-Fi. Це дозволить намітити цілі та завдання для подальших досліджень.

УДК 681.31

В.Б. Сытник, В.А. Брыксин, В.С. Михайленко
V.B. Sytnik, V.A. Bryksin, V.S. Mikhaylenko

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ И СТРУКТУРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В АДАПТИВНЫХ
СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ**

**A PARAMETRIC AND STRUCTURAL IDENTIFICATION IN ADAPTIVE TRAIN
CONTROL SYSTEMS**

Повышение скорости движения поездов – сложная проблема, которая нуждается в комплексном развитии всех компонентов железнодорожной инфраструктуры. В

настоящее время особую актуальность приобретает необходимость обеспечения траектории оптимального по энергопотреблению пуска (торможения)

поезда с минимальным количеством переключений исполнительных механизмов (ИМ) при заданных ограничениях.

Подвижной состав (ПС), как органичная составляющая комплексной системы управления, с развитием новых информационных технологий требует роста качества автоматизации процессов. Однако эффективность применения автоматических устройств и систем зависит не только от степени оснащения ими электропривода ПС, но и в значительной степени определяется качеством алгоритмов идентификации и автоподстройки устройств управления, степенью оптимальности их параметров настройки при изменениях характеристик объекта управления и помех переменной интенсивности, которые существенно снижают качество работы систем управления ПС.

Улучшение качественных характеристик систем автоматического управления ПС связано с необходимостью идентификации и адаптации, с обеспечением

безопасности и здоровьем обслуживающего персонала, высоким быстродействием оборудования и замедленной реакцией операторов.

Электрической моделью поезда может служить последовательность аperiodических звеньев с различными постоянными времени и статическими коэффициентами передачи. Звенья с большими постоянными времени могут заменяться звеньями с меньшими постоянными времени. Число звеньев с меньшей постоянной времени может быть равно наибольшему целому от деления наибольшей постоянной времени модели на наименьшую, соответствующую модели самого легкого вагона.

Таким образом, число звеньев (структура) модели является величиной переменной, а их изменение учитывается в адаптивных системах управления путем коррекции текущих параметров настройки регуляторов. В цифровых системах управления данная методика легко реализуется программным способом.

УДК 519.682.1

Т.О. Чуян
T.O. Chuyan

ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ЗАПИТІВ У БАЗАХ ДАНИХ НА ОСНОВІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО НАЙМЕНШЕ ПОКРИТТЯ

IMPROVING EFFICIENCY PROCESSING REQUEST IN DATABASES, THAT ARE BASED ON QUESTIONS ABOUT MINIMAL COATING

У наш час на українській залізниці однією з невирішених проблем є питання швидкодії баз даних (БД). Загалом це стосується різновидного пошуку інформації (так звана обробка запитів інформації) у структурах БД.

Поняття БД можна застосувати до будь-якої інформації, в якій існують пов'язані за певною ознакою елементи, що зберігаються та організуються особливим чином – як правило, у вигляді таблиць. По суті, БД – це певна подоба електронній

картотеці, електронного сховища, яке зберігається в комп'ютері у вигляді одного або декількох файлів.

Комп'ютеризована інформаційна система являє собою програмний комплекс, завдання якого полягають у підтримці належності зберігання БД в комп'ютері, виконання перетворень інформації і відповідних обчислень, наданні користувачам зручного і легко освоюваного інтерфейсу. Традиційно обсяги інформації, з якими доводиться мати справу таким

системам, досить великі, а самі БД мають досить складну структуру.

Саме з цих причин на даний момент постає гостре питання про підвищення оперативності обробки запитів у базах даних.

Інформація, що була отримана в інформаційно-статистичному центрі (ІСЦ) південної залізниці, надає такі результати. Кожного місяця обсяги інформації БД укрзалізниці збільшуються на 100-120 Гб. Для швидкої обробки запитів слід практично щодня здійснювати архівацію інформації. Доступ до архівів, при запитах, також можливий, але операції відбуваються в рази повільніше, ніж при запитах до відкритої інформації. Як показує практика, обробка запиту і виведення потрібної інформації різного обсягу, що зберігається

в архівах, може здійснюватися як протягом декількох хвилин, так і до півгодини, що дуже знижує працездатність ІСЦ.

Оптимізацію швидкодії обробки запитів можна здійснити за допомогою вдосконалених методів розв'язання задач про найменше покриття, застосувавши їх до баз даних, впроваджених на ІСЦ Південної залізниці. Цю задачу можна здійснити, представивши структуровану БД у вигляді масивів n , які містять m записів, у яких слід знайти потрібну інформацію, переглянувши мінімальне число масивів. На базі цього методу була реалізована програма знаходження найменшого покриття у прямокутних матрицях. Як результат, даний метод підвищить оперативність обробки запитів у базах даних.

УДК 004.4:656.2 (477)

О.О. Пархоменко

O.O. Parkhomenko

ВЕРИФІКАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

VERIFICATION SOFTWARE

Широко використовується впровадження мікропроцесорної апаратури в системах управління залізничним транспортом, це тягне за собою широке використання програмного забезпечення в цих системах. Ясно, що з точки зору безпечних відмов виникають більш жорсткі вимоги до програмного забезпечення. Помилки програмного забезпечення можуть призводити до небезпечних відмов, що призводить до людських жертв і матеріальних збитків. Таким чином, удосконалення методів розробки ПЗ дають можливість створити все більш складні системи, необхідні державним організаціям, таким як Укрзалізниця.

Боротьба з дефектами і помилками в програмному забезпеченні можлива за допомогою його верифікації. В ході її виконання перевіряється взаємна узгодженість всіх етапів розробки – проектної та

користувача документації, вихідного коду, конфігурації розгортання, – також її відповідність вимогам до даної системи і нормам застосованих до неї стандартів.

Актуальність впровадження верифікації програмного забезпечення на транспорті дуже велика, оскільки дефект програмного забезпечення, використовуваного на вузлах з високою інтенсивністю руху, може призвести до критичних відмов колійного обладнання, в серверних відділеннях збору та обробки інформації, призведе до втрати зв'язку з об'єктами управління та інших відмов апаратури, працюючої під управлінням програмного забезпечення. Програмне забезпечення, яке пройшло верифікацію, буде працювати надійно та коректно. Тим самим підвищиться ефективність роботи комп'ютеризованих систем збору та обробки інформації, контролю та діагностики.

**ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ – ОСНОВА НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
ФАХІВЦІВ ІТ НАПРЯМКУ**

**SOFTWARE TOOLS - BASIS OF SCIENTIFIC AND INNOVATION SPECIALIST
IT TOWARDS**

Наукові дослідження переконливо доводять перспективність одного з напрямків інноваційної діяльності в транспортному комплексі, яким є імпортозаміщення. Саме розробка вітчизняних аналогів імпортного обладнання дозволяє точно оцінити фактичні обсяги ринку та базовий набір функцій обладнання, що розробляється. Обов'язковим компонентом сучасних автоматизованих інформаційно-вимірювальних стендів для контролю технологічних норм електричних та часових параметрів спеціалізованих реле є програмне забезпечення.

Виробництво апаратних засобів стендів потребує значної матеріальної бази та числених процедур дрібних закупівель, а розробка програмного забезпечення вимагає наявності нематеріальних активів та персоналу високої кваліфікації. Тож умови для розробки останнього найбільш прийнятні в умовах кафедри. Розробка програмного забезпечення для використання на різних апаратних платформах під керівництвом різних операційних систем обумовило вибір та застосування сучасної мультипарадигмової

мови програмування С# згідно із стандартом ЕСМА-334.

Дослідженням встановлено моделі організації даних, певну логічну структуру даних та зв'язки між модулями, що управляють читанням, записом та обробкою даних. Для реалізації програмного забезпечення обґрунтовано реляційну, багатовимірну, об'єктно-орієнтовану модель даних із зв'язками, описаними за допомогою впорядкованого графа з мінімальною надмірністю. Будується з використанням розробленого програмного забезпечення інформаційна система обробки послідовних транзакцій з можливістю її подальшого удосконалення до системи підтримки прийняття рішення працівниками залізничного транспорту. Встановлені компоненти діалогу програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем обслуговуватимуть отримання, подання та логіку надання даних. До компонентів управління даними віднесені модулі обслуговування бази даних та обслуговування файлової системи. Дослідженням встановлено ступінь відношення n , отримані діапазони елементів кортежів a_1, a_2, \dots, a_n з атрибутами домену D_n .

УДК 681.321

I.V. Piskacheva, M.O. Kolisnyk
I.V. Piskacheva, M.O. Kolisnyk

НАДІЙНІСТЬ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

RELIABILITY OF SOFTWARE MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEMS

Для забезпечення технологічної безпеки мікропроцесорних систем управління (МСУ) пристроями електропостачання залізничного транспорту має бути організовано застосування сучасних автоматизованих технологій та засобів, що забезпечують виключення або попередження багатьох видів дефектів і помилок при створенні та модифікації програмних засобів (ПЗ). Розроблення і супровід складних ПЗ на базі CASE-технологій дозволяє усувати найбільш небезпечні системні та алгоритмічні помилки на ранніх стадіях проектування, а також використовувати неодноразово перевірені в інших проектах програмні та інформаційні компоненти високої якості. Контроль якості ПЗ, які створюються та модифікуються, має супроводжувати весь життєвий цикл МСУ за допомогою автономної технологічної системи забезпечення якості та безпеки їх застосування. Попередження помилок та дефектів повинне підтримуватися високоякісною документацією в процесі створення ПЗ, які використовуються у МСУ. Безпека застосування ПЗ безпосередньо залежить від повноти тестів і адекватності генераторів тестів реальним об'єктам зовнішнього середовища й умовам експлуатації. Реєстрація виявлених дефектів і узагальнення їх характеристик

може служити базою для оцінки досягнутого рівня надійності та безпеки ПЗ при допустимих витратах.

Системи оперативного захисту призначені для виявлення і блокування поширення негативних наслідків прояву дефектів і зменшення їх впливу на безпеку функціонування ПЗ без усунення первинних їх джерел. Для цього в МСУ вводиться часова, програмна й інформаційна надмірність, що здійснюють оперативне виявлення аномалій, їх ідентифікацію й автоматичне відновлення нормального функціонування МСУ. Необхідна надійність і безпека ПЗ забезпечуються за рахунок засобів підвищення завадостійкості, оперативного контролю і відновлення функціонування програм і баз даних. Забезпечення безпеки МСУ при супроводі й розвитку версій ПЗ має ряд особливостей, обумовлених локальним характером внесення змін, створенням тільки частини нових компонентів і ретельною апробацією попередніх версій, а також оцінкою їх якості.

Тільки спільне застосування всього арсеналу засобів забезпечення алгоритмічної й програмно-технологічної безпеки дозволяє досягати високої якості ПЗ, необхідних для їх застосування в МСУ пристроями електропостачання.

**ВЗАЄМОДІЯ ПЛОСКОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ
З ДИФРАКЦІЙНИМИ РЕШІТКАМИ З МЕТАМАТЕРІАЛУ**

**CO-OPERATING OF FLAT HERTZIAN WAVE WITH A DIFFRACTION GRATE
FROM METAMATERIALS**

Дифракційні решітки, що вироблені із метаматеріалу, знаходять широке використання у різних системах прийому та передачі електромагнітного випромінювання терагерцового діапазону. Особливий інтерес ці дифракційні структури становлять у галузі оптоелектроніки та нанотехнологій. Вони використовуються у приладах оптоелектроніки для поліпшення характеристик монолітних та немонолітних твердотілих лазерів, є складовими елементами фільтрів, інтерферометрів, мультиплексорів, дуплексорів, модуляторів та ін. Важливим є використання незвичайних властивостей таких решіток, а також вивчення фізичних особливостей хвиль, що розповсюджуються, та виявлення нових властивостей цих незвичайних структур. Фізичні явища, які протікають у таких системах, досліджуються в теорії дифракції, яка у свою чергу належить до електродинаміки, центральна увага в якій відводиться рівнянням Джеймса Клерка Максвелла. Вони дають найзагальніший опис класичним явищам електродинаміки, тобто є повною системою диференціальних рівнянь електродинаміки. Проте в загальному вигляді ці диференціальні рівняння виявляються досить складними в

дослідженні та інтегруванні, тому, зважаючи на таку складність, виділяють різні окремі випадки, яким відповідають різноманітні напрями в електродинаміці. Одним з наслідків рівнянь Максвелла є рівняння Гельмгольца. Тому виникає деякий підклас задач, які полягають в інтегруванні рівняння Гельмгольца, що становить головний інтерес в теорії дифракції електромагнітних полів.

Ця науково-технічна робота була спрямована на вирішення задачі про дифракції плоскої H_x – поляризованої хвилі на решітках, що складаються з магнітодіелектричних брусків прямокутного поперечного перетину. Така задача вирішується для довільних співвідношень між довжиною хвилі, що падає, і геометричними розмірами решітки. В результаті багаторазових розрахунків на ЕОМ були досліджені залежності коефіцієнтів відображення і проходження просторових гармонік поля від хвильового параметра і кута падіння для різних значень матеріальних параметрів середовищ. Розглянуті випадки однохвильового і багатохвильового розповсюдження гармонік поля, правосторонніх і лівосторонніх середовищ і їх комбінацій.

УДК 681.5.033:656.2

В.С. Меркулов, І.Г. Бізюк
V.S. Merkulov, I.G. Biziuk

**ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ РЕГУЛЮВАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ
 ПРИ ПЛАНУВАННІ ВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗВАНТАЖЕННЯ**

**FORMALIZE THE PROCESS OF ADJUSTING OBTAINING REFERENCE
 TO PLANNING LOADING AND UNLOADING**

В докладі пропонується розраховувати нормативні показники $\{x_i^{jk}\}$ на підставі відомих до моменту планування факторів, що впливають: основних $\{U_n\}$ - , $n = 1, 2, \dots, N$ та додаткових - $\{V_l\}$, $l = 1, 2, \dots, L$, де N і L – відповідно чисельності цих факторів.

Позиційно-впорядкована сукупність факторів (ситуація) (Φ_l^U, Φ_l^V) являє собою відому до моменту планування інформацію, що дає можливість більш точного прогнозу $\{x_i^{jk}\}$. З додаткових факторів використовуються порівняно добре досліджені календарні особливості планового періоду $(\bar{\Phi}_l^V)$ й погодні умови $(\bar{\bar{\Phi}}_l^V)$ (статистика при розвантаженні).

Будемо вважати, що

$$\Phi_l^V = (\bar{\Phi}_l^V, \bar{\bar{\Phi}}_l^V). \quad (1)$$

Вихідна ситуація:

$$(\Phi_l^U, \bar{\Phi}_l^V, \bar{\bar{\Phi}}_l^V) \quad (2)$$

Кількісні характеристики й відповідні їм значення прогнозованих показників становлять кортеж досвіду. Чим точніше обраний кортеж, тим об'єктивніше буде отримане регулювальне завдання.

Кортежі за L передпланових періодів утворюють масив досвіду:

$$\left\{ \Phi_l^U, \bar{\Phi}_l^V, \bar{\bar{\Phi}}_l^V, x_i^{jk} \right\}, l = 1, 2, \dots, t-1 \quad (3)$$

Стохастичний зв'язок між x_i^{jk} і кожним фактором з виразу (1) більш точно описується в межах зміни факторів. При встановленій формі зв'язку припустимо використовувати лише ті статистичні дані, які реалізовані у вихідних ситуаціях. Тому принципова особливість пропонованої процедури одержання планів – побудова функції зв'язку прогнозованих показників не з усіма елементами масиву (2), а лише з елементами кортежів, близьких стосовно ситуації на початку планового періоду.

УДК 681.5.033:656.2

В.С. Меркулов, О.В. Чаленко
V.S. Merkulov, O.V. Chalenko

ЕВРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ ДЛЯ БРОКЕРА РЕСУРСІВ У GRID СИСТЕМАХ

**HEURISTICS DISTRIBUTION PROBLEMS FOR BROKERS RESOURCES
 IN GRID SYSTEMS**

Брокерові відомий лише максимальний час виконання завдання (а не час його виконання). Таким чином, він

приймає рішення про розміщення завдання, ґрунтуючись на неповній інформації про

точне число необхідних ресурсів і верхню межу часу виконання.

В середовищі GRID обчислювальні ресурси можуть змінювати продуктивність, комунікаційні з'єднання, пропускну спроможність і так далі.

Різні критерії оптимізації (загальна продуктивність, ціна, загальний час виконання, пропускну спроможність і т.ін.) можуть бути обрані як цільова функція для визначення ефективності політики розподілу.

У всіх випадках кластер (локальний планувальник) розміщує задачу, використовуючи евристику «лівий нижній кут» (у порядку надходження задач). У випадках CHEAP-SORT, MCT-SORT евристики використовують препроцесорне сортування задач за зменшенням їх ширини (ширина задачі j – це число необхідних процесорів p_j).

Досліджуємо залежність ефективності розподілу від співвідношення великих,

середніх і маленьких завдань. Вартість розподілу визначається як

$$\sum_{j=1}^m K_j Q_j, \quad \text{де} \quad Q_j = \sum_{i \in I^{-1}(j)} I_i \quad i$$

$I^{-1}(j)$ визначає число задач, розподілених на кластер j .

Обчислювальні експерименти показують, що запропонована ієрархічна система незалежних брокерів може виробляти ефективний розподіл, навіть якщо вона використовує порівняно прості алгоритми розподілу. Досягнута щільність розподілу складає як мінімум 75 %. Показано, що препроцесорний крок, коли завдання сортуються по ширині, покращує щільність розподілу на 10 %. Додатковим чинником, що впливає на якість розподілу, є співвідношення між великим і дешевим: чим дешевше завдання, тим більше ефективність.

**НАПРЯМОК
«РУХОМИЙ СКЛАД І ТЯГА ПОЇЗДІВ»**

УДК 629.463.62:629.3.015.4

*Р.І. Візняк, А.О. Ловська
R.I. Viznyak, A.A. Lovskaya*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВАГОНА-ПЛАТФОРМИ,
ЩО ЗАВАНТАЖЕНИЙ КОНТЕЙНЕРАМИ ЗА УМОВИ ЗНАХОДЖЕННЯ НА
ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОРОМІ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ**

**FNOESTIGATION OF DYNAMIC FEATURES OF A CONTAINER LOADED
FLAT CAR WHEN TRANSPORTED BY A SEA TRAIN**

З метою підвищення ефективності обігу контейнерних вантажів із залученням морської складової міжнародних транспортних коридорів прогнозується їх перевезення вагонами-платформами (ВПФ) із заходом на залізничні пороми (ЗП).

У зв'язку з тим, що динамічні процеси, які відбуваються з вагонами при перевезенні їх ЗП в умовах хвилювання моря значно відрізняються від звичайних умов експлуатації на магістральних коліях, то з метою забезпечення безпеки руху таких комбінованих перевезень складено математичні моделі переміщень ВПФ, завантаженого контейнерами при перевезенні ЗП.

При складанні першої математичної моделі розглянуто випадок можливих переміщень ВПФ відносно палуби ЗП, другої – випадок жорсткого закріплення ВПФ. Обмеженнями даних моделей є ударна дія морських хвиль на корпус ЗП з ВПФ, які розміщені на його борту, відсутність переміщень контейнерів відносно рами ВПФ.

Вхідні параметри математичних моделей: геометричні характеристики ЗП, гідрометеорологічні характеристики акваторії Чорного моря, координати розміщення ВПФ відносно центру коливань ЗП. У зв'язку зі значними геометричними характеристиками елементів ЗП, для якого проводилися розрахунки, початкові швидкості та прискорення приймалися рівними нулю; для ВПФ же початкове

переміщення визначалося на підставі можливих зміщень елементів візка відносно початкового положення, а початкова швидкість приймалася рівною нулю.

Проведені розрахунки дозволили визначити максимальні прискорення, які приходяться на ВПФ, що розміщений на крайній від фальшборта колії верхньої палуби ЗП з урахуванням його можливих переміщень відносно палуби та встановити, що при висоті морської хвилі 8 м величина прискорення складає близько 1,6g, для ВПФ, який розміщений на головній палубі ЗП, – 0,3g, на трюмній – 0,2g, що в декілька разів перевищують прискорення при звичайних умовах експлуатації вагонів.

Для випадку жорсткого закріплення ВПФ відносно палуби ЗП прискорення склали: для ВПФ, який розміщений на крайній від фальшборта колії верхньої палуби, – 0,25g, головної палуби – 0,21g, трюмної – 0,2g. Отже, з метою зменшення інерційних зусиль, які діють на ВПФ з контейнерами при перевезенні морем, необхідно забезпечити жорстке закріплення його несучої конструкції відносно палуби.

На підставі проведених розрахунків стає можливим оптимізувати розміщення ВПФ, завантаженого контейнерами відносно палуб ЗП, що дозволяє зменшити навантаженість його несучої конструкції при комбінованих залізнично-поромих перевезеннях.

**МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ
З РЕМОНТУ ВАГОНІВ**

**METHODS OF FORMATION OF SCENARIOS OF DEVELOPMENT
OF PRODUCTION SYSTEMS ON REPAIR OF CARS**

За останні роки лінійні процедури та підходи в управлінні виробничими системами з ремонту вагонів показали низьку ефективність та гнучкість в умовах існування стохастичних ринкових процесів. Для використання формально і фактично істинних моделей виробництва потрібним є залучення нових методів аналізу складних систем, які спроможні до урахування варіабельності шляхів розвитку складних систем у часі. До таких методів, враховуючи досвід використання у суміжних наукових галузях, можливо віднести методи нелінійної динаміки, теорії катастроф, синергетики та ін., які повною мірою можуть бути використані і для виробничих систем з ремонту вагонів.

Основою аналізу вказаних виробничих систем є системний підхід, завданням якого є моделювання процесів функціонування системи у часі. Функціонування системи припускає постійну взаємодію утворюючих її елементів. Тобто негативний вплив на одні елементи системи вплине і на показники якісного стану інших елементів системи.

Вважається, що на виробничу систему постійно впливають зовнішні фактори, деякі з яких викликають збурення. Це відповідає потраплянню системи в зону "форс-мажорних обставин", тобто під вплив ненормативних, непередбачених при

проектуваних системи, екстремальних факторів, що можуть мати раптовий характер. За основу моделі береться формально представлена структура системи, що дозволяє детально відтворити всі можливі варіанти поширення зовнішніх впливів за елементами системи. Модель при заданих навантаженнях на деяку множину елементів системи, викликаних різними зовнішніми впливами, визначає темп і терміни досягнення системою граничного стану.

Основне завдання моделювання структурного руйнування системи – з'ясувати, за яких умов система може перейти в критичний стан. (Початкові причини пошкодження системи можуть бути як внутрішніми, так і зовнішніми). Перехід системи в критичний стан означає, що в системі почався процес структурного руйнування, але це не значить, що система остаточно припинила функціонувати. Систему можна вважати такою, що вийшла з ладу, тільки в тому випадку, коли зміни, що відбулися в структурі системи, будуть задовольняти критерії відмови. Тому однією з основних характеристик у моделі структурного руйнування буде служити час структурного руйнування $T_{ср}$, що відтворює тривалість самого процесу структурного руйнування.

УДК 629.4.027.23

С.В. Мямлин, А.В. Кивишева
S.V. Myamlin, A. Kivisheva

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАГОНОСТРОЕНИЯ

NEW TECHNOLOGIES OF CAR BUILDING

XXI в. должен стать веком экономии топливно-энергетических ресурсов и охраны окружающей среды. В связи с этим необходима реализация соответствующих мер по улучшению не только технических, но и экологических показателей подвижного состава.

Одним из рациональных решений было предложение японской компании JR East, разработавшей программу Group Vision. Было учтено, что на электроподвижном составе задачи снижения шума, затрат природного топлива и загрязнения окружающей среды успешно решаются за счет присущих ему особенностей. Поэтому основные усилия были направлены на совершенствование дизельного подвижного состава. Главной же целью было существенное улучшение экологических характеристик. Радикальное решение этой проблемы найдено в применении комбинированного тягового привода с использованием дизельного двигателя и аккумуляторной батареи.

Идею создания гибридного подвижного состава подхватила компания

BOMBARDIER. Ею разработан новый гибридный поезд «MITRAC». После проведения эксплуатационных испытаний оказалось, что использование гибридной системы питания приводит к снижению:

- загрязнения воздуха до 80 %;
- расхода топлива до 40 %;
- уровня шума до 40 %;
- эксплуатационных расходов до 20 %.

До последнего времени сокращение потребления топлива на дизель-поездах и рельсовых автобусах достигалось путем уменьшения массы, улучшения процесса сгорания в двигателях и повышения эффективности тягового привода в целом. Тем не менее энергетические характеристики дизельного подвижного состава оставались примерно на 30 % худшими, по сравнению с электрическим, что усугублялось и худшими экологическими характеристиками. Сейчас же, с идеей использования аккумуляторной батареи в процессе движения, появляется возможность решить многие проблемы, описанные ранее, и выйти на новый уровень обеспечения пассажирских перевозок.

УДК 621.44.3:678-462

А.О. Каграманян, А.В. Онищенко
A.O. Kagramanjan, A.V. Onishchenko

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ З ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИМ МАТЕРІАЛОМ, ЩО ПЛАВИТЬСЯ

FEATURES OF CALCULATION OF HEAT ACCUMULATORS WITH MELTED BY THE HEAT-RETAINING MATERIAL

При аналізі процесів в акумуляторі теплоти (АТ) передбачається, що вся теплота, яка підводиться до АТ при

заряджанні, передається в теплоаккумуляуючий матеріал (ТАМ), а при розряджанні вся теплота, що передана

теплоносієві контуру енергетичної установки, відібрана від акумулятора. Це справедливо, якщо теплові втрати від пристроїв, що підводять та відводять теплоту, малі в порівнянні з втратами теплоти самого АТ. На практиці ж підведення і відведення теплоти здійснюється найчастіше при постійних витратах теплоносія й теплофізичних властивостях системи.

В АТ з ТАМ, що плавляться, процеси заряджання або розряджання відбуваються за рахунок плавлення або затвердіння при фіксованій температурі, причому тверда й рідка фази розділені чіткою границею, обумовленою рівнянням

$$F(x, y, z, t) = 0$$

При цьому:

1) при переході через границю повинна зберігатися нерозривність розподілу температури;

2) на границі повинні зберігатися умови балансу енергії.

Тобто для визначення основних характеристик акумулятора теплоти з фазовим переходом необхідний детальний опис процесів, що відбуваються в акумуляторі, що вимагає урахування механізмів досить тонких фізичних процесів: випромінювання й конвекції в АТ, зміни об'єму при фазових перетвореннях, анізотропних властивостей ТАМ і т.п. На базі таких розрахунків визначаються параметри в кожній точці об'єму акумулятора, що дозволяє проводити всебічні його дослідження.

Для оцінки ж габаритів і основних показників АТ часто використовуються спрощені математичні моделі, у яких вирішується сталість властивостей ТАМ і теплоносія, перенесення тепла тільки в одному напрямку, нехтування теплоємністю ТАМ і ряд інших. Це дозволяє для різних типів акумуляторів одержати залежності, що дозволяють визначити основні їхні параметри.

УДК 621.575.004.15:661.53

Ю.А. Бабіченко
J.A. Babichenko

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ

IDENTIFICATION AND MODELING OF HEAT- AND MASS EXCHANGE PROCESSES

Однією з важливих дільниць відділення синтезу агрегатів серії АМ – 1360, що забезпечують вилучення продукційного аміаку з циркуляційного газу, є дільниця вторинної конденсації. Процес конденсації здійснюється за рахунок охолодження циркуляційного газу в двох випарниках, один з яких включений до схеми роботи двох абсорбційних холодильних установок, що утилізують низькопотенціальну теплоту, а інший – до схеми аміачного турбокомпресорного холодильного агрегату.

Ключовими апаратами абсорбційних холодильних установок, які визначають тиск і температуру вторинної конденсації, є абсорбер та випарник. Розроблені алгоритми статичної ідентифікації для випарника і абсорбера дозволили визначити кількісні та якісні залежності для основних параметрів зв'язку – коефіцієнт термічного опору для випарника, абсорбера і частки активної поверхні процесу масобміну в абсорбері.

Дослідження впливу витрати флегми з випарника на ефективність процесу охолодження дали можливість установити

екстремальний характер залежності та розробити систему супервізорного управління, пошук екстремуму організувати безградієнтним методом крокового типу і використати алгоритм одновимірного пошуку (методи Фібоначчі, «золотого перерізу») цільової функції – температури охолодження циркуляційного газу.

Сумісний розгляд процесів тепло – і масопереносу для промислових абсорберів абсорбційних холодильних установок у широкому діапазоні тисків 0,2 – 0,5 МПа

дозволили встановити кількісні та якісні залежності показників ефективності їх роботи. Особливу цікавість мають залежності за такими показниками, як кількість поглиненого аміаку, частка активної поверхні та тепловий потік від витрати низькоконцентрованого розчину.

Отримані результати дозволяють вивчити вплив теплового навантаження на ефективність роботи абсорбційних холодильних установок та розробити практичні рекомендації щодо підвищення їх холодопродуктивності.

УДК 621.1

I.M. Овсянникова

I.M. Ovsyannikova

ОЦІНКА РОСТУ ТАРИФІВ НА ТЕПЛОВУ ЕНЕРГІЮ В ПОБУТОВОМУ СЕКТОРІ

EVALUATION OF THE THERMAL ENERGY TARIFF GROWTH IN THE DOMESTIC SECTOR

Одним з найважливіших елементів паливно-енергетичного комплексу є тепла енергетика. Ціна – грошове вираження вартості товару (продукції, виробів, робіт, послуг), тобто та кількість (сума) грошей, яку покупець платить за товар. У даному випадку плата споживача за надання теплових послуг – опалення та гаряче водопостачання, залежить безпосередньо від тарифу на теплоносій. Тариф на теплову енергію складається з витрат на енергоресурси, частка яких у вартості теплоенергії складає 75-85 % .

Проведено аналіз зростання цін на енергоносії для підприємств теплоенергетики для «категорії населення». За вихідні дані використано ціни на газ, електроенергію та воду, як на біржовому

ринку, так і конкретні ціни для підприємств теплозабезпечення за період 2004-2012 рр. За допомогою методу найменших квадратів та цих середньорічних даних знайдена функціональна апроксимована залежність, яка має вигляд $f(x) = 122,47x - 2,0592$. Аналогічно отримана функція, що відображає залежність росту тарифу на електроенергію: $f(x) = 122,47x - 2,0592$. На підставі отриманих рівнянь з урахуванням частки енергоносіїв у тарифі на теплову енергію спрогнозовано тариф на теплову енергію до 2020 р. Показано, що єдиний напрямок подальшого забезпечення населення теплотою є зменшення теплоспоживання.

УДК 621.43.054:662.758.2

В.А. Корогодський
V.A. Korohodskiy

**ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА
З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ ШЛЯХОМ РАЦІОНАЛЬНОГО КІЛЬКІСНО-
ЯКІСНОГО СПОСОБУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ**

**IMPROVING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF THE FUEL
AND SPARK-IGNITION ENGINE THROUGH PROPER QUANTITATIVE AND
QUALITATIVE METHOD OF POWER CONTROL**

Подано аналіз експериментальних досліджень двотактного двигуна ДН-4 (S/D=87/82) з іскровим запалюванням. Експеримент проводився на кафедрі ДВЗ НТУ «ХП».

Спочатку було порівняно показники ДН-4 з карбюратором (зовнішнє сумішоутворення, кількісне регулювання потужності (КРП)) і при безпосередньому вприску палива (БВП) (внутрішнє сумішоутворення, якісне регулювання потужності (ЯРП)) в зміщену до випускного вікна напіврозділену камеру згоряння (КЗ). БВП дозволив зменшити витрату палива в 1,3÷1,7 разу і в 20 разів знизити викиди CO і СН у ВГ.

При КРП на часткових навантаженнях і БВП у зміщену до випускного вікна КЗ знижені втрати тепла в стінки, збільшена частка ефективного використання тепла, що узгоджується зі зниженням температури ВГ на 50÷70 °С по відношенню до КРП і в середньому в 1,5 разу зниження витрати палива. Однак організація КРП при збагаченні паливно-повітряної суміші (ППС) розшарованого паливно-повітряного заряду (РППЗ) поряд зі зниженням викидів

СН в середньому на 8 % призвело до підвищення кількості викидів в ВГ CO на 80 % й досягло 0,3 %. Підвищення навантаження понад 75 % проводилось за рахунок КРП.

Подальше зменшення витрати палива і зниження ШР з ВГ зроблено за рахунок розширення ефективного збіднення ППС РППЗ шляхом інтенсивного підведення повітря в область згоряння. Новий робочий процес при БВП у симетричну КЗ дозволяє використовувати кількісно-якісне регулювання потужності (К-ЯРП).

При порівнянні показників двигуна з БВП при ЯРП і К-ЯРП визначено більш ніж у 1,8 разу зменшення витрати палива на часткових навантаженнях і в 1,35 разу при максимальному навантаженні й К-ЯРМ. При цьому на мінімальних навантаженнях вміст CO у ВГ знижено з 0,05 до 0,02 %, а при максимальних навантаженнях обмежено до 0,17 %, що в 10 разів менше, ніж при БВП у зміщену до випускного вікна КЗ і ЯРП. Застосування раціонального К-ЯРП дозволяє більш ніж у 25 разів скоротити викиди СН у ВГ.

УДК 662.997

В.М. Воробьев, И.О. Гуняга, С.В. Угольников
V.M. Vorobyov, I.O. Guniaga, S.V. Ugolnikov

СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ГЕЛИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

SOLAR ELECTRIC POWER COGENERATION ASSEMBLY SCHEMATICS

Современная энергетика уделяет возрастающее внимание разработке и внедрению установок, использующих нетрадиционные источники энергии. К ним относятся установки по преобразованию лучистой энергии Солнца в электрическую энергию и тепло. Наиболее эффективными, простыми и надежными в эксплуатации являются гелиоколлекторы. К ним относятся установки, в которых солнечная энергия преобразуется в тепловую энергию теплоносителя. Превращение солнечной энергии в электрическую энергию осуществляется в полупроводниковых фотоэлектропреобразователях (ФЭП). Наибольшее распространение в настоящее время в силу технологических особенностей производства и относительной дешевизны получили конструкции элементов ФЭП на основе кремния. Они характеризуются невысокими коэффициентами преобразования энергии (до 15 %). Кроме того, отличительной особенностью таких ФЭП является снижение коэффициента преобразования при нагреве, приводящее к падению напряжения, генерируемого элементом. При нагреве элемента на один градус выше 25 °С он теряет в напряжении 0,002 В. С учетом того, что на каждом элементе в «холодном» состоянии

генерируется 0,5 В, в яркий солнечный день элементы нагреваются до 60-70 °С и при этом теряют 0,07-0,09 В.

Актуальным является вопрос охлаждения элементов ФЭП. Такое охлаждение обеспечивается при установке элементов на специальную панель, внутри которой циркулирует охлаждающий теплоноситель. Температура теплоносителя после элементов ФЭП оказывается недостаточной для коммунальных целей и требуется дополнительный его подогрев. При этом предварительно нагретый теплоноситель может быть догрет до требуемого уровня в гелиоколлекторе. Это реализуется в различных схемных решениях компоновки охлаждаемых панелей с элементами ФЭП и гелиоколлекторов.

Схемные решения предусматривают различные режимы эксплуатации с учетом суточных, погодных, сезонных особенностей воздействия солнечной энергии на компоненты когенерационной системы, которая одновременно вырабатывает электрическую и тепловую энергию. Это достигается за счет использования принципа аккумуляирования обоих видов энергий и возможности автоматизированного управления направлением движения теплоносителя.

УДК 662.997

В.М. Воробьев, О.В. Руденко, С.В. Угольников
V.M. Vorobyov, O.V. Rudenok, S.V. Ugolnikov

СОЗДАНИЕ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРНЫХ КРОВЕЛЬ И ПОКРЫТИЙ

ROOFINGS AND COVERINGS WITH SOLAR COLLECTORS DESIGN

В настоящее время летом значительное количество электроэнергии расходуется на обеспечение комфортных условий в помещениях различного назначения. Для этого используются автономные и центральные кондиционеры, отводящие избыточное тепло в окружающую среду. В приходной части теплового баланса помещения значительное количество тепла приходится на нагреваемые Солнцем ограждения. При снижении уровня поглощения ограждениями солнечного излучения снижается и поток отводимого из помещений тепла. Одним из возможных решений этой проблемы может быть создание охлаждаемых ограждений, которые конструктивно выполняются по принципу плоского гелиоколлектора. Как известно, эти гелиоколлекторы с лучевоспринимающей стороны имеют, как правило, стеклянное покрытие, образующее воздушный зазор с лучепоглощающим абсорбером, внутри которого циркулирует нагреваемый теплоноситель. В существующих конструкциях гелиоколлекторов величина этого воздушного зазора составляет 30-50 мм и получена из соображений компактности и экономии материала. Однако при создании охлаждаемых ограждений такой зазор не всегда удовлетворительно может быть

адаптирован в конструктивные элементы ограждений (стен и кровли).

Результаты расчетных исследований влияния размера зазора на величину теплового потока, выполненных по известным методикам, продемонстрировали следующее: 1) величины конвективной составляющей теплового потока в зазоре близки по своим абсолютным значениям для всех используемых методик; 2) увеличение зазора приводит к снижению конвективной составляющей теплового потока.

Полученные результаты подтверждают вывод о потенциальной эффективности использования охлаждаемых ограждений зданий. При этом прозрачное покрытие может размещаться практически на любом расстоянии от абсорбера, что позволяет использовать для их крепления конструктивные элементы стен и кровли. Нагретый теплоноситель может быть использован в коммунальных и теплотехнологических целях (например в системе горячего водоснабжения). В холодное время года для такой конструкции кровли может быть реализован обратный процесс, обеспечивающий управляемое таяние снежного покрова с последующим отводом талой воды.

**УЧЕТ ЭФФЕКТА ЧАСТИЧНО-ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОРШНЯ**

**THE ACCOUNTING OF EFFECT OF PARTIAL AND DYNAMIC THERMAL
INSULATION WHILE MODELING A TEMPERATURE CONDITION
OF THE PISTON**

Актуальным направлением работ в современной двигателестроительной отрасли является комплексное повышение экономичности, экологичности и надежности двигателей внутреннего сгорания. Одним из путей этого улучшения выступает применение низкотеплопроводных покрытий на поверхности камеры сгорания поршня. Его наличие приводит к возникновению эффекта частично-динамической теплоизоляции. Здесь колебание поверхностной температуры приближено к колебанию температуры рабочего тела на протяжении цикла. Указанный эффект влечет уменьшение теплового потока в стенки и, при определенных условиях, позитивно сказывается на наполнении цилиндра свежим зарядом и качестве пристеночного сгорания, выбросах вредных веществ.

Для учета влияния такой теплоизоляции на рабочий процесс, расчета ресурсной прочности, проектирования и оптимизации конструкций с покрытием необходимо моделирование нестационарного высокочастотного температурного состояния теплоизолированного поршня. Ранее подобная задача теплопроводности

решалась только в одномерной постановке либо с использованием упрощающих методик, которые не позволяют учесть влияние колебания температуры на её среднюю величину.

Предложена методика расчета трехмерного высокочастотного температурного поля поршня, основанная на разделении его тела на две расчетные области – трехмерной стационарной и многозонной одномерной нестационарной теплопроводности приповерхностного слоя. Общее решение в указанных областях ищется в итерационном приближении.

На основе моделирования температурного состояния поршня с корундовым покрытием для двух режимов работы дизеля 4ЧН12/14 установлены локальные и средние по поверхности колебания температуры, зависимости их размахов и средних значений от толщины теплоизоляции, произведено уточненное моделирование рабочих процессов.

Получена зависимость снижения температуры поршня под покрытием от его толщины. Выделены составляющие этого снижения: динамическая, вызванная колебанием температуры, и статическая, связанная с термическим сопротивлением покрытия. Выполнено их сравнение.

УДК 621.43

О.О. Осетров, С.С. Кравченко
O.O. Osetrov, S.S. Kravchenko

**ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ
СИНТЕТИЧНИХ ГАЗОВИХ ПАЛИВ У ДВЗ**

**PROBLEMS AND PROSPECTS OF PRODUCTION AND
GAS FUELS USE IN ENGINES**

На сьогодні не викликає сумніву актуальність проблеми виробництва і використання альтернативних джерел енергії для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Відомо, що Україна має значні поклади кам'яного вугілля й торфу, а також велику кількість сільськогосподарських відходів, які доцільно використовувати як джерело енергії для ДВЗ.

Безпосереднє спалювання твердих палив у ДВЗ мало перспективне, оскільки вимагає корінних змін конструкції двигуна та його систем. Проте процеси переробки вугілля, торфу та біомаси в газові або рідкі моторні палива вже давно відомі і широко використовуються у світі. Зокрема в результаті газифікації вихідної сировини отримують синтез-газ – суміш газів, основними з яких є монооксид вуглецю CO і водень H_2 . Синтез-газ може бути безпосередньо використаний як паливо у двигунах внутрішнього згоряння або як сировина для виробництва водню H_2 , синтетичного природного газу (SNG), метанолу, синтетичного бензину або дизельного палива, аміаку та великої кількості інших хімічних речовин.

Перспективи того чи іншого синтетичного палива слід розглядати із застосуванням комплексного підходу, який включає оцінку сировинної бази для його

виробництва, фізико-хімічних властивостей вихідної сировини, наявності необхідної інфраструктури, ефективності виробництва синтез-газу, його очищення і переробки, екологічності, показників енергетичних установок та ін.

Проаналізовано історію і сучасний стану проблеми виробництва синтетичних палив, сировинну базу, особливу увагу приділено питанням ефективності процесів і технологій виробництва синтетичних палив в умовах України.

Розглянуто способи використання різних синтетичних палив у ДВЗ. Проаналізовано показники паливної економічності і токсичності двигунів при безпосередньому використанні синтез-газу, додаванні його до основного палива, а також використанні рідких і газових синтетичних палив, одержаних із синтез-газу.

Найбільш ефективним є використання синтез-газу безпосередньо та як добавки до основного палива. Застосування рідких та газових синтетичних палив на цей час економічно не вигідно внаслідок високої собівартості їх виробництва.

Показано, що застосування всіх видів синтетичних палив приводить до покращення показників токсичності, але водночас витрата палива збільшується.

УДК 621.436

I.G. Pozhidayev, A.O. Prokhorenko
I.G. Pozhidayev, A.O. Prokhorenko

ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД ПНВТ МАЛОЛІТРАЖНОГО ДИЗЕЛЯ З ПАЛИВНОЮ СИСТЕМОЮ АКУМУЛЯТОРНОГО ТИПУ

REDUCTION OF POWER LOSSES BY THE DRIVE THE FUEL PHP OF THE SMALL-CAPACITY DIESEL WITH FUEL SYSTEM OF STORAGE TYPE

Усе більший попит на засоби малої механізації обумовлює постійне зростання потреби в малолітражних двигунах. Зважаючи на це сучасний малолітражний дизель повинен мати високі економічні показники та відповідати жорстким вимогам до складу відпрацьованих газів, які встановлено стандартами екологічної безпеки. У свою чергу виконання цих вимог напряму пов'язане з інтенсифікацією паливоподачі та гнучким управлінням її параметрами. Таким високим вимогам сьогодні відповідають сучасні акумуляторні паливні системи з електронним керуванням. Але і вони недосконалі, бо в таких системах паливоподачі частина виробленої механічної енергії безповоротно втрачається на нагнітання паливним насосом високого тиску (ПНВТ) надлишкового палива до акумулятора, яке через клапан регулювання тиску в акумуляторі повертається до паливного бака. І оскільки паливо розширюється,

енергія на його стиснення втрачається, що у свою чергу знижує загальний ККД системи. Зважаючи на це, важливими з точки зору покращення ефективності паливної апаратури є заходи щодо зменшення механічних втрат на привод ПНВТ дизеля.

Розглянуто шляхи зменшення механічних втрат на привод ПНВТ малолітражного дизеля керуванням його подачею.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що для зменшення втрат потужності на привод ПНВТ, а отже, підвищення механічного та ефективного ККД дизеля з акумуляторною паливною системою, остання повинна містити пристрій, що дозволяє змінювати подачу незалежно від частоти обертання вала насоса і тиску в акумуляторі.

Подальший напрямок робіт пов'язаний з розробленням концепції конструкції ПНВТ, що дозволить зменшити механічні втрати дизеля на його привод шляхом керування подачею.

УДК 621.45.038

V.O. Pilev, O.M. Klimenko

V.O. Pilev, O.M. Klimenko

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ПОКРАЩЕННЯ РЕСУРСНОЇ МІЦНОСТІ ПОРШНЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЙОГО МАСЛЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

ASSESSMENT OF IMPROVEMENT POSSIBILITY OF RESOURCE DURABILITY OF THE PISTON WHILE USING SYSTEM OF AUTOMATIC OIL COOLING CONTROL

Сучасний стан розвитку двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) передбачає

високий рівень їхнього форсування за середньооефективним тиском та швидкісним

режимом, що призводить до інтенсифікації процесів у циліндрі. Це неодмінно провокує підвищення навантаження на деталі камери згоряння (КЗ) та зумовлює погіршення показників надійності ДВЗ, насамперед його поршня – однієї з найбільш теплонапружених деталей КЗ.

Масляне охолодження широко застосовується для зниження температурного навантаження на поршень, що у свою чергу покращує його ресурсну міцність.

Однак при нерегульованому масляному охолодженні поршнів відбувається їх переохолодження на неномінальних режимах навантаження, що може привести до погіршення сумішоутворення і збільшення відносних теплових втрат та навіть до погіршення надійності та довговічності поршнів.

Тому актуальним є завдання регулювання теплового стану поршнів (ТСП) високофорсованих дизелів в умовах експлуатації.

Зроблено оцінку резервів підвищення ресурсної міцності конструкції на основі застосування регульованого масляного охолодження.

Розрахункове дослідження виконано на прикладі поршня дизеля 4ЧН12/14, яке показало зростання ресурсної міцності конструкції у 4,3 і більше разів при застосуванні регульованого масляного охолодження поршня.

Таким чином, отримані результати свідчать про можливість застосування САР температурного стану поршня, що забезпечує суттєве підвищення ресурсної міцності кромки КЗ поршня в експлуатації.

УДК 621.9.52

Г.В. Біловол
G.V. Bilovol

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУР СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

THE MODELING STRUCTURE OF MEANS TO INCREASE ENERGY-EFFICIENT OF PRODUCTIONS PROCESSES

Енергоспоживання основного технологічного обладнання, а також енергія, якої потребує виконання підготовчих процесів виробництва, є одними із складових собівартості продукції і визначають ступінь її конкурентоспроможності на сучасному ринку. Тому питанням підвищення енергоефективності виробничих систем приділяється багато уваги.

Одними з найважливіших показників, що визначають енергоефективність виробничої системи в цілому, є тривалість виробничих циклів та потужність обладнання, що задіяне при виконанні технологічного процесу. Тобто пошук технічних та організаційних заходів з

підвищення енергоефективності виробництва необхідно проводити за двома напрямками:

1) зменшення потужності, яка споживається основним технологічним обладнанням, що може досягатись за рахунок застосування сучасних технічних засобів та енергозберігаючих технологій;

2) зменшення тривалості основних виробничих циклів та холостих ходів. Останні, як відомо, теж значно впливають на показник споживаної потужності виробничою системою.

Для зменшення тривалості циклів можна застосувати системний підхід до виявлення множини способів підвищення швидкодії виробничих процесів, який

ґрунтується на встановленні зв'язків між функціями, які визначають тривалість циклу (основні дії O_d , допоміжні (підготовчі, заключні та забезпечуючі) дії

D_d та простої P_p), та прийомами, які впливають на тривалість часу реалізації функцій: (виключення B_k , зменшення Z_m та суміщення C_m).

$$M_{cp} = \{Z_m \times O_d, C_m \times O_d, B_k \times D_d, Z_m \times D_d, C_m \times D_d, B_k \times P_p, Z_m \times P_p, C_m \times P_p\}.$$

Для кожного способу наведеної множини необхідно розробляти свої заходи та умови, що забезпечать їх реалізацію на різних ієрархічних рівнях системи: робоче місце, лінія, цех. Різниця буде полягати в конкретизації об'єктів O_d , D_d , P_p для кожного окремого випадку. Прикладом застосування способу $Z_m \times O_d$ на рівні робочого місця є підвищення швидкодії виконавчих механізмів, на рівні лінії –

вибір мінімальних робочих траєкторій та ін.

Конкретизуючи кожен спосіб наведеної множини можна створювати відповідні бази даних, які дозволять при автоматизованому проектуванні виробництв спрямовано та впорядковано виявляти резерви й розробляти заходи з підвищення енергоефективності робочих процесів на різних ієрархічних рівнях виробничих систем.

УДК 621.436

В.І. Мороз, О.В. Братченко
V.I. Moroz, A.V. Bratchenko

ОСОБЛИВОСТІ ПРОФІЛЮВАННЯ НЕСИМЕТРИЧНИХ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ КУЛАЧКІВ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ

FEATURES ASYMMETRIC GAS DISTRIBUTION CAM PROFILING TRANSPORT DIESELS

Відзначено актуальність науково-дослідних робіт, спрямованих на поліпшення техніко-економічних показників перспективних транспортних дизелів серії ДТ. Виділено роль досліджень щодо забезпечення якісних газообмінних процесів у циліндрі за рахунок застосування в конструкції розподільних валів нових безударних газорозподільних кулачків з несиметричними профілями.

Представлені результати профілювання кулачків привода клапанів дослідних дизелів типу 4ДТНА2, що забезпечують несиметричні (за умов якісного протікання газообмінних процесів у циліндрах) закони руху клапанів, яке проводилось з використанням нової методики, розробленої на кафедрі «Механіка і проектування машин».

УДК 629.42

В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.І. Громов
V.I. Moroz, A.V. Bratchenko, V.I. Gromov

**АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЧЕПЛЕННЯ В ПЕРЕДАЧАХ
З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ЗНОСІВ ЗУБЦІВ**

**ANALYTICAL STUDY OF THE LINK IN THE PROGRAMS
WITH VARYING DEGREES OF WEAR OF TEETH**

Підкреслено необхідність визначення характеристик зачеплення зубців з різними ступенями зносу. Встановлено, що на цей час така задача вирішується в основному шляхом моделювання зачеплення пари зубців з реальними робочими профілями з використанням різних систем геометричного моделювання. При цьому шестірня «прокручується» з заданим кутовим кроком, фіксуються точки контакту, будується лінія зачеплення, на основі якої зроблені основні характеристики. За рівнем трудомісткості і

точності оцінок такі підходи не повністю задовольняють вимоги автоматизованого проектування. Це визначає актуальність розробки аналітичних методів дослідження процесу і характеристик в передачах з різним ступенем зносу зубців.

Представлено новий підхід до проведення аналітичного дослідження зачеплення в передачах, який передбачає отримання і використання математичних описів профілів зубців і визначення основних характеристик їх зачеплення.

УДК 621.436

О.А. Логвіненко
A.A. Logvinenko

**ВИСОКОЕФЕКТИВНІ КУЛАЧКИ ДЛЯ МЕХАНІЗМІВ ПРИВОДА ВПУСКНИХ
ТА ВИПУСКНИХ КЛАПАНІВ ЧОТИРИТАКТНИХ ТЕПЛОВИЗНИХ
ДИЗЕЛІВ Д80 ТА Д49**

**HIGH-PERFORMANCE CAMS FOR DRIVE MECHANISMS
INTAKE AND EXHAUST VALVE FOUR-STROKE
DIESEL ENGINES Д80 AND Д49**

Висвітлено перспективний напрямок розробок з підвищення техніко-економічних і екологічних показників дизелів, що встановлюються на магістральних та маневрових тепловозах рухомого складу залізниць України. Зазначено, що в рішенні досягнення високих експлуатаційних показників теплових дизелів поряд з поліпшенням процесів в агрегатах наддуву, паливоподачі, сумішоутворення та

згоряння, теплопередачі актуальними є розробки з вдосконалення процесів газообміну, які в значній мірі залежать від характеристик функціонування кулачкового механізму газорозподілу.

Запропоновано новий підхід до профілювання газорозподільних кулачків форсованих теплових дизелів, який орієнтований на досягнення найбільших значень «час-перерізу» клапанів при виконанні заданих умов і обмежень на

проектування. Представлені базові криві прискорень штовхача кулачкових механізмів газорозподілу середньообертових тепловозних дизелів Д80 та Д49, які враховують не тільки задані за вимогами робочого процесу умови, а і встановлені обмеження на

виготовлення та характеристики функціонування їх механізмів привода клапанів. Наведено результати порівняльного аналізу кулачків механізмів привода впускних та випускних клапанів чотиритактних тепловозних дизелів типу Д80 та Д49.

УДК 629.424.3:621.436

К.В. Астахова
K.V. Astakhova

ОЦІНКА КОНТАКТНОЇ МІЦНОСТІ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ КУЛАЧКІВ З НОВИМИ БЕЗУДАРНИМИ ПРОФІЛЯМИ

LOCAL STRENGTH ESTIMATION OF GAS DISTRIBUTION CAMS WITH NEW UNSTRESSED PROFILES

Доведено, що оцінювання механічної напруженості основних елементів конструкції кулачкових механізмів сучасних енергетичних установок тепловозів доцільно проводити на основі дійсних закономірностей руху клапанів. Виконано оцінку контактної міцності конструкції секції розподільних валів енергетичних установок тепловозів з дизелями Д49 з серійними та запропонованими газорозподільними кулачками. Розраховано величину безвідмовної роботи елементів конструкції розподільних валів енергетичних установок

тепловозів за критерієм опору контактній втомленості, яка визначається як імовірність того, що максимальні контактні напруження в парі «кулачок-ролик» не перевищують границі короткочасної контактної витривалості. Підтверджено, що застосування нових газорозподільних кулачків з безударними профілями є важливим фактором забезпечення міцності, підвищення надійності та зменшення зносів робочих поверхонь контактуючих деталей розподільних валів, що має позитивний вплив на їх експлуатацію і ремонт.

УДК 629.424.1:621.436.004.15

В.С. Тищенко, О.В. Бурлуцький
V.S. Tishchenko, A.V. Burlutskyi

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ НАВАНТАЖЕНЬ У ПЕРЕРІЗАХ КОРІННИХ ШИЙОК КОЛІНЧАТИХ ВАЛІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВОЗІВ

STUDY OF THE PECULIARITIES OF FORMING LOADS IN SECTIONS OF RADICAL NECKS CRANKSHAFT DIESEL POWER PLANTS

У доповіді розглянуті особливості конструкції підсистеми колінчатого вала енергетичної установки з дизелем типу 2А-

5Д49 та їх вплив на формування навантажень у перерізах корінних шийок різних циліндрових модулів. Наведені

результати розрахункових досліджень розподілення навантаження в перерізах корінних шийок за цикл роботи у вигляді годографів, узагальнена координата яких прив'язана до ВМТ першого правого циліндра. Розроблені рекомендації щодо

застосування отриманих результатів при створенні і дослідженні скінчено-елементної моделі колінчатого вала, що має важливе значення при оцінці надійності та довговічності деталей енергетичної установки тепловозів.

УДК 629.3.03

О.С. Шуліка
A.S. Shulika

**ВПЛИВ СИЛОВИХ ПОЛІВ НА ШВИДКІСТЬ ЗНОШУВАННЯ
ПАР ТЕРТЯ В РЕЖИМІ ГРАНИЧНОГО ЗМАЩЕННЯ**

**THE INFLUENCE OF THE FORCE FIELDS ON THE RATE OF
WEAR OF FRICTION PAIRS DURING HEAVY LUBRICATING**

Швидкість зношування деталей машин, що працюють у режимі граничного змащення (плунжерні пари, поршень – гільза циліндра, зубчаті колеса закритих редукторів), визначається навантаженням, температурою в контакті та властивостями змащувальної рідини. Однією з найважливіших характеристик змащувальної рідини є її здатність забезпечувати захисну адсорбційну плівку, що запобігає безпосередньому контакту металевих поверхонь тертя. Швидкість зношування пар тертя значною мірою залежить від товщини адсорбційної плівки. Адсорбційний шар формується з молекул присадок, які складаються з полярної (активної) частини та метильного радикала. На поверхні тертя молекули присадки адсорбуються за рахунок взаємодії власного електричного дипольного моменту та силового поля металевої поверхні. Але в об'ємі змащувальної рідини молекули присадок взаємодіють між собою, утворюючи міцелярні структури. Особливістю таких структур є те, що активні, полярні частки молекул присадок містяться в «ядрі» міцели, що перешкоджає

формуванню адсорбційного шару на поверхні тертя. Очевидно, що для підвищення змащувальної здатності рідини необхідно руйнувати міцели, тим самим підвищуючи кількість активних молекул присадок. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є обробка змащувальної рідини зовнішніми силовими полями (магнітними, ультразвуковими, електричними). Одним з найперспективніших засобів підвищення адсорбційної здатності змащувальної рідини є її обробка електростатичним полем. Попередні дослідження показали, що електрообробка порівняно з оливою в стані постачання знижує швидкість зношування на 15-75 % (пара тертя колодка-ролик). Під дією електростатичного поля руйнуються асоціати молекул присадок на окремі активні мономери та димери молекул поверхнево-активних речовин, які взаємодіють з поверхнями тертя та утворюють адсорбційний шар. Слід зазначити, що наявність часток зношування в об'ємі рідини збільшує ефект від електрообробки.

УДК 629.423.33

А.В. Павшенко, Н.П. Карпенко
A.V. Pavshenko, N.P. Karpenko

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ СТРУМОЗНІМАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ**

**FEATURES OF APPLICATION OF METHOD OF TRANSFORMATION
OF COORDINATES FOR RESEARCH OF MECHANISMS OF CURRENTREMOVAL
OF DEVICES**

Обґрунтована необхідність уточнення методів дослідження кінематичних параметрів механічних систем струмознімальних пристроїв. Описано новий підхід, який базується на методі перетворення координат, до дослідження кінематики ланок струмознімальних пристроїв, механічна система якого

розглянута просторовою. Проведено порівняння результатів розрахунків, виконаних за традиційними та уточненим методами. Зазначено вплив уточнених кінематичних параметрів на контроль величини контактних натискань та математичне моделювання його динаміки.

УДК 621.9.047.7/785.5

Н.А. Аксьонова, О.В. Оробінський
N.A. Aksenova, A.V. Orobinsky

**ВЛАСТИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В ТРАНСПОРТНІЙ
ГАЛУЗІ НАДПРУЖНИХ ТА НАДТВЕРДИХ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ**

**PROPERTIES AND PROSPECTS OF APPLICATION IN A TRANSPORT AREA
OF SUPERELASTIC AND SUPERSOLID CARBON MATERIALS**

В умовах експлуатації навантажених вузлів механізмів, що використовуються в різних галузях машинобудування та на транспорті, виникає багато проблем, які призводять до необхідності розробки та використання новітніх матеріалів. Одними із найсучасніших є наноматеріали на основі фулеренів та їх сполучень.

Під час розробки зносостійких матеріалів з використанням наноструктурних покриттів треба забезпечити не тільки високу твердість (H), а і відносно низький модуль пружності (E), оскільки матеріали з низьким модулем пружності характеризуються високим резильянсом, тобто можливістю запасати пружну енергію і під дією навантаження

деформуватися без руйнування. Залежно від необхідності дотримання компромісу між твердістю та модулем пружності, як показник зносостійкості і трибологічних характеристик використовуються різні варіанти відношення твердості до модуля пружності $(\frac{H}{E}, \frac{H^2}{E}, \frac{H^3}{E^2})$. На основі теоретичних розрахунків та експериментальних даних матеріали, що характеризуються відношенням $\frac{H}{E}=0,15$, були оцінені, як такі, що мають «ідеальну пружність». Прикладом можливості створення твердих і пружних матеріалів на основі вуглецю з унікальним поєднанням високої твердості (до 40 ГПа) та високої

пружності (ступінь пружного відновлення до 90%), можуть бути об'ємні фази високого тиску, отримані із фулеренів C_{60} , C_{70} та суміші C_{60} і C_{70} .

Результати багатьох досліджень показали, що розроблені таким чином металічні композиційні матеріали, армовані надпружними та твердими вуглецевими

частками, що отримані із фулеренів під тиском, мають високий коефіцієнт пружного відновлення при інденуванні, низький модуль пружності та високу тріщиностійкість. Таким чином, такі новітні матеріали є перспективними для використання при виготовленні деталей, що працюють в умовах тертя та зносу.

УДК 621.43-233.2

О.В. Оробінський, Н.А. Аксьонова
A.V. Orobinsky, N.A. Aksenova

ВИПРОБУВАННЯ НА ВТОМЛЕНІСТЬ ВТУЛКИ ГОЛЧАТОГО ПІДШИПНИКА ПОРШНЕВОЇ ГОЛОВКИ ШАТУНА

TIREDNESS TEST OF EXTERNAL BEARING OF PISTON CROSSHEAD

В поршневій головці шатуна транспортного дизеля 6ДН 12\2х12 встановлюється нестандартний голчатий підшипник з рухомою втулкою (зовнішнє кільце). Втулка з внутрішнім діаметром 45 мм і товщиною 3 мм, виготовляється зі сталі ШХ15 і термообробляється на твердість HRC 58-62. Для підводу змащення до голчатих роликів у втулці існують 4 отвори діаметром 5 мм. При серійній технології округлення гострих країв отворів на зовнішній та внутрішній поверхнях втулки виконується вручну.

Для підвищення продуктивності і зниження вартості цієї операції було запропоновано округлення країв виконувати електрохімічним методом.

Для порівняння витривалості міцності втулок, виготовлених за двома технологіями, була розроблена методика прискорених порівняльних випробувань. Враховуючи, що кінцевою ціллю була оцінка технологій обробки країв отворів, то головною вимогою до обраної схеми навантаження стало отримання тріщини втомленості від краю отвору найбільш простим способом. Параметри циклічного навантаження ($P_{max}=4,5$ кН, $P_{min}=0$) було підібрано з умови руйнування серійної втулки за $10^6 \dots 3 \cdot 10^6$ циклів. Контроль за появою тріщини здійснювався кожні 15 хв при частоті навантаження 750 циклів на хвилину.

Отримані результати дозволили пропонувати до впровадження втулку з обробкою отворів електрохімічним методом.

УДК 621.438.9

О.В. Надтока
E.V. Nadтока

ТУРБОКОМПАУНДУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

TURBO COMPOUNDING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Підвищення економічності, надійності та довговічності залишається основною

тенденцією в розвитку двигунобудування. Для сучасного двигунобудування

немаловажною є проблема екологічної чистоти, включаючи термічну чистоту. Одним зі шляхів вирішення цих проблем може бути турбокомпаундування двигунів, тобто застосування в схемі силової установки двигуна силової турбіни.

Взагалі, турбокомпаундування вже використовується серійно на двигунах вантажних автомобілів. Компанія Scania використовує компаундування з середини 1990-х років. На шведському дизелі DTC 1101 реалізована схема з послідовною силовою турбіною. На двигуні Volvo D12D-500 Turbosomround силова турбіна входить до складу турбокомпресора як додаткова секція, забезпечуючи менші габарити і вагу. Ще один різновид силової турбіни – це Turbo-generator Integrated Gas Energy Recovery System (TIGERS), турбіна працює від вихлопних газів і приводить у дію генератор електроенергії.

Для дизельних двигунів автотракторного типу доцільна схема

послідовного встановлення силової турбіни за турбіною вільного турбокомпресора. У цьому випадку силова газова турбіна з'єднується з колінчастим валом двигуна, і створення потужності відбувається не тільки в циліндрах двигуна, але й у силевій турбіні. При такій схемі встановлення у випадку зменшення витрат газу при часткових навантаженнях підвищений перепад тиску спрацьовується на турбіні вільного турбокомпресора, сприяючи його швидкому розгону, обмеженню циклової подачі палива, зменшенню питомої ефективної витрати палива і підвищенню екологічної чистоти.

У доповіді розглянуті результати досліджень застосування силової турбіни на дизельних двигунах автотракторного типу 6ЧН12/14 і 8ЧВН15/16, що показали підвищення паливної економічності, зменшення теплової та механічної напруженості деталей циліндро-поршневої групи.

УДК 621.391.7.001

О.Б. Бабанін, Д.М. Пастух
O.B. Babanin, D.M. Pastukh

ОЦІНКА РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕЄСТРАТОРА

ASSESSMENT MODES OF INDUSTRIAL LOCOMOTIVES MICROPROCESSOR BY REGISTRAR

Для визначення характерних режимів роботи промислових тепловозів запропонований бортовий реєстратор параметрів роботи цих локомотивів. Створена структурна схема мікропроцесорного реєстратора, що дозволяє в реальному часі провадити вимірювання, накопичення й видачу

зовнішнім користувачам відповідної інформації з експлуатаційних режимів роботи промислових тепловозів. На основі зібраних статистичних даних виконаний аналіз характерних режимів і ступеня завантаження під час виконання маневрової роботи промисловими тепловозами.

УДК 629.4.027.11

О.Б. Бабанін, В.І. Бульба
O.B. Babanin, V.I. Bulba

**ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНОСУ
КОЛІСНИХ ПАР ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ**

PREDICTION OF CONFORMITY AND WEAR WHEELSETS ELECTROTRAIN

У процесі експлуатації електропоїздів виникає знос робочих поверхонь колісних пар, а обрис їх бандажу набуває складної форми, яка дуже відрізняється від початкової. Виходячи з цього показники динаміки екіпажа одного типу, що мають різні експлуатаційні зноси коліс, теж виявляються різними. На підставі цього

дуже важко передбачити їх наступну обточку при виконанні поточних ремонтів. Виходячи з цього розроблена методика, яка дозволяє визначити закономірність зносу бандажа конкретної колісної пари та на цій підставі спрогнозувати час її працездатності до відповідної обточки під час виконання планового виду ремонту.

УДК 621.313.075.32

О.Б. Бабанін, А.О. Гельдаш
O.B. Babanin, A.O. Heldash

**МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ
ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ РЕСУРСУ**

**MODELING ELEMENTS TRACTION ENGINES ENGINES FOR FURTHER
DEFINITION OF THEIR LIFE**

У процесі експлуатації під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів швидкість зносу й старіння елементів електричних машин змінюються. Внаслідок цього змінюються характеристики їх надійності й довговічності. Проведені дослідження надійності тягових електродвигунів, показали, що на відміну від двополюсних запропоновані структурно-функціональні моделі більш повно враховують практично

весь діапазон вимог, які висуваються до таких систем. На підставі цього запропонована методика побудови структурно-функціональної моделі, яка при порівнянні з існуючими є адекватною, тому що вона враховує не тільки властивості конструкції, але й імовірнісні характеристики, що дають змогу у подальшому більш якісно оцінювати ресурс тягових електродвигунів локомотивів.

УДК 532.526:517.958

Ю.М. Грищенко
Y.M. Grishchenko

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ СИНТЕТИЧНИХ ФІЛЬТРІВ ТЕПЛОВОЗІВ

TECHNOLOGY OF SYNTHETIC FILTER REGENERATION CENTRIFUGAL LOCOMOTIVES

На цей час пластмаси через їх високу технологічність і мінімальну енергоємність у багатьох випадках витісняють застарілі види матеріалів, які застосовуються в локомотивному господарстві. Ця обставина змушує переглядати певні можливості їхніх експлуатаційних якостей, а відповідно й застосування нових технологій обслуговування. Такий підхід повною мірою можна застосувати до синтетичних пропіленово-волокнистих фільтрів, які почали широко застосовуватися в різних системах локомотивів. Були проведені додаткові дослідження, які дозволили розробити очисну технологію відцентрової

регенерації синтетичних фільтрів. Основна ідея регенерації (очищення) синтетичних фільтрів полягає в такому. Виготовляється додаткове спеціальне обладнання, до якого під тиском підводиться миючий розчин. Синтетичний фільтр, який необхідно очистити, вставляється в це обладнання, закривається спеціальним кожухом і за допомогою електродвигуна починає обертатися. При обертанні всередину фільтра під тиском подається миючий розчин. У результаті цього через дію відцентрових сил, що виникають, миючий розчин вимиває всі його фільтруючі канали.

УДК 629.424.1:629.7.01

О.С. Коваленко
O.S. Kovalenko

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПРОБУВАНЬ СИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

IMPROVEMENT TECHNOLOGY TESTING POWER EQUIPMENT TRACTION ROLLING STOCK

Проведеними дослідженнями встановлено, що існуюча система проведення випробувань силових вузлів тягового рухомого складу має значні недоліки, які полягають у тому, що кожен вузол випробовується окремо тільки на своєму стенді, не враховуючи його зв'язки та характеристики інших силових вузлів та систем локомотива. Ця обставина викликає витрати часу на додаткові випробування вже встановленого на локомотиві обладнання та їх доводку. Виходячи з цього

на кафедрі ЕРРС УкрДАЗТ запропоновано та розроблено метод, який дозволяє проводити комплексні випробування всього силового обладнання на спеціальному груповому стенді. Це дозволяє стикувати характеристики та здійснювати моделювання режимів роботи у широкому діапазоні, який найбільш наближений до експлуатаційних умов. Формалізована оцінка безвідмовності силового обладнання при випробуваннях на основі самонавчання та розроблена методика вибору варіантів

схемних рішень стендів на основі аналізу динамічних характеристик силового обладнання. Визначена ефективність застосування групового випробування

силового обладнання, що дозволяє оцінювати якість виконання ремонтних робіт за техніко-економічними показниками.

УДК 629.42.001.76

Е.Д. Тартаковський, С.О. Міхеєв
E.D. Tartakovskiy, S.O. Miheev

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ ПЕРЕХІДНОГО ПЕРІОДУ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

BY DETERMINING THE OPTIMAL DURATION TRANSITIONAL WHEN UPGRADING TRACTION ROLLING STOCK

Результати дослідження впливу тривалості перехідного періоду до дотримання оптимальних термінів служби на розмір поточних витрат у сфері використання і капітальних вкладень при експлуатації, ремонті і модернізації ТРС показали різноспрямованість цього впливу на обидва показники. Дана обставина обумовлює необхідність установа

оптимальної тривалості перехідного періоду для ТРС кожного призначення з урахуванням обмеженості ресурсів та забезпечення найбільш ефективного їх використання.

Для визначення оптимальної тривалості перехідного періоду слід максимізувати функціонал

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n \mathcal{E}_j = f_1 K_1 + f_2 K_2 + f_3 K_3 + \dots + f_n K_n \Rightarrow \max,$$

де \mathcal{E}_{Σ} – сумарна за розрахунковий період економія поточних витрат від скорочення термінів служби всього ТРС, який використовується в експлуатації, грн; \mathcal{E}_j – економія поточних витрат за розрахунковий період від продовження терміну служби ТРС j -го призначення; n – число функціональних призначень ТРС, що використовуються в експлуатації, р.; $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ – прямі і сполучені капітальні вкладення за розрахунковий період на розширення й оновлення парку ТРС j -го виду, р.

При цьому на капітальні вкладення накладаються такі обмеження:

$$\sum_{j=1}^n K_j \leq K_{\Sigma}; K_j \geq K_{jm}.$$
 Тут K_{Σ} – сумарні

капітальні вкладення, які можуть бути виділені за розрахунковий період на модернізацію ТРС всіх призначень; K_{jm} – мінімально необхідні капітальні вкладення за розрахунковий період на ремонт ТРС j -го призначення, для підтримки поновлення їх парку на рівні базового року, грн. Для розв'язання наведеного вище функціонала необхідно використовувати математичний апарат динамічного програмування.

УДК 681.513

*Д.А. Іванченко, А.Ф. Агулов,
Ю.В. Білецький, О.В. Камчатний
D.A. Ivanchenko, A.F. Agulov,
Y.V. Biletskiy, O.V. Kamchatniy*

**МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЗА
THE METHOD FOR STUDYING THE DYNAMICS OF DIESEL
LOCOMOTIVE ENERGY**

Залізничний транспорт є потужною ланкою державної економіки, від ефективності якого залежить рівень розвитку народного господарства в цілому. Тому постійне підвищення техніко-економічних показників галузі є важливою й актуальною проблемою.

На сьогоднішній день тепловозний парк, який представляє вагому частину в забезпеченні перевезень, має високий ступінь як морального, так і фізичного зношення. Закупівля нового рухомого складу вимагає значного фінансування, тому альтернативним і економічно доцільним варіантом є модернізація існуючого парку за умови підвищення техніко-економічних показників.

Під час проведення модернізації тепловозів виникає необхідність визначення значень параметрів, що характеризують динаміку енергетичної системи тепловоза (ЕСТ). Неточне узгодження динамічних характеристик дизеля, передачі потужності, тягових електродвигунів і системи

управління, що складають ЕСТ, призводить до збільшення часу перехідних процесів, непродуктивної витрати палива, погіршення екологічних показників використання силової установки, зниження тягових якостей тепловоза в цілому.

Останнім часом широко впроваджується система управління на базі мікропроцесорної техніки, яка дозволяє враховувати додаткові фактори впливу на об'єкт регулювання і компенсувати їх завдяки закладеним у них функціям. Налаштування таких систем вимагає більш точних підходів у визначенні динаміки об'єкта регулювання – силової установки тепловоза.

Розрахунок, автоматизований за допомогою пакета Excel та Mathcad, проводився за відомими формулами залежності основних параметрів енергетичної системи тепловоза для різних позицій КМ та швидкості руху.

Динамічні параметри, отримані запропонованим методом, адекватні даним експериментальних досліджень.

УДК 629.424.14

*А.П. Фалендиш, М.В. Володарець,
І.В. Золотухін, Д.А. Шелест
A.P. Falendish, M.V. Volodarets,
I.V. Zolotuhin, D.A. Shelest*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ
INCREASE ENERGY EFFICIENCY OF SHUNTING DIESEL LOCOMOTIVES**

Ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів на залізничному транспорті можливе за рахунок збільшення

коефіцієнта корисної дії енергетичної системи та зменшення енергетичних витрат.

На залізницях України широко застосовуються маневрові тепловози, причому витрати палива на маневрові роботи становлять майже половину від загальної суми витрат дизельного палива локомотивами. Отже, підвищення енергоефективності маневрових тепловозів є вкрай важливим.

З аналізу розшифрувань БІСЕР випливає, що фактична витрата палива маневровими тепловозами звичайно перевищує витрату, зазначену у техпаспорті локомотива. Це викликано насамперед такими факторами: тривалим простоем локомотива, частою зміною позицій контролера машиніста, роботою на низьких позиціях тощо.

Режим роботи маневрових тепловозів характеризується різко змінним режимом роботи, при цьому 50 – 60 % часу він працює на холостому ході; 45 – 70 % – на низьких навантаженнях і лише 2 – 5 % часу – на номінальних навантаженнях.

Виявлено, що доволі ефективною є заміна існуючої дизель-генераторної установки маневрового тепловоза на дизель-генераторну установку малої потужності з накопичувачем енергії. Як можливі накопичувачі енергії можуть бути використані акумуляторні батареї, конденсатори високої ємності, гіроскопічні апарати.

Існують локомотиви, що експлуатуються закордоном, на яких застосовується подібна гібридна система. Це тепловози ТА 436.05 (718), GG10K GreenKid, GG20B GreenGoat. Було розраховано коефіцієнти технічного рівня для розглянутих маневрових локомотивів по відношенню до маневрового тепловоза ЧМЭЗ, які склали відповідно: $K_{ТА436.05(718)}=0,68$, $K_{GG10KGreenKid}=1,02$, $K_{GG20BGreenGoat}=1,32$.

З вищесказаного випливає, що створення гібридного локомотива на базі маневрового тепловоза ЧМЭЗ є доцільним рішенням, яке потребує негайної реалізації.

УДК 629.424.1

*А.П. Фалендиш, Н.Д. Чигирик, А.Л. Сумцов,
Е.В. Бондаренко, М.І. Брагін, В.С. Джус
A.P. Falendish, N.D. Chigirik, A.L. Sumtsov,
E.V. Bondarenko, M.I. Bragin, V.S. Dzus*

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЗМАЩЕННЯ НА ТЯГОВОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ

FUTURE IMPLEMENTATION CENTRAL LUBRICATION SYSTEMS ON TRACTION ROLLING STOCK

Одним з напрямів зменшення витрат на технічну експлуатацію тягового рухомого складу (ТРС) є застосування автоматичних централізованих систем змащення (АУЗС). Вони використовуються в різноманітних системах, де є потреба у зменшенні тертя, від верстатів до різних видів транспорту. У транспортній сфері найбільше поширення ці системи знайшли на важкій кар'єрній техніці та вантажних

автомобілях, де виявилася висока ефективність застосування цих систем.

З огляду на досвід експлуатації АЦСЗ на автомобільному транспорті можливо припустити, що застосування АЦСЗ на тяговому рухомому складі дозволить підвищити ресурс вузлів з підшипниками ковзання та кочення, зменшити час та трудомісткість проведення технічного обслуговування та поточного ремонту

завдяки зменшенню операцій, пов'язаних з ручним змащенням. Воно неминуче носить дискретний характер через об'єктивні причини та має неоптимальну витрату матеріалів.

Від теплових впливів на мастильні матеріали всередині підшипника мастило твердне і відкладається у внутрішні порожнини підшипника, що погіршує умови його роботи. Для збереження підшипника його необхідно періодично очищати і промивати. Розбирання або демонтаж вузла, особливо розташованого у важкодоступному місці, – дуже трудомістка і дорога операція. Але при застосуванні централізованої системи змащення ця проблема зникає за рахунок

постійного оновлення всього об'єму мастила у вузлі. При цьому малість порцій і можливість подавання їх безпосередньо під час роботи механізму виключає ефект появи масляної «шуби» навколо вузла. Цей ефект підтверджується багаторічною практикою застосування централізованих систем змащення в різних механізмах, включаючи ті, що працюють в найнесприятливіших умовах: у шахтах, кар'єрах, в пустелях.

Досвід використання централізованих систем змащення на паровозах та АЦСЗ на автотранспорті свідчить про великі перспективи запровадження комплексних систем змащення на локомотивах.

УДК 629.423.1

С.Г. Жалкін
S.G. Zhalkin

ЕКОНОМІЧНИЙ ЗАСІБ ПРОГРІВАННЯ ТЕПЛОВИЗНИХ СИСТЕМ

ECONOMIC MEAN OF WARMING UP OF TEPLOVOZNIKH OF SYSTEMS

Холодильні пристрої тепловозів забезпечують охолодження води та оливи дизеля, а також захист від перегрівання, але не захищають системи дизелів від переохолодження.

У теперішній час відомі основні чотири системи, що підтримують потрібний тепловозний режим дизелів тепловозів, які знаходяться у довготривалому простої: робота на холостому ходу (самопрогрівання); використання електроенергії від стороннього джерела або від працюючого дизель-генератора; казани-підігрівачі, які працюють на дизельному паливі (бортове прогрівання); використання теплової енергії деповських котелень або централізованого теплопостачання від міських теплових мереж (стаціонарний прогрів). Виконані розрахунки показали,

що найбільш економічним є використання порівняно недорогої теплової енергії деповських котелень. На промисловому транспорті доцільне використання вторинної теплової енергії металургійного виробництва, при виготовленні клінкеру у печах, які обертаються, та ін.

Недоліком установок прогрівання систем тепловозів, які розроблені в останні роки, є те, що вони мають централізований засіб підігрівання води з розташуванням загальних для всіх тепловозів теплообмінників у тепловому пункті, що призведе до змішування води охолодження дизелів різного ступеня забруднення тепловозів різних серій та дизель-поїздів.

У залежності від конструкції дизеля тепловоза і дизель-поїзда (з остовами із алюмінієвих сплавів або сталевих) та матеріалів систем охолодження

застосовується охолоджувальна вода з різними антикорозійними присадками. В експлуатації спостерігається відхилення основних показників якості від заданих нормами значень. Тому змішування охолоджувальної води різних дизелів при одночасному прогріванні заборонено. Крім того, застосування централізованих установок прогрівання викликає значні капітальні вкладення та експлуатаційні витрати.

Витрати значно скорочуються при прогріванні тепловозних систем із застосуванням індивідуальних теплоізоляованих технологічних колонок з малогабаритним серійним обладнанням (безфундаментними моноблоковими

насосами та пластинчастими теплообмінниками). Технологічні колонки розташовують на підвищених опорах (що не заважає персоналу) з установленням теплоізоляованого стояка до кожної колонки та гнучких рукавів з швидко-рознімними з'єднаннями – пароконденсаторпроводами у теплоізоляованих траншеях.

Застосування такої установки забезпечує одночасне прогрівання тепловозів та дизель-поїздів з різними дизелями, які мають охолоджувальну воду різних властивостей та якості без змішування у загальному бойлері, без будівництва теплопунктів. Термін окупності не перевищує двох років.

УДК 629.4.016

Ю.Є. Калабухін, О.В. Рудковський
Y.E. Kalabuhin, O.V. Rudkovskiy

**ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ
МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ЗА УМОВИ ЗМІННИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ФАКТОРІВ ТА З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ, ЩО
ВИКОНУЄТЬСЯ ПРОТЯГОМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ**

**DEFINITION OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS FOR
THE SHUNTING LOCOMOTIVES WITH VARIABLE OPERATING FACTORS
AND FEATURES OF THE ROBOTS PERFORMED DURING THE LIFE CYCLE**

Експлуатація маневрових тепловозів характеризується широким діапазоном потужності за величиною та тривалістю за часом, яка реалізується в залежності від роботи, а саме: виконання сортувальної роботи на гірці, виконання маневрової роботи на станції у пасажирському русі, виконання маневрової роботи на станції у вантажному русі, виконання вивізної роботи. Ці фактори обумовлюють відповідні техніко-економічні показники функціонування та ефективність

використання маневрових тепловозів в експлуатації. Крім того, для утримання маневрових тепловозів у технічно справному стані протягом життєвого циклу передбачено проведення капітальних та поточних видів ремонту, сервісного й технічного обслуговувань. За цих умов вартість життєвого циклу маневрового тепловоза, як основна складова техніко-економічних показників функціонування та ефективності використання, визначається за формулою

$$LCC_T = \left\{ \begin{aligned} & (C_t^{TPC} + B_t^{mp.}) \cdot \alpha_t + \sum_{t_n}^{t_n+T} (K_{од,t}^{syn} \cdot \alpha_t) + \sum_{t_n}^{t_n} ((C_t^{KP} + B_t^{mp.}) \cdot \alpha_t) + \\ & + \sum_{t_n}^{t_n} (S_t^M \cdot \alpha_t) + \sum_{t_n}^{t_n} ((C_t^M + B_t^{mp.}) \cdot \alpha_t) + \\ & + \sum_{t_n}^{t_n} ((I_t^{np.6} + I_{од,t}^{36} + I_{од,t}^a) \cdot \alpha_t) - L_t \cdot \alpha_t \end{aligned} \right\},$$

де C_t^{TPC} – ціна придбання маневрового тепловоза, грн; $B_t^{mp.}$ – витрати на транспортування маневрового тепловоза від місця придбання або проведення капітального ремонту чи модернізації до місця експлуатації, грн; $K_{од,t}^{syn}$ – супутні капітальні витрати, які необхідно здійснювати для впровадження маневрового тепловоза в експлуатацію, грн; C_t^{KP} – ціна капітального ремонту маневрового тепловоза, грн; C_t^M – ціна модернізації маневрового тепловоза, у випадку її виконання сторонніми підприємствами, грн; S_t^M – собівартість

модернізації маневрового тепловоза, у випадку її виконання власними силами локомотивного депо, грн; $I_t^{np.6}$ – прямі виробничі витрати в розрахунку на одиницю маневрового тепловоза, грн; $I_{од,t}^{36}, I_{од,t}^a$ – відповідно загальновиробничі та адміністративні витрати в розрахунку на одиницю маневрового тепловоза, грн; L_t – ліквідаційне сальдо у рік утилізації маневрового тепловоза, грн, t_n – початковий рік життєвого циклу, T – тривалість життєвого циклу; t_n^II, t_n^II – відповідно початковий та кінцевий рік етапу експлуатації маневрового тепловоза; α_t – коефіцієнт дисконтування.

УДК 629.423.1

О.Д. Жалкін
O.D. Zhalkin

СТАБІЛІЗАЦІЯ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСУ ТЕПЛОВИЗНИХ СИСТЕМ

STABILIZATION OF THE HEAT BALANCE DIESEL ENGINES

Існуючі системи тепловозів забезпечують охолодження води та оливи дизеля, а також захист від перегріву, але не захищають дизель від переохолодження. Підігрів тепловозних систем, як правило, виконується роботою дизелів на холостому ході або невеликих позиціях контролера машиніста – так званий самопрогрів, що призводить до марної витрати палива та

оливи, забруднення території відстою тепловозів шкідливими викидами, витрати моторесурсу дизеля та допоміжних агрегатів.

Розроблено багато різноманітних систем (установок), що підтримують потрібний тепловий режим дизелів тепловозів різними способами, але через недосконалу конструкцію камери

охолодження, наявність отворів вентиляції електричних машин значна частина тепла виходить у повітря. Підвищити ефективність прогріву систем тепловозів можливо за рахунок збереження отриманого тепла удосконаленням холодильної камери.

Ефект досягається тим, що в камері холодильника між секціями радіаторів та бокових жалюзі вмонтовано пристрій у вигляді гнучкої, наприклад гумової штори, або у вигляді ролети з ручним або механічним приводом, яка перекриває витік теплого повітря з дизельного приміщення та підсмоктування холодного повітря скрізь нещільності бокових жалюзі та заохлення. Кришки та жалюзі на вертикальній стінці холодильної камери зачиняються при роботі дизеля в штатному (поїзному) режимі, а гнучка штора змотується на вали, які розташовано біля колекторів.

Ефективність значно підвищується, якщо одночасно застосовувати рециркуляцію теплого повітря від

елементів з найбільшою теплоємністю (остов дизеля, картер дизеля з гарячою оливою та інше) до елементів з найменшою теплоємністю (секції радіаторів, трубопроводи). При відчинених оглядових люках вентилятор буде обдувати секції радіаторів теплим повітрям з дизельного приміщення, а не просмоктувати його, як це було раніше. Вмонтована гнучка штора перекриє відтік теплого повітря скрізь нещільності жалюзі заохлення. Понижуючий трансформатор та пристрій для зміни напрямку обертання моторвентилятора розташовано ззовні тепловоза, а живлення електромотора виконується окремою розеткою. На тепловозах з приводами вентиляторів у вигляді гідромоторів ззовні підводиться стиснута олива. Застосування удосконаленої системи прогріву тепловозних дизелів зменшує на 10 – 15 % кількість запусків дизелів або включень зовнішніх підігрівачів.

УДК 629.424.1: 529.4.016.2

*О.Д. Трихліб
A.D. Trihleb*

УДОСКОНАЛЮВАННЯ КОНТРОЛЮ – ГАРАНТІЯ ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ

IMPROVED CONTROL – GUARANTEED INCREASE OF FUEL ECONOMY

У цей час на залізничному транспорті широко застосовуються ємнісні датчики рівня палива, конструктивно реалізовані у вигляді коаксіальних труб, розташованих вертикально по всій висоті паливного бака тепловоза. Накопичено достатній досвід у використанні паливомірів на основі ємнісних датчиків рівня палива, транспортних вимірювальних схем і схем сполучення із зовнішніми пристроями, а також алгоритмів обробки інформації мікропроцесорними контролерами або

бортовими ЕОМ транспортних засобів, пристроїв відображення й сигналізації.

Однак при тривалому використанні ємнісного датчика даної конструкції можуть мати місце нагромадження погрішності вимірів і навіть, у деяких випадках, відмова в роботі датчика. Аналіз результатів проведених численних досліджень дозволяє встановити фізичні й конструктивні фактори, що впливають на чутливість, погрішність і перешкодозахисненість ємнісних датчиків і спрогнозувати шляхи поліпшення їхніх

вихідних характеристик, забезпечення аналізу якості моторного палива при одночасному вимірі діелектричної проникності й щільності палива.

Вбачається можливим спростити конструктивне рішення ємнісного датчика, знизивши витрати на його виготовлення й розширивши потенційний спектр його застосувань, запропоновано конструкцію поверхневого датчика, у якому електроди конденсатора перебувають усередині діелектрика, а рідина, рівень якої змінюється, – зовні.

Дослідження показали, що зі зменшенням товщини ізоляційного шару чутливість датчика до палива збільшується, при цьому відстань між пластинами

еквівалентного плоского конденсатора зменшується. Абсолютна чутливість датчика до палива мало залежить від товщини діелектрика, при цьому зі збільшенням товщини діелектрика підвищується власна ємність датчика.

Установлено, що для підвищення чутливості поверхневого ємнісного датчика рівня палива необхідно використовувати методи збільшення дипольного моменту напруженості електромагнітного поля. Це досягається шляхом збільшення відстані між електродами датчика й збільшенням напруги змінного струму між електродами. При цьому зниження частоти змінної напруги приводить до зростання лінійності вихідної характеристики датчика.

УДК 629.4.016

Ю.Є. Калабухін, Д.О. Горбунова
Y.E. Kalabuhin, D.A. Gorbunova

**РЕЗЕРВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ
МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО
РЕГУЛЯТОРА ЧАСТОТИ ОБЕРТІВ ТА ПОТУЖНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
УСТАНОВКИ**

**RESERVES OF THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF MANEUVERING
ROVYN LOCOMOTIVES THROUGH THE USE OF ELECTRONIC CONTROL OF THE
FREQUENCY OF ROTATION OF THE POWER PLANT AND POWER**

На теперішньому етапі розвитку економіки України перед залізничним транспортом ставляться задачі з освоєння перевезень та подальшого розвитку тягового рухомого складу. Для вирішення цих задач необхідно проведення значних організаційно-технічних заходів.

Одним з пріоритетних напрямків розвитку залізничного транспорту України є оновлення тягового рухомого складу як за рахунок закупівлі нового, так і за рахунок модернізації того, що існує. Звичайно, цьому передують відповідне техніко-економічне обґрунтування, яке має доповнюватися оцінкою екологічних показників використання засобів

тепловозної та дизельної тяги з урахуванням особливостей її експлуатаційної роботи.

Експлуатація маневрових тепловозів характеризується значною роботою енергетичної установки за часом на режимах холостого ходу, малих навантажень, а також на перехідних режимах з позиції на позицію контролера машиніста. Внаслідок цього робочий процес у циліндрах дизеля характеризується погіршенням умов згоряння палива, що супроводжується значними викидами шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Застосування сучасного електронного регулятора частоти обертання та потужності енергетичної установки дозволяє поліпшити експлуатаційні характеристики маневрових тепловозів за рахунок вдосконалення системи регулювання дизеля, що приводить до економії дизельного палива, подовження строку служби локомотива в цілому та окремих вузлів, а також до зменшення димності й токсичності газів, що відпрацювали.

Використання нової технології, настроювання і регулювання дизель-генераторів маневрових тепловозів на основі електронної мікропроцесорної системи, замість морально застарілих штатних регуляторів, позитивно відбивається на якості роботи дизеля, покращується протікання перехідних процесів, про що свідчить поліпшення екологічних характеристик, зокрема зниження викидів оксидів азоту і вуглецю, зниження димності і викидів сажі.

УДК 629.4.083

В.І. Коваленко
V. Kovalenko

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ УМОВНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗОН ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ

APPLICATION OF METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS IN DETERMINING CONTINGENT CLIMATIC ZONES OF OPERATION OF LOCOMOTIVES

Один з найбільш вірогідних варіантів підвищення ефективності системи технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу (ТОР ТРС) вбачається в обґрунтованому на основі математичних методів визначенні експлуатаційних зон для збирання статистичних даних про експлуатаційні показники локомотивів на території України з урахуванням кліматично-географічного фактора для оптимізації ремонтно-експлуатаційної нормативної бази існуючої системи ТОР ТРС.

Для більш точного обліку та визначення впливу зовнішніх факторів на локомотиви, а значить, і на систему ТОР ТРС може бути застосований спосіб, заснований на перевірці суттєвості розбіжностей між двома середніми вибірок, одержаних для різних зон експлуатації локомотивів.

Суть методу полягає в перевірці нуль-гіпотези H_0 з рівнем значимості α , яка полягає в неістотності розрізень між

законами розподілу критерію надійності локомотивів, що розглядається, одержаних за вибірками для різних зон експлуатації, якщо умови експлуатації не чинять суттєвого впливу на надійність локомотивів, а значить, передбачає, що вибірки підпорядковані одній і тій самій випадковій величині R . Критерієм кількісної міри істотності вказаних розрізень є імовірність P того, що випадкова величина R прийме значення не менше ніж дійсна величина r_0 , визначена за досліджуваними вибірками та рівна різниці між середніми кожної вибірки.

Результати перевірки істотності розбіжностей між середніми вибірок показників надійності тепловозів по різних зонах експлуатації України свідчать про суттєві розрізнення умов експлуатації.

Проведений аналіз дає передумови до розробки часткових, багатофакторних математичних моделей функціонування системи ТОР ТРС по кожній експлуатаційній зоні локомотивів, що дасть

зможу зменшити експлуатаційні витрати на підтримання у працездатному стані ТРС за рахунок більш точного та обґрунтованого

визначення обсягів ТО і ПР, а також термінів проведення діагностичних операцій обладнання локомотивів.

УДК 629.424

Д.О. Гордієнко
D.O. Gordienko

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ ЧМЕЗ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF WORK OF DIESEL-LOCOMOTIVE SHUNTER CHMEZ ON THE RAILWAYS OF UKRAINE

Аналізуючи питомі витрати дизельного палива, отримані розшифровкою даних системи контролю витрати палива типу БС-Р тепловозів ЧМЕЗ, депо Харків-Сортувальний (ТЧ-10), можна виявити, що питома витрата палива маневровими тепловозами може досягати від 0,3 до 0,8 кг/кВт·год, при паспортній витраті дизелем К6310DR 0,220 кг/кВт·год дизельного палива при номінальній потужності.

Значний вплив на підвищену витрату дизельного палива маневровими тепловозами мають особливості умов експлуатації тепловозів при виконанні маневрової роботи:

- тривалі простой в проміжках між роботою, що доходять до 60 % бюджету робочого часу локомотива;
- часте перемикання контролера з однієї позиції на іншу, що призводить до частих змін потужності дизеля;
- швидке набирання і скидання позицій контролера машиніста;
- часта зміна напрямку руху.

Крім того, під час простою тепловозів у зимовий період потрібне періодичне

прогрівання дизеля для підтримки температури води в системі охолодження, що збільшує непродуктивну витрату дизельного палива.

Характеристики як дизеля К6310DR, так і інших дизелів не в повній мірі відповідають існуючій специфіці маневрової роботи, про що свідчать залежності зміни питомої витрати палива за тепловозною характеристикою. Оскільки у дизелів питома ефективна витрата палива із зменшенням навантаження і частоти обертання колінчастого вала збільшується, досягаючи найбільших значень на режимах малих навантажень, це негативно відображається на паливній економічності тепловозів, оскільки в умовах реальної експлуатації саме на цих режимах більшу частину від загального часу роботи працюють дизелі маневрових тепловозів. Таким чином, паспортне значення витрати дизелем палива при номінальній потужності не може бути застосоване як основний критерій паливної економічності маневрового тепловоза.

УДК 629.4.02.7.11

Д.М. Коваленко
D. Kovalenko

ОЦІНКА РЕЖИМІВ ВИПРОБУВАНЬ МОТОРНО-ОСЬОВИХ ПІДШИПНИКІВ ТЕПЛОВОЗІВ

ASSESSMENT TEST MODE MOTOR-AXIAL BEARINGS OF LOCOMOTIVES

Характер динамічної дії на МОП є надзвичайно складним і потребує спеціального і самостійного вивчення.

При розрахунку сил, діючих на МОП, вводимо такі допущення:

- приймаємо характер роботи КМБ як квазістатичний;
- розрахункові навантаження на КМБ розглядаємо як зосереджені;
- на носик ТЕД діє тільки вертикальна реакція (реакції, викликані силами тертя, спростимо);
- приймаємо, що поперечні сили, по напрямку руху локомотива, сприймані

колісною парою в процесі руху тепловоза, не впливають на величину реакції в МОП;

- розрахунок проводимо для випадку, коли рух тепловоза здійснюється на горизонтальній ділянці колії.

Одним з найголовніших факторів руху локомотива є швидкість, яка може бути встановленою, рівноприскореною (рівноуповільненою). Але рух локомотива по реальному профілю проходить в несталому режимі і його опис вимагає використання диференційного та інтегрального розрахунку, приймаючи до уваги поряд з миттєвою швидкістю й середні швидкості руху по часу й колії.

УДК 629.424-82

О.О. Анацький
A. Anatskyu

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВОЗІВ З ГІДРО-МЕХАНІЧНИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ

ANALYSIS OF OPERATING PERFORMANCE LOCOMOTIVES WITH HYDRO-MECHANICAL GOVERNOR

Проведений аналіз стану парку та його старіння показав, що при подовженні експлуатації тепловозних дизелів виникає проблема забезпечення стабільності швидкісних характеристик на режимах зміни частоти обертання колінчастого вала й відповідно зміни їх потужності. При цьому складні гідро-механічні регулятори, що встановлені на всіх тепловозах і оснащені додатково коректорами наддуву, гідравлічним ізодромом і рядом інших

вузлів, не в змозі забезпечити встановлені режими енергосилової установки. Крім цього, основним недоліком цих регуляторів є недостатнє забезпечення нормальної роботи дизеля на перехідних режимах і їх складність в обслуговуванні та ремонті. Тому доцільність їхньої заміни сучасними електронними регуляторами є найбільш виправданою. Про це свідчить і закордонний досвід.

УДК 629.4.082.2

Д.О. Аулін
D.A. Aulin

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗРОЗБІРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВНИХ СИСТЕМ ТА ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ ВІД ВУГЛЕЦЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ТЕПЛОВИЗІВ

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF TREATMENT TECHNOLOGY FUEL SYSTEMS AND FUEL SYSTEMS OF DIESEL ENGINES WITHOUT DISASSEMBLING THE CARBON DEPOSITS ON THE PERFORMANCE OF DIESEL

Якість розпилювання палива в камері згоряння характеризується середнім діаметром крапель або дисперсністю розпилювання, неоднорідністю розподілу палива в паливному факелі, кутом розкриття паливного струменя і його далькостійкістю. Ці параметри розпилювання палива в значній мірі визначають ефективність сумішоутворення в камері згоряння і, як наслідок, якість процесу згоряння – основного процесу робочого циклу.

Однією з найбільш поширених причин погіршення якості розпилювання палива в циліндрі дизеля форсунками є відкладення вуглецевих відкладень на деталях паливної апаратури. Для вирішення цієї проблеми була розроблена і впроваджується технологія безрозбірної очищення паливної системи і циліндропоршневої групи теплових дизелів з використанням спеціальної миючої рідини з високою концентрацією миючих компонентів – поверхнево-активних речовин (ПАР).

Розроблена технологія пройшла ряд

випробувань, які були організовані і проведені для визначення її ефективності. Для визначення впливу технології безрозбірної очищення на якість розпилювання палива при випробуваннях застосовувався метод уловлювання крапель гліцерином з наступним мікроскопічним аналізом і обробкою результатів за допомогою спеціального програмного забезпечення. Дослідження показали, що при збереженні тиску подачі палива застосування технології безрозбірної очищення приводить до зменшення розміру утворених крапель. Це тягне за собою збільшення питомої поверхні, прискорення випаровування палива, і, як наслідок, поліпшення сумішоутворення. Для визначення теплотехнічних параметрів при стаціонарних випробуваннях використовувалася вимірювальний комплект розроблений на основі високотемпературних датчиків тиску, що дозволило робити вимір і відображення індикаторної діаграми двигуна з використанням персональних ЕОМ.

УДК 629.4.053

Д.В. Ломотько, О.М. Горобченко
D.V. Lomotko, O.M. Gorobchenko

РОЗРОБКА ДИНАМІЧНОЇ БАЗИ ЗНАНЬ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЛОКОМОТИВОМ

DEVELOPMENT OF A DYNAMIC KNOWLEDGE BASE FOR INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS LOCOMOTIVE

На сьогодні інтелектуальні технології набули широкого розвитку в техніці. Вони

дозволяють найбільш повно використовувати переваги класичних систем

автоматичного керування та керування людиною-оператором. Одним з основних елементів інтелектуальних систем керування є база знань. Існує декілька методів представлення знань у вигляді моделей – логічних, мережевих, фреймових, продукційних. Для завдання керування рухомим складом прийнята продукційна модель, де використовуються деякі елементи логічних і мережевих. Із логічних моделей запозичена ідея правил висновку, які тут називаються продукціями, а з мережевих моделей – опис знань у вигляді семантичної мережі. В результаті застосування правил висновку до фрагментів мережевого опису відбувається трансформація семантичної мережі за рахунок зміни її фрагментів, нарощування мережі та виключення з її непотрібних фрагментів. Таким чином, у продукційних моделях процедурна інформація явно виділена і описується іншими засобами, ніж декларативна інформація. Замість логічного висновку, характерного для логічних моделей, у продукційних моделях з'являється висновок на знаннях.

База знань, що розробляється, має бути відкритою до придбання нових правил, причому бажано в автоматичному режимі. В такому випадку база буде відповідати поточним завданням і відображати принципи керування рухомим складом в теперішній час, а не на момент, коли база проектувалась у минулому.

Для організації роботи бази створено комп'ютерну програму мовою програмування Visual Basic. База знань подана в табличній формі, де стовбцями є перелік сигналів, що отримуються системою під час руху поїзда, а саме маса складу, кількість осей, поточний ухил, наступний ухил, швидкість, відстань до кінця поточного ухилу, відстань до світлофора, сигнал світлофора, відстань до ділянки з обмеженням швидкості, величина обмеження швидкості, сигнал буксування,

розгін або гальмування, складність поточної нештатної ситуації, положення контролера та кранів машиніста, тиск у гальмівній магістралі та інше. Через визначений проміжок часу система опитує стан всіх датчиків та заносить до бази поточну поїзну ситуацію. Автоматично відбувається підрахунок тотожних ситуацій. Якщо до моменту спостереження подібної ситуації не було зафіксовано, то програма створює новий рядок у базі знань з новим правилом (продукцією). Після завершення поїздки в основну базу знань, що може розміщуватись на віддаленому сервері, вносяться корегування. Таким чином, файл на сервері є своєрідною пам'яттю, в якій зберігаються усереднені дані всіх поїздок усіх локомотивів, обладнаних системою інтелектуального керування.

При створенні достатнього обсягу знань, ця база буде використовуватись вже як джерело знань для систем інтелектуального керування локомотивами. Вона буде містити досвід багатьох поїздок, і на її підставі інтелектуальний агент керування локомотивом буде давати рекомендації машиністу в тій чи іншій ситуації.

Програму протестовано на моделі руху поїзда і доведено її працездатність. Для реалізації запропонованої системи на діючих локомотивах необхідне дообладнання їх потрібними датчиками, системою просторового позиціонування, ЕОМ. Кількість датчиків та додаткового обладнання, що має бути встановлено на рухомому складі, залежить від обсягу інформації, що буде заноситись у базу знань. Сучасний рівень розвитку цифрових вимірювальних приладів дозволяє говорити про цілковиту реальність впровадження інтелектуальних систем на локомотивах. Затрати на ці заходи будуть незначними у порівнянні з очікуваним економічним ефектом.

УДК 629.421:621.355

К.О. Рябко, Є.В. Щербина
K.O. Ryabko, E.V. Shcherbina

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ
АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЛОКОМОТИВІВ**

**THEORETICAL JUSTIFICATION EXTEND THE LIFE OF THE BATTERY
LOCOMOTIVES**

Розроблено аналітичний опис рідинних акумуляторних батарей локомотивів, що дозволяє враховувати при розрахунку ступінь розряду, технічний стан, вплив максимальних значень пускових струмів у діапазоні розрахункових умов, прийнятих при проектуванні кіл живлення локомотивів.

На основі математичної моделі отримано параметри електричних характеристик акумуляторів для розрахунку мінімального струму акумуляторної батареї при пуску, необхідного для надійної роботи пускової системи, а також для живлення приладів безпеки та допоміжного обладнання як тепловозів, так і електровозів.

Показано, що вольт-амперну характеристику свинцево-кислотного акумулятора стосовно розрахунку пікового струму можна вважати прямолінійною в усьому діапазоні можливих значень струму, при цьому похибка випрямлення не перевищує 5 %.

При розрахунку мінімально можливих значень пускових струмів для вибору оптимального схемотехнічного рішення пускової системи необхідно враховувати зміну внутрішнього опору акумулятора залежно від ступеня розряду і температури навколишнього середовища, оскільки він, навіть при штатних умовах експлуатації, може збільшуватися в 2,2 разу в порівнянні з опором зарядженого акумулятора при температурі 25 °С.

У технічних характеристиках акумуляторних батарей локомотивів доцільно вказувати внутрішній опір, віднесений до номінальної ємності, що дозволяє оцінити і зіставити вольт-амперні характеристики акумуляторів різних типів.

Ведуться роботи щодо подовження терміну служби акумуляторних батарей електровозів постійного струму за рахунок адаптації їх до умов експлуатації та застосування нових технологій відновлення ємності.

УДК 621.316726:321.311.1

О.Д. Супрун
O.D. Suprun

**АНАЛІЗ СИСТЕМ ГАРАНТОВАНОГО ЖИВЛЕННЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ НОВІТНІХ
КОМПЛЕКТНО-БЛОЧНИХ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ ТА СПОЖИВАЧІВ СЦБ**

**ANALYSIS OF THE SYSTEMS OF ASSURED FEED OF OWN CHARGE NECESSITIES
THE NEWEST COMPLETELY-SECTIONAL HAULING SUBSTATIONS AND
CONSUMERS OF SCB**

У роботі вирішено завдання подальшого вдосконалення систем гарантованого

живлення новітніх комплектно-блочних тягових підстанцій шляхом використання

дизель-інерційних УГЖ на основі суміщених електричних машин.

Розроблені математичні співвідношення дозволили обґрунтувати принципи побудови дизель-інерційних УГЖ, виконаних на базі електричних машин з двома статорами обмотками, що забезпечують гальванічну розв'язку ланцюгів тягової мережі та шин гарантованого живлення особливо відповідальних електроприймачів власних потреб підстанції та СЦБ. У таких установках вдається забезпечити безперебійність

електропостачання і приблизно удвічі зменшити відхилення напруги, викликані збуреннями в ланцюзі тягової мережі.

Запропоновані способи і засоби парирування збурень забезпечують виконання вимог електроприймачів до якості електроенергії з підтримки частоти напруги, що виробляється, в діапазоні 1 Гц і при цьому вдається збільшити коефіцієнт розрядки маховика від 6 % до 78 %, тобто в 13 разів. Запропоновані схемні рішення забезпечують поліпшення форми кривої напруги, що виробляється.

УДК 621.314:621.331

В.С. Нікулін
V.S. Nikulin

ЗМЕНШЕННЯ КОМУТАЦІЙНИХ ВТРАТ ПРИ ВИМИКАННІ СИЛОВИХ КЛЮЧІВ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕРС НА IGBT МОДУЛЯХ

REDUCTION OF COMMUTATION LOSSES IN CASE OF SHUTDOWN OF THE POWER KEYS OF TRANSFORMERS OF ERS ON THE IGBT MODULES

Приєднання при одноопераційній комутації снаберних конденсаторів дозволяє практично позбавитися від комутаційних втрат також і при вимиканні силових транзисторів фазного модуля інвертора ЕРС та обмежити крутість фронтів вихідної напруги.

При переводі струму з силового транзистора фазного модуля на зворотний діод вузол одноопераційної комутації може

не підключатися, якщо струм навантаження досить великий. Однак при малих струмах навантаження його підключення дозволяє прискорити розряд конденсатора та обмежити тривалість комутаційного інтервалу. Якщо підключати вузол одноопераційної комутації в кожен комутацію, то можна здійснити незалежне від струму навантаження управління схемою.

УДК 621.333.001.4

Д.Л. Сушко
D.L. Sushko

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

AUTHENTICATIONS OF ELECTROMECHANICS PARAMETERS OF HAULING ENGINES OF DIRECT CURRENT

Тягові двигуни, які пройшли капітальний ремонт, найчастіше не відповідають номінальним (паспортним)

параметрам нових двигунів. Очевидно, що з ремонту виходить практично новий ТД з погіршеними характеристиками міді і сталі,

з новою навантажувальною здатністю, що впливає на нормальну роботу ТД. У зв'язку з цим, експлуатація відремонтованого ТД у колишньому (доремонтному) режимі може призвести до виникнення нових відмов, пов'язаних не стільки з якістю ремонту, скільки з невідповідністю параметрів ТД технічним вимогам.

Тому для підвищення якості і автоматизації випробувань тягових двигунів в умовах електроремонтних підприємств бажано застосовувати методи

ідентифікації, які дозволяють визначати електромеханічні параметри тягових двигунів при робочих алгоритмах функціонування останніх. Як показали дослідження, в найбільшому ступені основні вимоги до методів ідентифікації, зазначених вище, задовольняє метод простору станів, який базується на знанні миттєвих значень змінних стану тягових двигунів (сигналів струму, напруги, миттєвої потужності в силових ланцюгах ТД, частоті обертання).

УДК 629.3.03

Ю.І. Гусевський, М.М. Одегов
U.I. Gusevskiy, M.M. Odegov

**ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА
ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ ІНДУКТИВНОСТІ
ОБМОТКИ ЗБУДЖЕННЯ ТЕД ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**FEATURES OF DESIGN OF HAULING TRACTION ELECTRIC
ENGINE OF DIRECT CURRENT TAKING INTO ACCOUNT THE CHANGE OF
INDUCTANCE OF PUTTEE OF EXCITATION OF TED DIRECT CURRENT**

В даний час на залізницях України експлуатуються придбані електропоїзди з реостатно-контакторною системою пуску ТЕД. Для підвищення надійності і ефективності роботи систем електропоїздів їх конструкція постійно удосконалювалася. На електропоїздах застосовані більш потужні ТЕД, вдосконалені силові контактори, упроваджена система рекуперативно-реостатного гальмування, розроблені нові перетворювачі для живлення ланцюгів власних потреб. Істотні зміни відбулися і в механічній частині. Розроблені нові візки, здійснений перехід на нову базову довжину кузова 25 м за рахунок уніфікації вагонів приміського сполучення.

Незважаючи на це, в цілому за конструкцією, параметрами і властивостями нові приміські поїзди вітчизняного виробництва за своїм технічним рівнем істотно відстають від

сучасних вимог. В основному це визначається значною масою вагонів і електроустаткування; наявністю ступінчастого реостатно-контакторного управління ТЕД і підвищеною витратою енергії на тягу.

Підвищення тягово-енергетичних і експлуатаційних показників електропоїздів є актуальним і комплексним завданням. Воно включає розробку нових кузовів, візків і електроустаткування або їх модернізацію з метою зниження витрат в умовах експлуатації. Причому найбільшу частку цих витрат у даний час складають витрати на електроенергію. І визначаючи основні напрями вдосконалення електропоїздів постійного струму з метою зниження витрати електроенергії, необхідно виконати додаткові дослідження режимів роботи тягового електропривода існуючого ЕПС в умовах експлуатації. Для цього необхідне створення уточнених

математичних моделей тягового електропривода. І, насамперед, це необхідно починати з глибшого математичного опису тягового двигуна. Існуючі математичні моделі враховують конструктивні особливості ТЕД, вплив вихрових струмів і так далі, але при цьому

індуктивність обмотки збудження ТЕД приймалася незмінною. Тому в даний час з урахуванням збільшеного рівня засобів обчислювальної техніки можна імітувати тяговий двигун з індуктивністю, що змінюється. Це наблизить математичну модель до зразка, що діє.

УДК 621.316726:321.311

В.В. Панченко
V.V. Panchenko

ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ВИПРЯМЛЯЮЧОГО АГРЕГАТУ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З КОНТАКТНОЮ МЕРЕЖЕЮ

ESTIMATION OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF STRAIGHTENING AGGREGATE OF HAULING SUBSTATION OF DIRECT CURRENT WITH THE CONTACT NETWORK

Відповідно до вимог електромагнітної сумісності перетворювальний агрегат має забезпечувати задану якість електричної енергії на виході тягової підстанції, не створюючи при цьому електромагнітних завад для ЕРС, пристроїв автоматики, СЦБ і телемеханіки.

В системі «випрямляючий агрегат – контактна мережа – навантаження» елементи здійснюють взаємний вплив один на одного. Це призводить до коливань та відхилень значень випрямленої напруги в контактній мережі. Водночас електропостачання ЕРС від випрямляючих агрегатів тягових підстанцій супроводжується генерацією в контактну мережу гармонік і, як наслідок,

електромагнітним впливом тягової мережі на суміжні електроустановки, що може перешкодити їх нормальному режиму роботи.

Відхилення показників якості електричної енергії в контактній мережі викликає необхідність застосування додаткових заходів для покращення електромагнітної сумісності випрямляючого агрегату тягової підстанції постійного струму з контактною мережею. Вирішення цієї задачі можливе лише шляхом забезпечення необхідної якості електричної енергії на виході тягової підстанції постійного струму в усіх нормальних режимах роботи тягової мережі і тягового навантаження.

УДК 621.316.9.015.3

О.І. Акімов, А.В. Нерубацька
O.I. Akimov, A.V. Nerubatskya

ЗАХИСТ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

PROTECTION OF OVERHEAD LINES FROM LIGHTNING SURGES

Під час експлуатації ізоляція повітряних ліній електрифікованих

залізниць підпадає під дію як робочої напруги, так і різних видів перенапруг.

Розглянуто розрахункові випадки дії грозових перенапруг на повітряні лінії. Показано, що через специфіку повітряних ліній, що розглядаються, найбільш небезпечним є випадок удару блискавки в опору.

Розглянуто напруги, що діють на ізоляцію лінії, для цього випадку. Показано, що такі напруги, як правило, не становлять небезпеки для лінії з нормальною ізоляцією, а місця з послабленою ізоляцією мають бути захищені індивідуально.

УДК 621.314.1

А.Г. Масменан
A.G. Mastepan

ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЕЛЕКТРОВОЗА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИМ ТЯГОВИМ ДВИГУНОМ

TRACTION ELECTRIC LOCOMOTIVE DC BRUSHLESS-INDUCTOR TRACTION ENGINE

Використання вентильно-індукторного привода (ВІП) дозволяє покращити економічні і технічні показники електровоза, але потребує використання новітніх технічних рішень, при проектуванні електровоза. Для забезпечення якісної роботи ВІП розроблена схема з двократним перетворенням електричної енергії, що дозволяє використовувати тягові двигуни з

меншою напругою живлення, забезпечуючи меншу вартість тягового двигуна.

Схема живлення з двократним перетворенням енергії дозволяє покращити методи керування вентильно-індукторним приводом. Що дозволяє зменшувати пульсації моменту на валу двигуна та покращити вібро-акустичні характеристики.

УДК 621.313.333.2

Ю.І. Гусевський, А.В. Бондаренко
U.I. Gusevskiy, A.V. Bondarenko

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ІЗ ДВОФАЗНИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ

THE CONTROL SYSTEM OF THE TWO-PHASE ELECTRIC TRACTION MOTORS

Використання двофазних тягових двигунів на електровозах постійного струму дозволяє покращити енергетичні характеристики електровоза. При цьому зменшуються пульсації вхідного струму.

Розроблена система керування дозволяє забезпечити якісні характеристики привода та збільшити енергоефективність. Побудована на сучасній елементній базі з урахуванням усіх норм безпеки на залізничному транспорті.

УДК 621.327

К.В. Ягун
К.В. Іагур

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ ДУГОВОГО РОЗРЯДУ
ЧЕРЕЗ ОБМЕЖУВАЛЬНИЙ РЕАКТОР У ПАКЕТІ ПРИКЛАДНИХ
ПРОГРАМ MATLAB**

**DESIGN OF PROCESSES IN THE SYSTEM OF FEED OF ARC DIGIT THROUGH
THE RESTRICTIVE REACTOR IN PACKAGE APPLICATION PROGRAMS
OF MATLAB**

Для оцінки небезпечних значень струмів і напруги, яка виникає в електричних колах, важливим є виконання розрахунків параметрів, при яких виникають дугові розряди. Поява дуги може бути пов'язана з виникненням в електричній мережі короткого замикання, з комутаціями в електричних апаратах, при використанні устаткування електрозварювання. При цьому вольт-амперні характеристики дугового розряду мають нелінійний характер, що створює труднощі в розрахунку і аналізі електричних схем, в яких він виник.

Для дослідження електромагнітних процесів у системі живлення дугового

розряду було складено сигнальний граф для рівнянь, що описують резистивне коло, що живиться від змінного струму, в якому виникає дуговий розряд. На основі складеного сигнального графа була реалізована і досліджена візуальна модель системи живлення дугового розряду через обмежувальний реактор у пакеті прикладних програм Matlab. У результаті досліджень встановлено, що при зниженні живильної напруги в мережі виникає ділянка нульового струму, на якій струм дуги збігається з напругою живильної мережі.

УДК 621.316726:321.311

О.А. Плахтій
О.А. Plahtiy

**ПІДВИЩЕННЯ УМОВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТЯГОВОЇ
ПІДСТАНЦІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ І ПРОМИСЛОВОЇ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ
АКТИВНОЮ КОМПЕНСАЦІЮ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ**

**RISE OF CONDITIONS OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF HAULING
SUBSTATION OF DIRECT CURRENT AND INDUSTRIAL ELECTRIC NETWORK
BY THE ACTIVE COMPENSATION OF REACTIVE POWER**

Підвищення умов електромагнітної сумісності тягової підстанції постійного струму і промислової мережі, а також підвищення коефіцієнта потужності найбільш доцільно досягати застосуванням силових активних фільтрів. Схемотехнічно

силові активні фільтри можна поділити на послідовні і паралельні. Послідовні силові активні фільтри дозволяють реалізовувати рекуперацію енергії в промислову мережу. Однією з найефективніших схем є схема випрямляча-Вієна.

Системи управління силовими активними фільтрами, засновані на сучасній теорії потужності, дають можливість реалізовувати коефіцієнт потужності мережі, близький до одиниці, і підвищити ККД системи енергопостачання.

Також у роботі створена альтернативна система управління, заснована на Фур'є-аналізі, та побудовані імітаційні matlab-моделі систем корекції коефіцієнта потужності, що підтверджують теоретичні висновки.

УДК 629.4.014

С.І. Яцько, Я.В. Ващенко
S.I. Yatsko, Y.V. Vashchenko

МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ В УМОВАХ НЕДОСТАТНЬОЇ ТА НЕДОСТОВІРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

METHODS OF DIAGNOSTICATING OF THE TECHNICAL STATE OF EQUIPMENT OF ROLLING STOCK ARE IN THE CONDITIONS OF INSUFFICIENT AND UNRELIABLE INFORMATION

Технічний стан обладнання рухомого складу, його працездатність оцінюється за значеннями технічних параметрів, зміни яких викликані багатьма причинами і, як правило, при цьому виключена можливість встановлення однозначних зв'язків між змінами самих параметрів та причинами, що викликають такі зміни. Прогнозування надійності, засноване на спостереженні прямих або непрямих прогнозних факторів,

дозволяє виконувати моніторинг та оцінку стану обладнання в процесі його роботи (експлуатації).

В роботі розглянуті методи статистичного діагностування в умовах невизначеності. Наведені моделі визначення факторів впливу на обладнання рухомого складу для оцінки його технічного стану.

УДК 621.333.001.4

Н.П. Карпенко
N.P. Karpenko

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ МАГНІТНОГО КОЛА ДОДАТКОВИХ ПОЛЮСІВ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ПУЛЬСУЮЧОГО СТРУМУ

FEATURES OF COMPUTATION OF MAGNETIC CIRCLE OF ADDITIONAL POLES OF HAULING ENGINES OF PULSATING CURRENT

Магнітне поле додаткових полюсів (ДП) являє собою складний магнітопровід зі збудженням від обмоток, по яких протікає струм кола якоря. Комутуюче магнітне поле ДП має змінюватись пропорційно струму якоря, у зв'язку з цим у робочому діапазоні навантажень магнітне

коло ДП повинно бути з лінійними властивостями. При пульсуючому живленні лінійність магнітного кола порушується внаслідок впливу вихрових струмів. Для кількісного врахування цього явища магнітні потоки пропонується визначати з використанням схем заміщення.

Особливістю розрахунку магнітних потоків є врахування неоднорідності зміни магнітного поля, залежність магнітної

проникності від структури магнітного кола, а також вплив сполученості потоків головних і додаткових полюсів у станині.

УДК 621.314.57

О.І. Семененко
O.I. Semenenko

ВХІДНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЕЛЕКТРОВОЗА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З БЕЗКОЛЕКТОРНИМИ ТЕД

THE INPUT CONVERTER ELECTRIC DC TRACTION MOTORS WITHOUT RESERVOIR

Система тягового електропостачання постійного струму має відносно низький рівень напруги 3,3 кВ, що не дозволяє суттєво збільшувати навантаження на контактну мережу. Радикальним рішенням цієї проблеми є підвищення напруги в мережі і технічна реалізація такої системи тягового електропостачання на сьогодні не викликає особливих труднощів. Не вирішеним залишається питання побудови електрорухомого складу постійного струму на підвищену напругу живлення.

Вхідний перетворювач такого електрорухомого складу має знижувати рівень вхідної напруги до необхідного для живлення ТЕД у режимі тяги, а також підвищувати напругу від ТЕД у режимі рекуперативного гальмування для повернення електроенергії в тягову мережу. Як навантаження вхідного перетворювача можуть бути безпосередньо підключені ТЕД постійного струму при модернізації існуючого електрорухомого складу або інвертор для живлення безколекторних ТЕД на новому електрорухомому складі.

УДК 621.333.3:621.314.57

О.О. Краснов
A.A. Krasnov

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЯГОВОЇ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ У БОРТОВИХ КОМПЕНСАТОРАХ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ

A MATHEMATICAL MODEL OF AC TRACTION SYSTEM FOR STUDY OF PROCESSES IN ELECTRIC LOCOMOTIVES ONBOARD REACTIVE POWER COMPENSATORS

Система тягового електропостачання змінного струму напруги 25 кВ, 50 Гц має ряд недоліків енергетичного характеру і потребує модернізації. Одним з найважливіших напрямків досліджень при цьому є компенсація реактивної потужності на тягових підстанціях та

електрорухомому складі (ЕРС). Проблемі компенсації реактивної потужності на ЕРС на сьогодні не приділяється належна увага.

Дослідження показують, що пасивний LC-компенсатор на ЕРС може бути доповнений активним фільтром на базі 4q-S-перетворювача. Це забезпечує фільтрацію

вищих гармонік первинного струму електровоза, при цьому фазовий зсув між основними гармоніками напруги та струму наближається до нуля, а коефіцієнт потужності ЕРС зростає до $0,95 \div 0,97$ в усьому діапазоні регулювання. Це зумовлює не тільки покращення показників якості електроенергії, а й зниження її питомих витрат на тягу поїздів на 1-1,3 %.

Математична модель системи електропостачання (СЕР) змінного струму має включати в себе такі об'єкти: 1) система зовнішнього електропостачання; 2) тягова підстанція; 3) тягова мережа; 4) електровоз. Основні етапи побудови моделі: 1) формування структурної схеми СЕР; 2) формування схем заміщення елементів СЕР; 3) складання систем рівнянь, що описують електромагнітні процеси в елементах системи; 4) реалізація

математичної моделі СЕР у середовищі віртуального моделювання.

Як математичний апарат при створенні моделей СЕР змінного струму використовуються диференціальні рівняння за законами Кірхгофа або матричні рівняння. При розрахунках несиметричних режимів і дослідженні електромагнітної сумісності СЕР високу точність і адекватність розрахунків можуть дати методи, засновані на системах рівнянь вузлових напруг.

Математична модель тягової мережі змінного струму дає змогу виконувати дослідження електромагнітних процесів у бортових компенсаторах реактивної потужності ЕРС змінного струму з метою вибору їх оптимальних параметрів і формування оптимальних алгоритмів керування такими пристроями.

УДК 621.431.75

С.С. Тимофеев
S.S. Timofeyev

ТЕХНОЛОГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ЗНОСОСТІЙКІСТЮ ПРЕЦИЗІЙНИХ ПАР ТЕРТЯ

TECHNOLOGICAL OF DURABILITY CONTROL OF HIGH-PRECISION FRICTION PAIRS

Експлуатаційна надійність гідромоторів залежить від зносостійкості прецизійних пар тертя, які забезпечують безредукторну передачу великих крутних моментів. Вузлом, що лімітує довговічність гідромотора, є пара тертя поршень-втулка, через яку передається тиск робочої рідини до механізму головного привода. Втулка запресована в чавунний корпус, виготовляється із сталі 18ХГТ, робоча поверхня якої цементується на глибину 0,6-1,0 мм і гартується до HRC 56-62. Номинальний діаметр спряження 50 мм. У втулці здійснює зворотно-поступові переміщення поршень з ВЧ 60, розмір якого шляхом вибірки або сполученої обробки забезпечує

допуск зазору в з'єднанні в межах 0,02-0,03 мм. Конструкторські вимоги щодо шорсткості поверхні: для втулки $R_a = 0,2$ мкм, для поршня $R_a = 0,4$ мкм. Основною причиною втрати потужності, ККД та, в кінцевому підсумку, працездатності машин цього призначення є знос деталей турбосистеми втулка-поршень. За наявними даними вже після 3000 годин роботи гідромотора спостерігається зменшення крутного моменту до 20 %, а після 5000-6000 тис. годин потрібний ремонт із заміною поршнів відновленням вихідного зазору в спряженні. Середній зазор у сполученні змінювався таким чином: до експлуатації –

0,022 мм; 3000 годин роботи – 0,042 мм; 6000 годин роботи – 0,061 мм. Для зменшення темпу зносу розглянутого з'єднання в процесі технологічного впливу на робочі поверхні його елементів бажано отримати значення структурних та енергетичних характеристик як можна більш близьких до тих, що мають місце в період сталого режиму тертя. Розрахунок технологічних факторів проводився на

основі залежностей з урахуванням силових, швидкісних та температурних факторів, що виникають у зоні різання. На основі проведених досліджень можна рекомендувати такі методи та умови обробки: втулки – алмазне розточування різцем з композиту 10; поршня – тонке гостріння одночасно двома різцями, здійснюване за допомогою спеціального різцетримача.

УДК 621.9.047.7/785.5

В.М. Остапчук, І.І. Федченко
V.N. Ostapchuk, I.I. Fedchenko

ТЕХНОЛОГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ЗНОСОСТІЙКІСТЮ ДЕТАЛЕЙ МАШИН TECHNOLOGICAL OF DURABILITY CONTROL OF MACHINE PARTS

Надійність та довговічність машин, механізмів та приладів визначається в основному збереженням розмірів їх елементів, якістю поверхонь тертя, поверхневою міцністю тертьових спряжень. Руйнівні дії тертя та загальні економічні втрати економіки, що викликаються зношуванням машин, оцінюються сумою 8-10 млрд грн на рік. У даний час у вітчизняній і зарубіжній практиці відома велика кількість методів і способів їх реалізації підвищення експлуатаційних властивостей деталей машин. Кожен з них дає, як правило, тільки один певний ефект, що призводить до поліпшення властивостей основного матеріалу.

Серед численних методів поверхневого зміцнення освоєними і дуже поширеними в практиці транспортного машинобудування є такі види обробки: хіміко-термічна; електроіскрова; плазмова бездифузійна; детонаційна; лазерна; іонно-плазмова; метод хімічного осадження з газової фази при термічному випаровуванні; гальванічна. Кожен з перелічених видів має свої переваги і недоліки, які необхідно враховувати залежно від розмірів конструкції деталі,

умов її роботи, матеріалів та інших чинників підвищення експлуатаційних властивостей, а саме зносостійкості, задиростійкості, припрацювання для деталей машин, що працюють в умовах тертя зносу.

Слід зазначити, що у всіх відомих методах хіміко-термічної обробки, зміцнені поверхневі шари є одношаровими і тому можуть виконувати одну певну задану функцію. Комплекс триботехнічних властивостей можуть мати лише багатшарові поверхневі шари, коли кожен з шарів має певний склад, структуру і властивості. Багатшарові поверхневі покриття утворюються при параметричному оксидуванні сплавів, однак, незважаючи на технологічні переваги цього способу і складність структури, шар має недоліки, які в основному полягають у нестабільних триботехнічних властивостях.

Підвищення експлуатаційних властивостей деталей машин можна здійснити інтенсифікацією процесів формування захисних покриттів, що мають задані експлуатаційні властивості.

УДК 65.011

П.П.Акулич, В.В. Ткаченко
P.P. Akulich, V.V. Tkachenko

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В
МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ КАК ОСНОВА КАЧЕСТВА
ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ**

**ORGANIZATIONAL ASPECTS OF MANAGEMENT ACCOUNTING
IN LOW-VOLUME PRODUCTION AS THE BASIS OF THE QUALITY OF PRODUCTS**

Для достижения основной цели любой коммерческой организации в условиях рыночных отношений – максимизации прибыли – требуется постоянный поиск путей повышения эффективности функционирования и использования новых прогрессивных технологий как в производственном процессе, так и сфере управления, одним из результатов которых является повышение качества выпускаемой продукции как гаранта завоевания своей ниши на рынке ее сбыта.

На предприятиях с мелкосерийным характером производства в настоящее время не решены многие задачи управления производственной деятельностью. Внедрение управленческого учета на предприятиях с мелкосерийным производством требует исследования существующей практики

учета затрат и калькулирования себестоимости продукции с целью выработки рекомендаций по их совершенствованию, а также внедрения новых методов подготовки информации о затратах и результатах производственной деятельности для удовлетворения потребностей управления. В частности, в ряде управленческих ситуаций, возникающих в практической работе предприятий мелкосерийного типа производства, невозможно принять верное решение, основываясь только на информации о полной себестоимости, формируемой в рамках финансового учета. В результате этого появляется необходимость использования аналитических приемов системы «директор-кастинг» в управлении производственной деятельностью.

УДК 62.93

Л.А. Тимофеева, А.П. Тотай
L.A. Timofeyeva, A.V. Totay

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ФИЗИЧЕСКОГО
КРИТЕРИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**METROLOGICAL SUPPORT OF COMPLEX PHYSICAL CRITERION OF
BEHAVIOR OF THE SURFACE LAYER OF MACHINE PARTS**

Технологические методы воздействия на поверхность, сопровождающиеся деформационными и тепловыми явлениями, вызывают сложные физико-химические процессы, приводящие к

нарушению равновесия в электронной системе материалов. Несмотря на различие физической природы трансформаций, происходящих в поверхностном слое в результате внешних воздействий,

эмиссионная реакция сводится к снижению энергетического порога. Метод экзoeлектронной эмиссии малочувствителен к типу поверхностного дефекта, что служит его индикатором. Поэтому использование его для контроля состояния поверхностного слоя должно сопровождаться установлением взаимосвязей параметров экзoeлектронной эмиссии с закономерностями процесса дефектообразования в поверхностном слое. В прикладных технических задачах в основном различают два вида экзoeлектронной эмиссии:

1 – фотостимулированная электронная эмиссия (ФСЭС) – эмиссия, регистрируемая в процессе освещения при постоянной температуре;

2 – термостимулированная электронная эмиссия (ТСЭЭ) – эмиссия,

регистрируемая при нагревании контролируемого объекта.

Несмотря на то что в металлах имеется достаточное количество свободных электронов, для возникновения экзoeлектронной эмиссии необходимы возбуждения и стимуляция. Исследования корреляционных связей уровня экзoeлектронной эмиссии с физическими параметрами состояния поверхностного слоя проводились для трех методов обработки: тонкое точение, круглое наружное шлифование и алмазное выглаживание. Рассматривая силу связи каждого параметра в отдельности с интенсивностью экзотока, наблюдается хорошая сходимость значений парной корреляции для всех трех методов обработки.

УДК 621.431.75

В.М. Остапчук, С.С. Тимофеев

V.N. Ostapchuk, S.S. Timofeyev

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПРЕЦИЗІЙНИХ ПАР ТЕРТЯ

ENGINEERING-AND-ECONOMICAL ASPECTS OF DURABILITY CONTROL OF HIGH-PRECISION FRICTION PAIRS

Економічність, безвідмовність, довговічність роботи дизельного двигуна в значній мірі залежать від технічного стану паливної апаратури, важливим елементом якої є плунжерні пари. Одним з основних недоліків у роботі паливного насоса дизельного двигуна є зниження циклової подачі палива на всіх режимах і особливо при запуску двигуна.

В даний час деталі плунжерних пар дизельних двигунів на наших заводах виготовляють з шарикопідшипникових сталі ШХ-15, сталі ХВГ і хромомолібденової 25Х5МА, з подальшою термообробкою і хіміко-термічною обробкою для забезпечення заданих вимог,

а саме твердість циліндричних робочих поверхонь плунжерних пар має бути не нижче HRC 58, параметр шорсткості поверхні втулки і плунжера $Ra = 0,04$ мкм, конусність плунжерів і втулок – не більше 0,0006 мм (по довжині 20 мм), некруглість – не більше 0,0005 мм, нециліндричність – 0,0002 мм і діаметральний зазор – не менше 0,0006 мм. Прецизійні елементи паливної апаратури повинні мати тривалий термін служби (4000 ... 5000, до 6000 мотогодин) і протягом цього терміну зберігати свої експлуатаційні властивості.

Організація і планування відновлення деталей паливної апаратури, безпосередньо пов'язані з необхідністю правильного

визначення ремонтного фонду деталей, безповоротно вийшли з ладу через непереборні зноси і дефекти. Для оцінки величини та характеру розподілу основних дефектів робочих поверхонь плунжерних пар паливних насосів був використаний метод математичної статистики. Даний

метод у комплексі з іншими дослідженнями дозволяє дати кількісну характеристику зносів деталей, визначити характер і величину дефектів, правильно вирішити питання про доцільність їх заміни, відновлення і подальшого використання.

УДК 621.91.10

Л.І. Пуятіна, Н.О. Лалазарова
L.I. Putyatina, N.A. Lalazarova

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ФРИКЦІЙНО-ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

FEATURES OF THE FRICTION-HARDENING MACHINING OF HIGH-STRENGTH CAST IRON PASTS

Процес високошвидкісного тертя як технологічна операція має досвід промислового використання. Але, завдяки особливостям чавуну, застосування сил тертя для розігріву поверхні чавунних деталей вважається недоцільним. У той же час витрати енергії при фрикційно-зміцнювальній обробці значно менші, ніж при індукційному чи газоплазмовому нагріві.

У зв'язку з цим науковий та практичний інтерес мають результати дослідження процесу фрикційно-зміцнювальній обробки високоміцного чавуну в якості фінішної операції, що дозволяє виключити поверхневу термічну або хіміко-термічну обробку та наступне чистове шліфування.

Сутність способу полягає у такому: на круглошліфувальному верстаті замість шліфувального круга встановлюється загартований сталевий диск і за допомогою поперечної подачі проводиться обробка (аналогічно шліфуванню) у такому температурно-силовому режимі, щоб у поверхневому шарі відбулися фазові перетворення. Інтенсивне відведення тепла відбувається в глибину деталі. У результаті

в поверхневому шарі утворюється специфічна структура («білий шар»), що має високу твердість, міцність та слабку травимість. В зону контакту інструмент-деталь подавалося масло Індустріальне-20.

Для експериментальних досліджень використовувалися циліндричні зразки з високоміцного чавуну з кулястим графітом, який у даний час застосовується для виробництва відповідальних деталей автомобільних, комбайнових і тепловозних двигунів (колінчастих і розподільчих валів, поршневих кілець, шатунів та ін) такого хімічного складу: 3,5 % С; 2,7 % Si; 0,7 % Mn; 0,03 % P; 0,005 % S; 0,1 % Cr; 0,1 % Ni; 0,07 % Mg. Зразки піддавалися нормалізації з утворенням перліто-феритної структури металевої матриці (НВ 248-302).

У результаті досліджень встановлено, що раціональною температурою і тиском в процесі обробки є 950-980°C і 500-550 МПа відповідно; твердість поверхнього шару чавунних деталей збільшується в 1,5-2 рази і досягає 7500-7800 МПа на глибину до 150 мкм, шорсткість поверхні складає $Ra = 0,8-0,5$ мкм.

УДК 658.516:656.2

*Г.Л. Комарова,
А.Л. Комарова*

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGY TO IMPROVE THE QUALITY OF INDUSTRIAL PRODUCTS

Підвищення надійності сучасної техніки, зниження собівартості її обслуговування, забезпечення конкурентоспроможності, продовження ресурсу експлуатації, а також її реновація шляхом застосування сучасних технологій для відновлення працездатності вузлів до рівня нових виробів – найбільш пріоритетні напрямки розвитку техніки.

Застосування технологій нанесення захисних покриттів, серед яких газотермічні процеси займають значне місце, є одним із кардинальних шляхів вирішення даного питання.

З використанням існуючих у даний час обладнання, матеріалів і технологій газотермічного напилення стало можливим значно знизити або виключити вплив на зношування деталей таких факторів, як ерозія, корозія (в тому числі високотемпературна), кавітація і ін.

Метод газотермічного напилення характеризується широтою технологічних можливостей:

- захисні покриття можна наносити на об'єкти будь-яких розмірів: мости, будівельні конструкції, колінчаті вали, лопатки турбін та ін;

- товщина покриття може становити від 0,01 до 10 і більше мм; покриття

можуть мати задану пористість (від 0 до 30 і більше відсотків);

- захисні покриття можуть бути виготовлені з будь-яких матеріалів, що мають точку плавлення або інтервал розм'якшення;

- як підкладку можна використовувати дерево, скло, пластмаси, кераміку, композиційні матеріали, метали;

- нанесення захисних покриттів може проводитися в широкому діапазоні складу покриття, температури і тиску;

- нанесення металевих і керамічних покриттів не викликає значного нагрівання напилюваної поверхні, отже, забезпечується збереження геометричних розмірів деталей.

Газотермічні покриття застосовують при ремонті устаткування та зміцненні робочих поверхонь нових деталей. Залежно від призначення покриття та умов його роботи змінюються вимоги до точності дотримання основних параметрів покриття – його складу, товщини, щільності і міцності зчеплення з підкладкою.

В даний час вітчизняні підприємства, що борються за своє місце на ринку, все частіше починають впроваджувати сучасні методи газотермічного нанесення покриттів для підвищення якості продукції, що випускається.

УДК 620.22.66.067.124

Е.С. Геворкян, О.М. Мельник
E.S. Gevorkyan, O.M. Melnik

**СИНЕРГИЯ ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ У ПРОЦЕСІ
ЕЛЕКТРОКОНСОЛІДАЦІ БІНАРНИХ НАНОСИСТЕМ НА
ОСНОВІ ZrO_2 ІЗ СФЕРОДИЗОВАНОЮ ТОПОЛОГІЄЮ
ВИХІДНИХ ЧАСТИНОК**

**SYNERGY OF EXTERNAL FACTORS IN BINARY NANOSYSTEM BASED
ON ZrO_2 , OBTAINED VIA ELEKTROKONSOLIDATION**

Зроблено аналіз підсумовуючого ефекту взаємодії двох факторів (тиск пресування, час витримки при встановленій температурі) на процес утворення і росту пор і зерен у наносистемах ZrO_2 -20% Al_2O_3 в умовах електроконсолідації. Електроконсолідація порошкових сумішей проводилася за допомогою установки горячого пресування з пропусканням струму.

Використання установки для горячого пресування дозволяє отримати кінцевий результат з новим рівнем фізико-механічних властивостей, знизити при цьому значення температури спікання і час витримки, що дозволяє значно знизити виробничі витрати, а також інтенсифікувати процес отримання матеріалів за рахунок швидкості підвищення температури, самої температури і часу витримки.

При консолідації порошоків на установці горячого пресування з пропусканням електричного струму вдалося отримати зразки з відносною щільністю порядку 99,6 % вже при температурі витримки 1200° С. Пористість складів на основі порошоків з лускатою топологією вища, ніж пористість складу на основі гранульованого порошку із середнім розміром кристалітів 90 нм при однакових умовах пресування.

Крім того, варто зазначити також, що зерна в процесі компактування росли з меншою інтенсивністю і в кінцевому зразку склали ~ 230 мкм, що в свою чергу дозволило досягти майже теоретичної щільності при високих швидкостях нагрівання (200° С/хв), коли ущільнення переважає над коалесценцією у всьому температурному інтервалі і зростання пор пригнічено.

УДК 620.22.66.067.124

Э.С. Геворкян, В.В. Сирота,
О.М. Мельник, В.В. Иванисенко
E.S. Gevorkyan, V.V. Sirota,
O.M. Melnik, V.V. Ivanisenko

STRUCTURE AND PROPERTIES OF NANO-POROUS CERAMIC Al_2O_3

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ Al_2O_3

Целью исследования является получение методом изостатического прессования прочных нанопористых керамических материалов широкого

спектра технического применения с однородным распределением субмикронных и наноразмерных пор по объему.

Основой для получения прочной нанопористой керамики в настоящей работе является утверждение, что значительное повышение механических свойств керамик, в том числе на основе Al_2O_3 , может быть реализовано на пути создания материала с тонкой однородной структурой.

Использование наноразмерных порошков для получения керамики позволило значительно интенсифицировать влияние процессов их спекания за счёт увеличения контактных зон порошков и градиента коэффициента диффузии, что значительно ускоряет массоперенос, благодаря чему происходит уплотнение материала.

Установлено, что поровая структура полученного из наноразмерного порошка Al_2O_3 методом изостатического прессования нанопористого керамического материала представляет собой систему

непрерывных каналобразующих пор неупорядоченной формы. Фактически такая структура соответствует двум взаимопроникающим компонентам: керамический каркас и сообщающееся поровое пространство.

Пористая структура полученной керамики характеризуется унимодальным распределением пор по размерам, средним размером пор 616.7 нм, однородно распределенной по объему пористой структуры порядка 60 % и величиной изолированной пористости не более 3 %.

Таким образом, методом изостатического прессования из наноразмерного порошка оксида алюминия получена механически прочная нанопористая керамика Al_2O_3 (предел прочности на сжатие – 50 МПа), которая является весьма перспективной для различных практических приложений.

УДК 621.783.2:656.2

Л.А. Тимофеева, М.С. Альохин
L.A. Timofeeva, M.S. Alyokhin

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМІЧНОЇ ТА ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ

IMPROVEMENT OF THERMAL AND CHEMICAL-HEAT TREATMENT IRON-CARBON ALLOYS

Для забезпечення заданих властивостей використовують різні способи і методи поверхневого зміцнення, в основному застосовують термічну (ТО) або хіміко-термічну обробку (ХТО). В даний час ТО та ХТО проводять в спеціальних нагрівальних агрегатів, які мають конфігурацію робочого простору циліндра або паралелепіпеда.

Недоліком ТО та ХТО є окислення металу з утворенням угару, який потрібно в подальшому видаляти механічною або хімічною обробкою, що збільшує кількість технологічних операцій. Тому проблема

полягає в розробці нової конфігурації нагрівальних пристроїв без утворення угару.

Для визначення впливу конфігурації робочого простору на металеві вироби були проведені дослідження. Для цього зразки із сталі 45 були поміщені в картонну форму, що була зроблена у вигляді паралелепіпеда, циліндра і піраміди. Об'єм займаного простору був у всіх однаковий. Для прискореного проведення експерименту зразки були зволожені і накріті цими фігурами.

Через 56 годин зразки були оглянуті на наявність на поверхні іржі. На зразках, які мають форму паралелепіпеда та циліндра, було 100 % іржі, а на зразку, який був у пірамідальній фігурі, іржі не було.

В результаті проведених досліджень встановлено, що пірамідальна конфігурація впливає на процес окислення.

Були проведені дослідження, в яких був замінений матеріал робочого простору, а саме картон був замінений на листову сталь 08кп з якої виготовлені ідентичні вироби з однаковим об'ємом робочого

простору. Зразки для прискорення були зволожені.

Зразок поміщений у простір пірамідальної конфігурації за 56 годин, на зразку іржі не має.

Проведені досліди, що дають можливість використати конфігурацію для виготовлення дослідного зразка. У пірамідальній конфігурації не відбувається процес окислення, тобто цю конфігурацію треба застосовувати у термічному обладнанні, в конфігурації нагрівальної камери.

УДК 669.056.9

Л.В. Волошина
L. Voloshyna

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF DRAWING COVERINGS

Застосування захисних покриттів не тільки дозволяє заощаджувати метал, збільшувати довговічність конструкцій, заощаджувати енергоресурси, але дає можливість створювати принципово нові вироби, необхідні для створення сучасної техніки.

Пропонується застосування водного розчину алюмохромфосфатної солі (АХФС) з використанням технології обробки деталей у парогазовому середовищі для підвищення триботехнічних властивостей залізобуглецевих сплавів. Обробка поверхні сталі 40Х та сірого чавуну здійснювалася перегрітою парою водного розчину АХФС при температурі $600 \pm 20^\circ\text{C}$ з наступним охолодженням у маслі.

Металографічні дослідження зразків проводилися на мікротвердомірі ПМТ-3 та на мікроскопі „НЕОРНОТ 2”, рентгеноспектральний аналіз зразків проводився на скануючому вакуумному кристал-дифракційному спектрометрі „Спрут”-В у діапазоні довжин хвиль $0,4 \div 11 \text{Å}$. Результати аналізу показали, що

покриття має аморфну структуру. При нанесенні покриття відбуваються процеси, які ведуть до утворення оксидів (Fe_2O_3) та шпінелей (Fe_3O_4).

Як показали проведені дослідження впливу утвореного поверхневого шару на триботехнічні властивості пари тертя, обробка деталей із залізобуглецевих сплавів у парогазовому середовищі водного розчину АХФС має такі переваги:

- підвищення зносостійкості пар тертя у 2,5 – 3 рази, за рахунок утворення на поверхні деталей аморфних структур, оксидів (Fe_2O_3) та шпінелей (Fe_3O_4);
- скорочення періоду припрацювання пари тертя;
- значне скорочення часу на обробку деталі порівняно з традиційними технологіями ХТО;
- забезпечення дифузійного насичення у важкодоступних місцях;
- відносно невелика собівартість, ресурсозбереження і екологічна чистота завдяки низькій концентрації насичуючих елементів.

**НАПРЯМОК
«ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО ТА ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»**

УДК 629.463.32.001.57

*М.В. Павлюченков
M.V. Pavlyuchenkov*

**ОЦІНКА МІЦНІСНИХ ЯКОСТЕЙ ВАГОНІВ-ЦИСТЕРН У РІЗНИХ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ**

**DESIGN STRESSED – DEFORMED STATE OF WAGON – CISTERN
IN DIFFERENT EXPLOITATION TERMS**

Проаналізовано особливості розвитку конструктивних схем вітчизняних і зарубіжних цистерн, виконано патентно-бібліографічний аналіз технічних рішень, виявлено переваги і недоліки. Науково обґрунтовано перспективні напрямки удосконалення конструкції опорного пристрою цистерни.

Виконано математичний опис задачі оптимізаційного проектування за критерієм мінімальної матеріалоемності опорного пристрою вагона-цистерни та використано його для конструкції, що пропонується. Для розв'язання задачі оптимізації використовувався симплекс-метод. Ідея методу полягає в порівнянні значень функції в $n+1$ вершинах симплексу та переміщенні точок симплексу в напрямі оптимальної точки за допомогою ітераційної процедури. Результати розрахунків перевірені за показником вірогідності безвідмовної роботи.

Запропоновано процедуру побудови та перевірки адекватності КЕМ вагона-цистерни. При створенні КЕМ враховуються основні принципи – густина сітки, збіжність кінцевих елементів. Перевірка адекватності КЕМ відбувається за теоретичними та експериментальними

показниками, розбіжність не перевищує 10 %, що підтверджує доцільність використання її для розрахунків на міцність. Удосконалення КЕМ вагона-цистерни відбувається за рахунок введення нелінійних кінцевих елементів – одностороннього зв'язку і тертя, для моделювання вільного спірання і ковзання котла цистерни по крайніх опорах.

Отримано результати чисельних досліджень НДС вагона-цистерни з урахуванням початкових недосконалостей і дефектів конструкції. Значна концентрація напружень дійсно з'являється у вершині відведення зварювального шва, коли утворюється дуже гострий кут між кромками листів котла, що сполучаються. Якщо з'являється овальність по всій довжині котла чотирирівної цистерни, відхилення складає 2 %, то від внутрішнього тиску напруження в середній частині котла у два рази перевищують розрахункові. Напруження в зоні ухилу перевищує напруження в контурі оболонки на 22,2 %. Це значення спостерігається безпосередньо в середньому перерізі котла. У бік днищ величина ухилу зменшується і концентрація напружень падає.

УДК 501+531

*В.А. Борщов, А.М. Ніколенко,
Т.Є. Богданова, І. М. Гришина
V.A. Borschov, A.M. Nikolenko,
T.E. Bogdanova, I.M. Gryshyna*

**ПРО РОЗМІРНІСТЬ ТА ОДИНИЦЮ ВИМІРЮВАННЯ МОМЕНТУ СИЛИ
ABOUT DIMENSION AND METAGE MOMENT OF FORCE**

Як відомо, момент сили відносно точки M_O – векторна фізична величина, що є мірою обертального ефекту дії сили і визначається векторним добутком:

$$M_O = r \times F, \quad (1)$$

де r – радіус-вектор, який проведено з точки O до точки прикладення сили F .

Момент сили M відносно деякої осі, що проходить через точку O , є скалярною величиною, яка визначається як проекція моменту M_O на цю вісь.

$$\dim M = L^2MT^{-2}; [M] = H \cdot m.$$

$$\dim M = \dim E; [M] = [E],$$

де E – механічна енергія, деякі автори стверджують про випадковий збіг розмірностей та одиниць вимірювання зазначених величин.

У фізиці випадкових збігів не буває. Щоб зрозуміти ситуацію, розглянемо елементарну роботу сили F на

обертальному переміщенні dr матеріальної точки, що рухається навколо деякої миттєвої осі обертання, яка проходить через точку O :

$$dW = F \cdot dr = F_r R d\varphi, \quad (2)$$

де F_r – проекція сили F на напрям вектора dr ; R – миттєвий радіус (плече сили F_r відносно вказаної осі); $d\varphi$ – миттєвий елементарний кут повороту.

Отже, одержуємо:

$$dW = M d\varphi, \quad (3)$$

де M – момент сили F відносно вказаної осі, $M = F_r R$.

Оскільки $d\varphi$ – величина безрозмірна, то хоча $\dim dW = \dim M$, проте $[dW] = H \cdot m \cdot \text{рад}$, тобто робота (або механічна енергія) має однакову розмірність з розмірністю моменту сили, проте одиниці вимірювання цих величин є принципово різними.

УДК 691.32

*А.Н. Плугин, А.А. Плугин
A.N. Plugin, A.A. Plugin*

**ЭЛЕКТРОКОРРОЗИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ИЗБЫТОЧНЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ
ELECTROCORROSION OF STRUCTURES FROM EXCESSIVE ELECTRICAL
CHARGES ON THE SURFACE OF THE EARTH**

Как известно, Земля обладает электрическим зарядом и полем напряженностью 30 В/м, обусловленными

термодиффузией электронов ядра Земли. Земля также имеет озоновый и ионный (электрический) слои. Показано, что не

только ионный, но и озоновый слой обладает электрическими свойствами за счет поляризации дипольных молекул озона O_3 . Электрополе этих слоев находится во взаимосвязи с электрополем Земли. Ранее нами показано возникновение гигантских избыточных зарядов на границе суши с большими водотоками (реками), морями и океанами, которые являются основной движущей силой гигантских

катастроф на Земле. В результате на поверхности Земли возникают локальные зоны с избыточными как отрицательными, так и положительными электрическими зарядами.

Дается обоснование, что эти избыточные заряды способствуют внезапному разрушению и namного усиливают электрокоррозию строительных конструкций зданий и сооружений.

УДК 691.32

*А.А. Плугин, О.С. Борзяк, А.А. Плугин
O.A. Plugin, O.S. Borziak, A.A. Plugin*

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БЕТОН: ЭЛЕКТРОКОРРОЗИЯ БЕТОНА И ЗАЩИТА ОТ НЕЕ

ELECTRICAL EFFECTS ON CONCRETE: ELECTROCORROSION OF CONCRETE AND GALVANIC PROTECTION FROM IT

Бетон и железобетон с конца XIX–начала XX в. по настоящее время являются основными конструкционными материалами. Не ожидаются радикальные перемены и в обозримом будущем. Более того, в связи с совершенствованием свойств бетона, появлением его новых видов – самоуплотняющегося, высокофункционального, реакционно-порошкового, его область применения продолжает расширяться. Так, несущие конструкции всех небоскребов 1920–70-х гг., включая знаменитые Chrysler Building, Empire State Building, World Trade Center, Sears Tower, – металлические. Современные рекордные небоскребы Азии, такие как Петронас, Бурдж-Халифа, возведены уже из железобетона. Практически синхронно с началом и расширением применения бетона происходила электрификация всех сфер деятельности человечества. Электричество стало обеспечивать быт, работу промышленных предприятий, стройки, движение транспорта. При этом часть тока, теряясь, начала протекать через строительные конструкции, здания,

сооружения. В конструкциях, через которые протекал такой ток, особенно металлических, начали отмечать повреждения. Ухудшение свойств материала под воздействием электрического тока назвали электрокоррозией, относя ее преимущественно к металлическим конструкциям. Несколько позднее, заметив способность электрического тока ускорять твердение, его начали целенаправленно использовать при изготовлении конструкций, воздействуя им на твердеющий бетон.

Таким образом, электрический ток может оказывать на бетонную смесь и бетон как деструктивное, так и конструктивное воздействие. Однако бетонная смесь и бетон являются сложными полидисперсными системами, между фазами которых имеются развитые границы раздела, определяющие свойства бетона и процессы его твердения и разрушения. Хотя о воздействии электрического тока на бетонную смесь и бетон уже накоплены определенные

данные, в основном экспериментальные, написаны статьи и книги, это воздействие остается недостаточно изученным.

Такие исследования активно проводятся в последние годы: воздействия электрического тока на бетон с разработкой мер по защите от электрокоррозии – в Украинской государственной академии железнодорожного транспорта на кафедре строительных материалов, конструкций и сооружений; воздействия электрического тока на бетонную смесь с целью интенсификации твердения бетона – в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры на кафедре технологий строительных материалов и изделий.

Убытки от коррозии в мире, по данным NACE (Национальной ассоциации инженеров-коррозионистов, США, Хьюстон), превышают 2 триллиона долларов в год, из которых 10 % приходится на долю электрокоррозии. Коррозионное воздействие разности потенциалов и электрического тока и на железобетонные конструкции в большинстве условий эксплуатации не отмечается. Однако в условиях обводнения конструкций обычные средства первичной и вторичной защиты часто не предотвращают электрокоррозии, а ее действительный механизм значительно отличается от представлений, положенных в основу защиты и действующих норм. Считается, что как постоянный, так и переменный ток не оказывают коррозионного воздействия на цементный камень и бетон, а причиной электрокоррозии железобетона является электрокоррозия арматуры в анодных участках, продукты которой, увеличиваясь в объеме в 2–2,5 раза, создают давление, приводящее к образованию в защитном слое бетона трещин и его отслоению. Наряду с этим некоторые исследователи отмечают в приарматурной зоне выщелачивание гидроксида кальция, фазовые превращения продуктов

гидратации (в катодных зонах), не зависящую от коррозии арматуры деструкцию цементного камня, приводящие к снижению прочности бетона и ослаблению его сцепления с арматурой.

В результате проведенных исследований установлено, что износ зданий и сооружений на электрифицированных постоянным током участках железных дорог значительно выше, чем на электрифицированных переменным током или неэлектрифицированных участках. В обводненных даже неармированных (бетонных, каменных) конструкциях сооружений и зданий (мостовых опорах, обделке водопропускных труб и тоннелей, фундаментах) на таких участках отмечаются повреждения цементного камня, раствора, бетона в виде выщелачивания, растрескивания. В результате натурных исследований установлено, что синхронно с прохождением поездов с электрической тягой постоянного тока на рельсах, поверхности грунта и конструкциях зданий и сооружений, расположенных вблизи пути, возникает пульсирующий однонаправленный электрический потенциал (ПОЭП). Его величина на конструкциях, а также степень их повреждения зависят от величины потенциала на рельсах, расстояния до них, состояния верхнего строения пути, грунта и покрытия на нем, их обводненности, наличия подвалов и заземлений.

В результате экспериментальных исследований установлено, что длительное воздействие на обводненный бетон ПОЭП вызывает в нем электрический ток, изменяющийся во времени. Сначала ток максимален, при 40 В достигая 100 мА/дм^2 , затем с каждым импульсом уменьшается, снижаясь через 1500 ч до 5 мА/дм^2 , близких для различных напряжений. При снятии внешнего поля в бетоне остается вызванное поляризацией напряжение около 2,5 В, также постепенно уменьшающееся.

Образцы бетона традиционного состава с различными прочностью и V/C , находившиеся в проточной воде и подвергнутые воздействию ПОЭП, характеризовались существенной потерей прочности и массы, увеличением пористости и безнапорной водопроницаемости. Потеря прочности и массы бетона разработанного в УкрГАЗТ оптимального состава (с оптимальными значениями коэффициентов раздвижки заполнителей $\alpha_{\text{опт}}$ и $\mu_{\text{опт}}$ и $V/C_{\text{опт}}$) не отмечалась. Потеря прочности и массы всеми образцами, находившимися в воде без электрического поля, не отмечалась.

Экспериментально установлено, что в результате длительного воздействия на бетон ПОЭП происходит растворение $Ca(OH)_2$ и его вынос из бетона. Количество вынесенного $Ca(OH)_2$ за 90 сут воздействия при 40 В составило 52 % от его исходного количества. Скорость выноса $Ca(OH)_2$ при 15 В приблизительно в 2,5 раза, а при 5 В – в 7 раз меньше, чем при 40 В. Выведено теоретическое уравнение зависимости количества вынесенного $Ca(OH)_2$ (по величине вынесенного заряда) от напряжения и времени воздействия, согласующееся с экспериментальными данными. Вынос $Ca(OH)_2$ обуславливает снижение прочности и массы, увеличение пористости и безнапорной водопроницаемости бетона, а также потерю им защитных свойств относительно арматуры, ее коррозию и образование трещин в защитном слое.

Дано описание механизма растворения и выноса $Ca(OH)_2$ под воздействием ПОЭП. Такое поле вызывает одновременное растворение сразу всех блоков портландита в цементном камне так, что общая продолжительность их

растворения соответствует времени растворения одного блока. При каждом импульсе поля происходит вынос потенциалопределяющих ионов Ca^{2+} в сторону отрицательного полюса и далее из конструкции. Получено уравнение стационарного потока ионов Ca^{2+} , обусловленного равнодействующей электромиграционной силы, выталкивающей их с ребер блоков кристаллов, и силы вязкостного трения адсорбционного слоя воды на поверхности граней блоков, из которого получены уравнения скорости переноса $Ca(OH)_2$ и продолжительности растворения портландита. Физико-химические исследования (рН-метрия, рентгенофазовый анализ, инфракрасная спектроскопия, световая и сканирующая электронная микроскопия) бетонов различного состава, подвергнутых воздействию исследуемого поля, подтвердили корректность представленного механизма электрокоррозии бетона, а также электрокоррозионную стойкость бетона оптимального состава.

Разработаны комплексные способы защиты от электрокоррозии бетонных, железобетонных и каменных конструкций, в т. ч. с помощью металлоинъекционной рубашки с поляризованным заземлением; с помощью сталебетонной обоймы, погруженной в дно водотока на глубину, при которой плотность тока, стекающего через нее в грунт, намного меньше опасной величины $0,6 \text{ мА/дм}^2$; с помощью железобетонной рубашки из бетона оптимального состава. Комплексные способы защиты от электрокоррозии внедрены при капитальном ремонте сооружений Южной железной дороги.

УДК 625.84:620.22:621.3.01

*А.К. Халюшев, В.Б. Мартинова,
Н.М. Зайченко
A.K. Khaliushev, V.B. Martinova,
N.M. Zaichenko*

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БЕТОН: ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

ELECTRICAL EFFECTS ON CONCRETE: ELECTRO-ACTIVATION CONCRETE MIXTURES AND THEIR COMPONENTS

Теоретически и экспериментально обоснованы способы активации в высоковольтном электрическом поле композиционных материалов на основе неорганических вяжущих, в частности композиционных цементов с минеральными добавками из отходов промышленности, газобетонов безавтоклавного твердения с комплексными органоминеральными добавками и т. п.

Установлен эффект сухой активации портландцемента с высокодисперсными минеральными добавками в результате воздействия на него униполярного поля коронарного разряда, создаваемого специальными электродами разработанной конструкции. Определен состав композиционного цемента с минимальным содержанием клинкерной составляющей и максимальным – доменного гранулированного шлака и агломерированного кремнезема, обеспечивающий после электрофизической активации свойства цементного камня и бетона, не уступающие бездобавочному портландцементу марки 500, включая морозостойкость бетона. Установлено, что активация такого цемента в поле коронарного разряда обеспечивает снижение водопотребности бетонной смеси на 5–7 %. Освоено производство камней бортовых бетонных на основе активированного в поле коронарного разряда композиционного цемента взамен бездобавочного портландцемента марки 500, за счет чего получен существенный экономический эффект.

Установлено, что высоковольтная электростатическая поляризация газобетонных смесей на стадии вспучивания ускоряет процессы газовыделения, растворения клинкерных минералов, гидратации, обеспечивая при этом увеличение количества низкоосновных гидросиликатов кальция, снижение количества свободной извести. Определены оптимальные параметры высоковольтной электростатической поляризации газобетонных смесей средней плотности 900 кг/м³: напряженность поля 1,21–1,56 кВ/см, длительность обработки – 13–22 мин. Установлено, что при введении в газобетонную смесь заполнителя в виде гранул пенополистирола высоковольтная электростатическая поляризация в сочетании с применением органоминерального модификатора обеспечивает повышение сцепления поризованного цементного камня с гранулами на 55–60 %. Получен неавтоклавный газобетон с заполнителем – пенополистиролом, характеризующийся по сравнению с газобетоном аналогичной марки по плотности большими прочностью – на 74%, маркой по морозостойкости – на 2 ступени, меньшим коэффициентом теплопроводности – на 38%, усадкой – на 56%, водопоглощением – на 67%. По результатам исследований разработаны и утверждены технические условия на изделия газобетонные с заполнителем из вспененного полистирола неавтоклавного твердения.

УДК 666.913

*А.А. Баранова, Х.-Б. Фишер,
К.А. Баранов
А.А. Baranova, H.-B. Fisher,
K.A. Baranov*

**АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ДЕГІДРАТАЦІЇ В СИСТЕМІ
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$**

**ANALYSIS OF THE PROCESSES OF DEHYDRATION IN
THE SYSTEM $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$**

Процеси дегідратації двоводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при його термічній обробці до напівводного - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ і безводного - CaSO_4 є основою виробництва гіпсових в'язучих речовин і мають велике практичне значення.

За даними П.П. Буднікова, Д.С. Белянкіна і Л.Г. Берга, а також Д. Келлі, Д. Сутгарда і К. Андерсона, у системі $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ можливе існування таких модифікацій водного і безводного сульфату кальцію:

- двоводний гіпс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- альфа-напівводний гіпс – $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$;
- бета-напівводний гіпс – $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$;
- альфа-розчинний ангідрит – $\alpha\text{-CaSO}_4$;
- бета-розчинний ангідрит – $\beta\text{-CaSO}_4$;
- нерозчинний ангідрит – CaSO_4 (аналогічний природному ангідриту).

В основному в будівництві для виробництва різних будівельних матеріалів, а так само конструкцій використовуються дві модифікації гіпсу: будівельний β -гіпс і

високоміцний α -напівгідрат сульфату кальцію. Головна їх відмінність полягає в структурі кристалічних решіток обпаленого матеріалу. Так званий β -напівгідрат сульфату кальцію отримують в умовах видалення води при дегідратації у вигляді перегрітої пари, унаслідок чого відбувається диспергація частинок гіпсу, і вони набувають структуру зі значно розвиненою внутрішньою поверхнею, що позначається на збільшенні водопотреби.

На відміну від β -форми, α -форма напівгідрату сульфату кальцію утворюється при тепловій обробці гіпсу під тиском або у водних розчинах солей і кислот. При цьому вода виділяється в крапельно-рідкому стані і створюються умови для утворення щільних кристалів α -напівгідрату, у результаті питома поверхня частинок α -напівгідрату в 2,5-5 разів нижче, ніж у β -напівгідрату сульфату кальцію. Тому дослідження направлені на аналіз процесів дегідратації з метою удосконалення технології отримання α -форми напівгідрату сульфату кальцію, як перспективнішого з відомих різновидів гіпсових в'язучих.

**ПОКРАЩЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВУЗЛІВ ТЕРТЯ
МАШИН ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ РІДКОКРИСТАЛІЧНИХ РЕЧОВИН
У ЯКОСТІ ПРИСАДОК**

**IMPROVED TRIBOLOGY CHARACTERISTICS OF FRICTION UNITS
OF MACHINES USING LIQUID CRYSTAL SUBSTANCES AS ADDITIVES**

Кожний вузол тертя в присутності змащувального матеріалу має декілька основних трибологічних характеристик, а саме інтенсивність і швидкість зношування; коефіцієнт тертя, «латентний період» або термін життя граничної змащувальної плівки. Всі ці характеристики впливають на довговічність вузлів та енергетику процесу тертя, тому завданням дослідників у цій галузі є створення технологій керування ними як на етапі проектування, так і в умовах експлуатації.

Одним з перспективних методів покращення трибологічних характеристик вузлів тертя машин є використання в якості присадок речовин, здатних утворювати в об'ємі мастильного середовища мезоморфні тверді та рідкокристалічні фази. Такі впорядковані угруповання молекул присадки сприяють інтенсивному росту граничної змащувальної плівки на поверхнях тертя. Крім того, сама плівка, утворена цими надмолекулярними структурами, володіє відмінними властивостями. До них можна віднести більш короткий термін росту граничної

плівки на металевій поверхні, підвищену несучу здатність і малі значення коефіцієнта тертя. Ці властивості обумовлені будовою плівки, яка являє собою пошарову конструкцію з першим шаром твердого молекулярного кристалу, на якому розташовуються шари рідкокристалічної фази, а вже зверху знаходиться ізотропна рідина з об'ємно-в'язкісними властивостями.

Зазначимо, що для утворення такого шару на поверхнях тертя необхідно використовувати полярно-активні речовини, які володіють потрібними властивостями в діапазоні робочих температур, притаманних конкретній технічній системі. На сьогоднішній день до таких речовин можна віднести деякі жирні кислоти, їх ефіри та інші похідні, а також інші поверхнево-активні речовини, здатні до мезоморфних перетворень при заданих температурах. Науково обгрунтоване використання цих речовин у якості присадок дозволяє суттєво (у рази) змінювати показники названих трибологічних характеристик.

УДК 621.89

I.C. Груник
I.S. Grunyk

**ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ ПРИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ
ФОРМУВАННЯ ГРАНИЧНОГО ЗМАЩУВАЛЬНОГО ШАРУ**

**RESOURCE IDENTIFICATION BEARINGS AT INTENSIFYING THE FORMATION
OF BOUNDARY LUBRICANT LAYER**

Вивчення процесів тертя і зносу в машинах на молекулярному рівні є актуальною та досить складним науковим завданням. Тут поєднуються електрохімічні та механічні явища, що протікають у тонкому приповерхневому шарі на границі розподілу трьох або більше фаз. До них слід відносити поверхні тертя і третє тіло, яке утворюється в процесі тертя, розділяє поверхні та запобігає їх зносу.

При розробленні моделей з прогнозування ресурсу підшипників ковзання за таке третє тіло слід приймати граничний змащувальний шар, який утворюється на поверхнях тертя внаслідок конкурентної адсорбції молекул поверхнево-активних речовин. Головною від'ємною особливістю цього шару є наближення його властивостей до властивостей твердого молекулярного кристалу, який надійно розділяє поверхні та суттєво зменшує тертя при взаємному ковзанні тіл. Така уява граничного шару має сенс, особливо коли товщина знаходиться в межах десятих часток мікрометра.

Завдання поєднання молекулярного механізму формування граничного шару з макроскопічними характеристиками

підшипників ковзання, такими як коефіцієнт тертя й інтенсивність зносу, може бути вирішене шляхом системного аналізу з розробленням фізико-математичної моделі ресурсу підшипників ковзання в присутності мастильного середовища, яке має в собі протизношувальну присадку в заданій концентрації. Для спрощення цієї моделі слід ввести два основних припущення:

- молекулярна складова сил тертя в підшипнику наближається до нуля;
- міцність граничного шару (як твердого молекулярного кристалу) не змінюється зі зростанням його товщини.

На підставі введених припущень була розроблена фізико-математична модель розрахунку ресурсу підшипників ковзання в присутності змащувального матеріалу. Ця модель аналітично пов'язує між собою ресурс і інтенсивність зносу підшипника, коефіцієнт тертя в ньому, товщину граничного молекулярного шару. Вона дозволяє проводити прогнозні розрахунки ресурсу підшипників в умовах удосконалення їх систем змащення, наприклад при застосуванні методів інтенсифікації адсорбційних явищ або нових типів присадок.

ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОГО ПОЛЯ НА ЗМОЧУВАННЯ ГНОТІВ СИСТЕМИ
ЗМАЩУВАННЯ МОТОРНО-ОСЬОВИХ ПІДШИПНИКІВEFFECT OF EXTERNAL FIELD ON THE WETTING WICKS LUBRICATION
MOTOR AND AXIAL BEARINGS

Гноти польстерної системи змащування моторно-осьових підшипників (МОП) локомотивів виготовляються з матеріалів рослинного або тваринного походження. З позицій фізико-хімічної механіки вони являють собою трифазну дисперсну систему. Система має невпорядкований просторовий каркас, утворений дисперсними частками матеріалу гнотів, пори якого заповнені рідкою фазою та парами повітря.

Завдяки роботі капілярних сил така система забезпечує подачу оливи до поверхонь тертя МОП, а продуктивність подачі залежить, зокрема, від взаємного адсорбційного потенціалу матеріалу гноту та оливи.

Для визначення впливу електростатичної обробки (ЕСО) осьової

оливи марки «З» на змочування стандартних гнотів МОП нами при температурі 0°C проведено відповідні експерименти.

У ході експериментів виявлено ефект випередженого руху меніску змочування Δh того гноту (рисунок), який був занурений в оливу, піддану перед цим ЕСО. Випередження спостерігалось в інтервалі $t_1 \approx (30 \dots 60)\text{c}$ (рисунок), а далі, згідно з дією закону безперервності потоку, величина цього випередження була стабільною до моменту $t_2 \approx 2500\text{c}$. В інтервалі від t_2 до $t_3 \approx 3600\text{c}$ спостерігається зрівнювання менісків, протягом якого встановлюється баланс між силами капілярного змочування і тяжіння стовпа оливи.

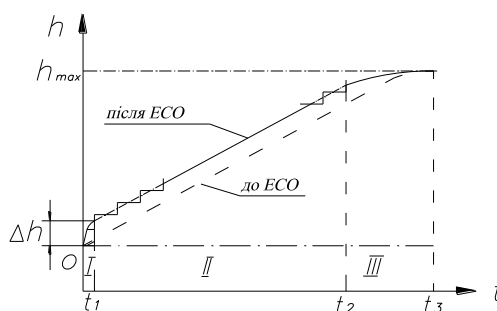


Рис. Графік змочування гноту системи змащення МОП

Таким чином, можна припустити, що осьова олива, піддана ЕСО, набуває підвищеного адсорбційного потенціалу та

зростання мастильних властивостей. Вивчення цього ефекту потребує додаткових експериментальних робіт.

УДК 625.814; 625.08

*Є.М. Лусіков, С.В. Воронін,
Д.В. Онопрейчук
Y.M. Lysikov, S.V. Voronin,
D.V. Onopreychuk*

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗА ДОПОМОГОЮ
СТАБІЛІЗАТОРІВ ҐРУНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНИХ
І МАГНІТНИХ ПОЛІВ**

**TECHNOLOGY SYNOPSIS SUBGRADE BY SOIL STABILIZATION USING
ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS**

У сучасних економічних умовах актуальним завданням для залізниць України є розроблення та впровадження ресурсозберігаючих технологій будівництва земляного полотна залізничної колії та інших земляних споруд. Як показує міжнародний досвід будівництва земляних споруд для залізниць та автошляхів найбільш перспективним є використання ґрунтостабілізаторів, спрямованих на підвищення несучої здатності та довговічності земляного полотна при одночасному зменшенні витрат мінеральних добавок та інших компонентів.

Основною проблемою використання стабілізуючих композитів є відсутність наукового обґрунтування щодо ефективності їх застосування в різних видах ґрунтів. Головною проблемою, зокрема, є набуття необхідних фізико-механічних властивостей супісків і піщаних ґрунтів. Відомо, що природа поверхневих явищ між частинками ґрунту при стабілізації чи ущільненні земляного полотна має електромагнітний характер. Враховуючи позитивні результати в трибології при застосуванні електричних

полів для інтенсифікації поверхневих явищ використання таких силових полів дає можливість стверджувати про позитивні результати в процесах стабілізації місцевих ґрунтів при зведенні земполотна або ґрунтових доріг.

Надання земляному полотну необхідних фізико-механічних властивостей шляхом використання електромагнітних полів із застосуванням різних ґрунтостабілізаторів і без них передбачає принципово новий підхід у розробленні та реалізації такої технології. В основі її лежатиме розроблення та використання парку спеціалізованих машин, технологія виконання робіт, що давали б змогу забезпечувати необхідний гранулометричний склад, високу якість перемішування ґрунтової суміші та регульований вплив на неї зовнішнього силового поля з заданими параметрами. Крім того, одним з ключових питань при одержанні ґрунтового покриття або основи при використанні ґрунтостабілізаторів і силових полів є дослідження параметрів ущільнення ґрунтів і забезпечення цих параметрів у технологічному процесі.

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ФРИКЦИОННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ КОЛЕСО-РЕЛЬС**

**EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON SYSTEM PERFORMANCE
FRICTION WHEEL-RAIL**

Современные представления о механизме сцепления пары колесо-рельс целесообразно трактовать с позиций взаимодействия электромагнитных полей атомов поверхностей колеса и рельса. При этом нужно учитывать тот факт, что поверхности колеса и рельса разделены весьма тонкими абсорбционными слоями разной природы и происхождения. Следовательно, энергия внешних молекулярных полей существующих у поверхностей колеса и рельса может меняться в широких пределах. Эти пределы определяются толщиной адсорбционных слоев, т. е. третьим телом. С позиции электромагнитной теории взаимодействие колеса и рельса осуществляется через излучаемые ими флуктуационные поля. Эта идея находит широкое подтверждение согласно теоретическим и экспериментальным исследованиям в последние 10 – 15 лет. Таким образом, возникает важный в теоретическом и практическом отношении вопрос о том, каковы закономерности механизма сцепления пары колесо-рельс и как ими можно управлять с позиций трибологических характеристик, т. е. управлять тягово-сцепными процессами при движении локомотива.

Если использовать основную идею электромагнитной теории сил притяжения

между двумя конденсированными телами, то появляется гипотеза о том, что взаимодействие между колесом и рельсом осуществляется через излучаемые или флуктуационные электромагнитные поля. В своем теоретическом исследовании а Е.М. Лифшиц рассматривает два предельных случая: 1) расстояние между двумя конденсированными фазами мало; 2) расстояние велико по сравнению с основными длинами волн поглощения вещества. Решая подобного рода задачи, А.С. Ахматов показывает, что на больших расстояниях убывание силы взаимодействия (когда расстояние значительно меньше длины электромагнитной волны) происходит по закону пропорционально H^{-3} . Применительно к трибологической паре колесо-рельс расстояние между ними определяется толщиной абсорбционного слоя. Следовательно, изменяя этот параметр, можно управлять силой взаимодействия между колесом и рельсом. Такую предпосылку можно подтвердить путем использования общего закона взаимодействия двух атомных частиц от расстояния между ними. Из приведенных данных просматривается гипотеза об управлении тягово-сцепной характеристикой локомотивов путем использования электромагнитных полей.

УДК 625.03

В.П. Шраменко
V. Shramenko

**ВІДНОВЛЕННЯ РЕЙКОВИХ ПЛІТЕЙ У КОЛІЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ
КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ З ЇХ НАТЯГОМ**

**RESTORING RAIL LASHES IN THE WAY TECHNOLOGY WELDING
WITH THEIR TENSION**

Визначено порядок і умову виконання робіт при відновленні контактним зварюванням тріснутих і дефектних рейкових плітей безстикової колії, а також при зварюванні рейкових плітей між собою в процесі ліквідації зрівнювальних прогонів при подовженні рейкових плітей у польових умовах, насамперед при температурі рейок нижче температури закріплення зварюваних плітей, з застосуванням машин нового покоління з підвісними зварювальними машинами (голівками), а саме К-920, К-921, К-922, К-930, К-945, з зусиллям осадження від 1000 до 1500 кН і повним ходом від 90 до 400 мм.

Виходячи з технічних можливостей машин (високі зусилля осадження і затиснення рейок з великим ходом штоків циліндрів осадження), вони забезпечують підтягування рейкових плітей у процесі зварювання і без попереднього вигину рейкової пліті. При цьому збільшується продуктивність виконання робіт і знижується їх трудомісткість. Перед зварюванням пліть попередньо натягується за допомогою гідропривода зварювальних машин, у яких комп'ютеризована система управління дозволяє застосовувати різні програми зварювання і створювати відповідне натягування.

УДК 143.482

О.М. Даренський, В.Г. Вітольберг
A. Darenskiy, V. Vitolberg

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ
РЕСУРСІВ РОБОТИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛ ТИПУ СБ 3-0**

**APPLICATION OF THE METHODS OF RELIABILITY THEORY IN PREDICTING
RESOURCE ROBOTS CONCRETE SLEEPERS SB 3-0**

Використання апарату теорії надійності дозволяє визначити термін служби залізобетонних шпал типу СБ 3-0 в різних експлуатаційних умовах, прогнозувати роботу при повторному укладанні в колію. На загальне пошкодження і вихід залізобетонних шпал впливають дві групи: силові фактори (вантажонапруженість, осьові навантаження, пропущений тоннаж) і фактори часу, до яких належить число перепадів температур, засмічення баласту, розлади колії та інше.

Аналіз інформації про надійність роботи шпал типу Ш1-1 в різних експлуатаційних умовах дозволить оцінити надійність, що припускається, для шпал типу СБ 3-0 за рахунок введення в розрахункові рівняння поправкових коефіцієнтів, які будуть враховувати різницю їх напруженого стану для частини дефектів, виникнення яких визначається силовими факторами роботи шпал у колії.

**ДОВГОВІЧНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОМІЖНОГО СКРІПЛЕННЯ
СУЧАСНОГО ТИПУ**

**LONGEVITY OF ELEMENTS OF THE MODERN TYPE
OF INTERMEDIATE FASTENING**

Безстикова колія (БК) є основною конструкцією верхньої будови на залізницях й на даний момент її протяжність складає понад 70 % розгорнутої довжини головних колій.

Рейко-шпальна решітка (РШР) конструкції БК з конструкцією проміжного скріплення типу КПП укладена на 3,3 тис. км розгорнутої довжини головних колій.

У табл. 1 надано основні показники проміжного скріплення, що застосовуються при монтажі РШР.

Проміжне скріплення типу КПП містить утричі меншу кількість елементів у вузлі та має приблизно на 60 % меншу металоємкість. Відсутність у конструкції скріплення цього типу болтових з'єднань зменшує витрати, пов'язані з монтажем РШР та її подальшою експлуатацією в колії.

Виконані дослідження дозволили встановити математичні моделі, які характеризують вихід у дефектні елементів пружного скріплення типу КПП при напрацюванні тоннажу (табл. 2).

Таблиця 1

Показник	Тип скріплення	
	КБ-65	КПП-5
Кількість елементів, шт./вузол	21	7
Маса металевих елементів, кг/вузол	11	4,7
Регулювання рейки у вертикальній площині, мм	14	-

Таблиця 2

Вихід у дефектні, % загальної кількості укладених (при T=0)	Функціональна залежність $x = f(T)$ та область її застосування
анкери (шпали)	$x_{\text{анк}} = 0,0024 T$ / $T < 2200$ млн т брутто/
пружні клеми	$x_{\text{кл}} = 0,0011 T$ / $T < 1200$ млн т брутто/
ізолюючі вкладиші	$x_{\text{вкл}} = 0,0136 T$ / $T < 800$ млн т брутто/ $x_{\text{вкл}} = 10,9 + 0,0767 (T-800)$ / $T = 800-1200$ млн т брутто /
полімерні прокладки	$x_{\text{прок}} = 0,042 T$ / $T < 800$ млн т брутто/ $x_{\text{прок}} = 33,6 + 0,1252 (T-800)$ / $T=800-1200$ млн т брутто/

Висновок: використовуючи наведені залежності $x = f(T)$ можна прогнозувати обсяги потреби в нових елементах

скріплення типу КПП (для заміни дефектних) при експлуатації БК.

УДК 143.482

О.М. Даренський, Н.В. Бугаєць
A. Darenskiy, N. Bugaets

**ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ БАЛАСТУ В УМОВАХ
МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**DETERMINATION OF THE STRESS STATE OF THE BALLAST
IN STEEL PLANTS**

Технічними характеристиками, що впливають на сили взаємодії колії і рухомого складу (шлаковози, чавуновози, візки для виливниць) у вертикальній і горизонтальній поперечній площині є маса екіпажа (для вагонів – у порожньому і навантаженому стані), маса обресорених і необресорених елементів візків, схема ресорного підвішування, жорсткості ресорних комплектів у вертикальній і горизонтальній площині, характеристики гасників коливань, радіуси коліс, відстань між осями екіпажа і його жорстка і повна база тощо.

Все це викликає особливості роботи баласту, які потребують спеціальних досліджень.

В основу досліджень покладено комплекс моделей елементів верхньої будови колії МКЕ, а також програма розрахунків сил дії рухомого складу на колію, яка базується на концепції колії як балки на багатьох пружно-дисипативних опорах з нелінійними характеристиками.

Для визначення просторових переміщень елементів колії була розроблена відеоцифрова система вимірювань переміщень, яка виключає, на відміну від найчастіше використовуваних систем, вплив коливань баласту і земляного полотна при проведенні вимірювань. Розроблене програмне забезпечення системи дозволяє фіксувати зміни переміщень у часі, зберігати й обробляти інформацію в електронному вигляді.

Точна фіксація сил і переміщень у часі за допомогою комп'ютера дозволила суміщати ці параметри для побудови пружних характеристик і петель гістерезису рейкових опор.

Результати теоретичних розрахунків підтверджені даними експериментальних робіт, які проведені в 2009 – 2010 рр. на ділянках колій металургійних підприємств. Розбіжності не перевищують, як правило, 5–6,5 %.

УДК 624. 016

А.О. Шевченко
A. Shevchenko

ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕБЕТОННИХ КРУГЛИХ ПЛИТ У БУДІВНИЦТВІ

STEEL CONCRETE ROUND PLATES USE IN CONSTRUCTION

На сьогодні є достатня кількість прикладів використання конструкцій із зовнішнім армуванням у світовій і вітчизняній практиці будівництва, що підтверджує їх ефективність і конкурентоспроможність порівняно зі

звичайними залізобетонними. При цьому забезпечується значний економічний ефект за рахунок зниження трудомісткості, скорочення термінів будівництва, кращого використання техніки.

Далеко не повний перелік конструкцій, у яких можливе застосування подібного роду плит, тільки масштабний фактор буде змінюватися. Зокрема застосування в якості кришок для каналізаційних та оглядових люків, силоси для зберігання зерна та інших матеріалів, водонапірні башти, а також підземні резервуари для зберігання води і нафтопродуктів – все це круглі резервуари. Часто з великими навантаженнями.

Однак слід зазначити, що сталобетонні конструкції порівняно з залізобетонними знаходяться в не вигідних умовах. Практика застосування стрижневого армування протягом тривалого часу розвитку конструкцій з бетону безперервно удосконалювала технологію виробництва, конструктивні рішення залізобетону, а також окремих

його елементів (бетон, арматура). У той же час використання листового зовнішнього армування налічує трохи більше 50 років і не має масового характеру, а боязкі спроби впровадження сталобетону при будівництві окремих об'єктів стикаються з конкуренцією з боку розвинутої індустрії традиційного залізобетону, що має потужну виробничу базу.

Ефективність листового армування найбільш відчутна при монолітному будівництві, яке найчастіше обумовлено необхідністю великої кількості отворів, прорізів, наявністю великої кількості закладних деталей. Крім того, за наявності дешевих місцевих будівельних матеріалів, таких як пісок, щебінь, гравій, монолітне будівництво диктується можливістю істотного зниження вартості споруд.

УДК 658.15

А.М. Малявін
A. Malyavin

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS

В умовах швидкого збільшення предметного змісту дисциплін у зв'язку з новими відкриттями науки і техніки особливого значення набуває підготовка випускників вузів у галузі використання нових способів пошуку знань і методів доступу до банків даних, що містять актуальну наукову і навчальну інформацію.

Майбутні фахівці повинні досконало володіти автоматизованими системами обліку, планування, управління виробництвом.

У зв'язку з цим важливого значення набуває інформатизація освіти і широке використання інноваційних педагогічних технологій, спрямованих на розкриття творчого потенціалу особистості.

УДК 624.011:625.42

Д.А. Фаст
D. Fast

**МОДЕЛЬ І РОЗРАХУНОК ДЕРЕВ'ЯНОЇ ШПАЛИ МЕТРОПОЛІТЕНУ
У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ЛІРА ЗАПОВНЕНОЇ
ПОЛІМЕРНИМ МАТЕРІАЛОМ**

**MODEL AND CALCULATION OF THE UNDERGROUND WOODEN SLEEPERS
IN THE SOFTWARE PACKAGE LEAR, WHICH IS FILLED WITH
PLASTIC MATERIAL**

Для вирішення завдання з розрахунку дерев'яної шпали, що перебуває в тунелі метрополітену, необхідно створити розрахункову схему конструкції. У нашому випадку вона має вигляд балки, що опирається на бетонну основу вздовж 2/3 довжини шпали.

Для розрахунку шпали, заповненої полімерною сполукою АСТ-Т, за допомогою програмного комплексу ЛІРА необхідно створити її модель. Шпала являє собою дерев'яну балку у формі паралелепіпеда зі сторонами поперечного перерізу 160×250 мм і довжиною 2750 мм.

Для побудови просторової моделі шпали розбиваємо її на восьмивузлові чотирикутні кінцеві елементи, які мають форму паралелепіпеда або кубика. Об'ємна бетонна основа, на яку опирається шпала, розбиваємо за таким самим принципом. У місцях опирання шпали на бетонну основу введено двовузлові кінцеві елементи однобічного нелінійного зв'язку, що працюють на стиск для моделювання вільного переміщення в площині, перпендикулярної до твірної. При цьому в місці дотичних поверхонь, між якими з'являється тертя, для всіх вузлів попарно застосовується об'єднання переміщень в усіх напрямках. У цьому випадку

об'єднання переміщень не поширюється вздовж утворюючої. Навантаження на шпалу прикладені симетрично відносно середини й приймаються як рівномірно-розподілені по площі залізничної підкладки.

Для дослідження впливу густоти сітки розбиття на кінцеві елементи були прийняті такі варіанти:

- крок елементів у поперечному перерізі 14.7×16.667 мм, по довжині - 60 і 79 мм;
- крок елементів у поперечному перерізі 24.5×25 мм, по довжині - 25 мм;
- крок елементів у поперечному перерізі 36.77×50 мм, по довжині - 47.5 і 50 мм.

Аналізуючи отримані дані, видно, що сітка розбиття розрахункової моделі шпали має вплив на кінцевий результат. Порівнюючи значення переміщень для перетинів із суцільної деревини й з наповненням полімером, можна зробити висновок, що використання такого матеріалу, як пластмаса акрилова, що самотвердне АСТ-Т, для заповнення порожнеч у старопридатній дерев'яній шпалі забезпечує рівнопружність підрейкової основи й відновлення її експлуатаційних властивостей.

УДК 625.1

А.Ю. Аврамов, В.Ф. Смокин
A.Y. Avramov, V.F. Smokin

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА БАЛЛАСТНОГО СЛОЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ - ОДНО ИЗ ПРИОРИТЕТНЫХ
НАПРАВЛЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

**IMPROVED TECHNOLOGY DEVICES BALLAST RAILWAY TRACK - ONE
OF THE PRIORITY TRENDS IN ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGY
OF RAILWAYS TODAY**

Одним из приоритетных направлений развития отечественного железнодорожного транспорта на переходном этапе внедрения скоростного движения в Украине является широкое применение ресурсосберегающих технологий на основе использования, в первую очередь, отечественных ресурсов (материальных, трудовых, научного и производственного потенциала).

Анализ затрат основных ресурсов, отечественного и зарубежного опыта внедрения скоростного железнодорожного движения позволил установить высокую удельную значимость работ по устройству балластной призмы по отношению к общим затратам железнодорожного полотна:

- трудоёмкость устройства балластного слоя и текущего содержания пути 65-70 %;
- продолжительность работ по устройству и содержанию пути 60-65 %;
- затраты материалов на устройство и ремонт пути 80-85 %;
- стоимость работ по устройству и содержанию пути 30-35 %;

Выполнен анализ факторов, обуславливающих столь высокую значимость работ по устройству балластной призмы и качество работ, не соответствующее современным требованиям при производстве этих работ, особенно при устройстве скоростных железнодорожных трасс.

Нами был выполнен анализ качества природных каменных материалов, выпускаемых отечественными щебнедобывающими карьерами и рассмотрены пути радикального улучшения этих материалов. В то же время задача серьезной модификации балластной призмы в современных условиях может быть решена, на наш взгляд только с применением эффективных технологий, в первую очередь на основе применения армирующих материалов и изделий; применением упрочняющих слоев на основе минеральных вяжущих и полимерных мастичных материалов.

Рассмотрены конструкции земляного полотна с использованием рулонных геосинтетических материалов и упрочняющих слоёв.

Также рассмотрено весьма перспективное направление, особенно для Донецкого региона, – применение теплоизоляционных материалов при возведении железнодорожного полотна.

Применение данных ресурсосберегающих технологий позволяет, как показали исследования, проведённые в Днепропетровском национальном железнодорожном университете имени академика В.Д. Лазаряна под руководством В.Д. Петренко, повысить эксплуатационную долговечность и надёжность земляного полотна в течение длительного времени, снизить затраты на содержание

железнодорожного пути, увеличить межремонтные сроки.

Современная мировая и отечественная наука и практика разработала эффективные технологические решения, которые позволят снизить

затраты ресурсов на устройство балластной призмы и повысить надёжность и долговечность железнодорожного пути и позволит обеспечить внедрение скоростного движения, а также магистралей с высокой грузонапряжённостью.

УДК 625.14

А.А. Авлеева, В.Ф. Смокин
A.A. Avleeva, V.F. Smokin

**АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК СТРУННО-БЕТОННЫХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО
НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ И ОСНОВНЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ КАЧЕСТВА ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ**

**ANALYSIS OF FEASIBILITY AND STRING-PERFORMANCE CONCRETE
PRESTRESSED CONCRETE SLEEPERS AND BASIC IMPROVE
THEIR QUALITY IN THEIR PRODUCTION**

Эксплуатационная надёжность и долговечность конструкции железнодорожного пути в значительной мере определяется видом шпальных конструкций, технологией их укладки, соблюдением правил эксплуатации. Надёжная работа шпал является необходимым условием обеспечения безопасности эксплуатации железнодорожного транспорта. Наибольшее распространение на железных дорогах получили деревянные, металлические, железобетонные шпалы, а в последние годы и полимерные. В отечественной практике наибольшее распространение получили железобетонные предварительно напряженные шпалы благодаря ценному комплексу эксплуатационных преимуществ: значительная продолжительность срока службы, высокая коррозионная и эрозионная стойкость, повышенная устойчивость железнодорожного пути, стабильность ширины рельсовой колеи,

однородность и упругость свойств по длине пути и плавность движения поездов и т. д.

В то же время железобетонные предварительно напряженные шпалы имеют и серьезные недостатки: значительная материалоемкость, низкая деформативность и, как следствие, малая стойкость к динамическим нагрузкам, сложная технология изготовления, повышенная жесткость конструкции пути, высокая чувствительность к качеству балластного основания и технологии его укладки и ремонта.

Проведение обследования состояния предварительно напряженных шпал на ряде участков Донецкой железной дороги позволили установить, что основная часть повреждений и дефектов (до 60-70 %) определяется качеством изготовления этих конструкций.

Для повышения качества железобетонных предварительно напряженных шпал в первую очередь необходимо повысить требование к качеству инертных заполнителей, снизить

величину водоцементного отношения, повысить марку цемента до 600 и выше, применять высокопрочную арматуру, строго соблюдать технологию производства работ.

Особое внимание необходимо уделить повышению деформативности и прочности железобетонных предварительно напряженных шпал при изгибе и растяжении.

Исследования, проведенные в Украине и за рубежом, показали, что значительное улучшение прочности и деформационных характеристик железобетонных конструкций достигается использованием полимерных добавок. В настоящее время известно большое число различных полимерных добавок, которые могут быть использованы для модифицирования железобетонных предварительно напряженных шпал. Наибольшее распространение получили водные дисперсии термопластичных полимеров и эластомеров; водораство-

римые мономеры; кремнийорганические жидкости.

Потенциал отечественной науки и наличие необходимой производственной базы позволяет в короткие сроки организовать отечественное производство эффективных полимерных добавок с достаточно высокими технико-экономическими характеристиками.

В настоящее время в связи с внедрением скоростного железнодорожного движения и увеличением грузонапряженности отечественных железных дорог повышение качества железобетонных шпал становится актуальным. И эта задача вполне осуществима, но для этого нужна государственная программа развития и реализации эффективных материалов и конструкций, стимулирования разработки новых стандартов, нормативной, правовой и проектной документации, которые бы соответствовали современным требованиям и выводили железнодорожное строительство на требуемый уровень.

**НАПРЯМОК
«ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І УПРАВЛІННЯ
НА ТРАНСПОРТІ»**

УДК 656.078.8

Т.В. Бутько, О.Е. Шандер
T.V. Butko, O.E. Shander

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
В УМОВАХ КОНКУРЕНТНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**TECHNOLOGY IMPROVEMENT OF FREIGHT TRANSPORTATION IN A
COMPETITIVE ENVIRONMENT**

В умовах адаптації залізничного транспорту до ринкової економіки та створення конкурентного середовища, передбаченого Програмою структурної реформи на залізничному транспорті, повинен забезпечуватись інтенсивний пошук ефективних технологій організації процесу перевезення та методів їх реалізації, які б враховували наявність конкурентних транспортних компаній, що виконують роботу з організації перевезень вантажів. У таких умовах постає необхідність своєчасного задоволення потреб замовників у перевезенні вантажів і раціональному використанні рухомого складу при організації перевезень з урахуванням особливостей конкурентного середовища при виконанні запланованих обсягів перевезень вантажів на всій мережі залізниць України.

Проведений аналіз світового досвіду з організації залізничних вантажних перевезень довів, що одним із основних напрямків удосконалення технології організації вантажних перевезень в умовах функціонування системи конкурентних транспортних компаній може бути реалізований на основі двох різних варіантів, які враховують умови управління своїм парком вантажних вагонів

безпосередньо операторською компанією або залізницею.

Якщо розглядати варіант організації вантажних перевезень управління основною частиною парку вантажних вагонів операторських компаній, що здійснюється залізницею, то зміни в організації перевізного процесу в основному будуть стосуватися питань щодо переміщення та розподілу порожніх вагонів. Тому важливим завданням є управління даними вагонами.

Вирішення завдання оптимального розподілу та управління вагонами пропонується на основі сформованої оптимізаційної моделі призначення порожніх вагонів за умови мінімізації витрат на прямування вагонів до клієнта, яка враховує топологію залізничної мережі. Сформована оптимізаційна модель адекватно відтворює умови процесу перевезення і забезпечує:

- скорочення транспортних витрат;
- зменшення пробігу порожніх вагонів;
- скорочення часу простою вагонів під вантажними операціями;
- підвищення ефективності керування перевізним процесом.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ
ШЛЯХОМ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ
РЕЗЕРВУ ВАГОНІВ**

**IMPROVEMENT OF MAINTENANCE OF OWNERS OF GOODS
BY CONSTRUCTION OF CAS DETERMINATION RESERVE OF CARRIAGES**

В умовах розвитку транспортного ринку одним з ключових завдань в управлінні перевезеннями є раціональна організація місцевої роботи залізничних підрозділів, яка базується, перш за все, на якісному забезпеченні вантажовласників вагонами при оптимізації витрат на експлуатацію вагонного та локомотивного парків.

Використання інформаційних систем дозволяє суттєво розширити можливості управління. У місцевій роботі за рахунок них можна досягти своєчасного отримання якісної інформації, підвищення достовірності прогнозного планування й організації безперервного контролю за виконанням технологічних операцій.

Тому необхідно розробити автоматизовану систему визначення обсягів резерву вагонів на станціях залізничного підрозділу для підвищення оперативності реагування на планові та додаткові заявки клієнтури на подавання вагонів. У системі запропоновано прогнозувати обсяг резерву вагонів на станціях, використовуючи динамічну базу даних АСК ВП УЗ Є.

На основі досліджень запропоновано організувати накопичення порожніх вагонів відповідного роду з урахуванням таких факторів:

- переробна спроможність станції;
- наявність відповідних технічних засобів для сортування вагонів;
- корисна довжина приймально-відправних колій тощо.

На АРМ оперативних працівників даної системи видається найбільш оптимальний варіант просування порожніх вагонопотоків по дільницям у вигляді графіка прогнозного руху поїздів.

Крім того, на АРМ вантажовідправника запропоновано видавати ряд можливих пропозицій щодо можливості задоволення його додаткових потреб. Виходячи з запропонованих варіантів вантажовідправник обирає найбільш зручний.

Застосування даної системи дозволить диспетчерському персоналу планувати резерв вагонів і передавати по інформаційно-обчислювальній мережі завдання для маневрових диспетчерів станцій. Це дозволить скоротити порожній пробіг вагонів і підвищити рівень виконання плану навантаження, а також скоротити експлуатаційні витрати за рахунок зменшення пересування вагонопотоків на дільницях.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ШВИДКІСНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ КОЛЕКТИВНОГО ІНТЕЛЕКТУ

IMPROVING APPROACHES TO THE FORMATION OF A RATIONAL SYSTEM OF HIGH-SPEED RAILWAY BASED ON COLLECTIVE INTELLIGENCE

Розвиток проектів на залізницях України щодо підвищення швидкості руху пасажирських поїздів потребує проведення наукових досліджень щодо аналізу та ефективності функціональних і структурних змін у транспортній мережі країни для визначення раціональної стратегії розвитку залізничної системи швидкісних перевезень. Існуючі підходи до пошуку раціональної топології залізничної мережі дозволяють знаходити лише розподіл пасажиропотоків на мережі без урахування попиту на перевезення пасажирів з різним рівнем доходів. Закладення в моделях припущення централізованого розвитку транспортної мережі не відповідає реальним процесам децентралізованого розвитку міст, що формують потужність сполучень у мережі. При цьому дослідження проводились окремо для мережі швидкісних залізничних пасажирських перевезень без урахування існування і розвитку залізничної мережі звичайних пасажирських сполучень, що завжди впливає на ефективність існування швидкісних поїздів.

Для вирішення завдання формалізації процесу розвитку залізничної системи швидкісних перевезень у дослідженні запропоновано застосувати ентропійну модель, що заснована на мультиагентних методах і відтворює особливість функціонування залізничної системи пасажирських перевезень. У термінах

системного підходу максимізація ентропії системи дозволяє знайти такий стан системи, що характеризується просторовим розподілом на мережі поїздопотоків швидкісного і звичайного руху, який близький за ймовірністю до того, що може скластися в реальній залізничній транспортній системі при обліку закономірностей колективної поведінки. Для вирішення поставленого завдання запропоновано використати метод оптимізації на основі моделювання переміщення бактерій (Bacterial Foraging Optimization, BFO). В основі методу використані дослідження біологічних основ життя бактерії *E. Coli* та їх властивість групування в колонії, що відтворює принцип функціонування мультиагентної системи, в якій може проявитися самоорганізаційна та складна поведінка в умовах, коли стратегія поведінки кожного агента досить проста.

Запропонована розрахункова модель визначення напрямків прямування та кількості пасажирських поїздів різних категорій в умовах впровадження залізничного швидкісного пасажирського сполучення на основі колективного інтелекту дозволяє проводити більш точні розрахунки щодо економічної доцільності реалізації інноваційних проектів підвищення швидкості руху на залізничному транспорті.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ У ПОЇЗДИ
НА ОСНОВІ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ СКЛАДНИХ МЕРЕЖ**

**STUDY OF ORGANIZATIONS CAR TRAFFIC IN TRAIN BY THE METHOD
OF ANALYSIS OF COMPLEX NETWORKS**

Нормативний документ – план формування поїздів (ПФП) – визначає ефективність функціонування залізничного транспорту та прямо впливає на фінансові результати його діяльності. Існуючі підходи до аналізу ПФП не дозволяють оцінити макропараметри системи перевезень, взаємозалежність залізничних станцій у мережі, їх вплив на систему перевезень у цілому. Це вимагає впровадження нових методів досліджень ПФП, заснованих на системному підході,

зокрема методів аналізу в межах сучасного напрямку досліджень теорії складних мереж (від англ. Complex Networks, CN).

Запропонований підхід до аналізу ПФП базується на подаванні взаємозв'язків між станціями мережі у вигляді сітьової структури з використанням орієнтованого графа, вершини якого відповідають станціям формування поїздів, тоді як дуги є призначеннями плану формування (рисунок).

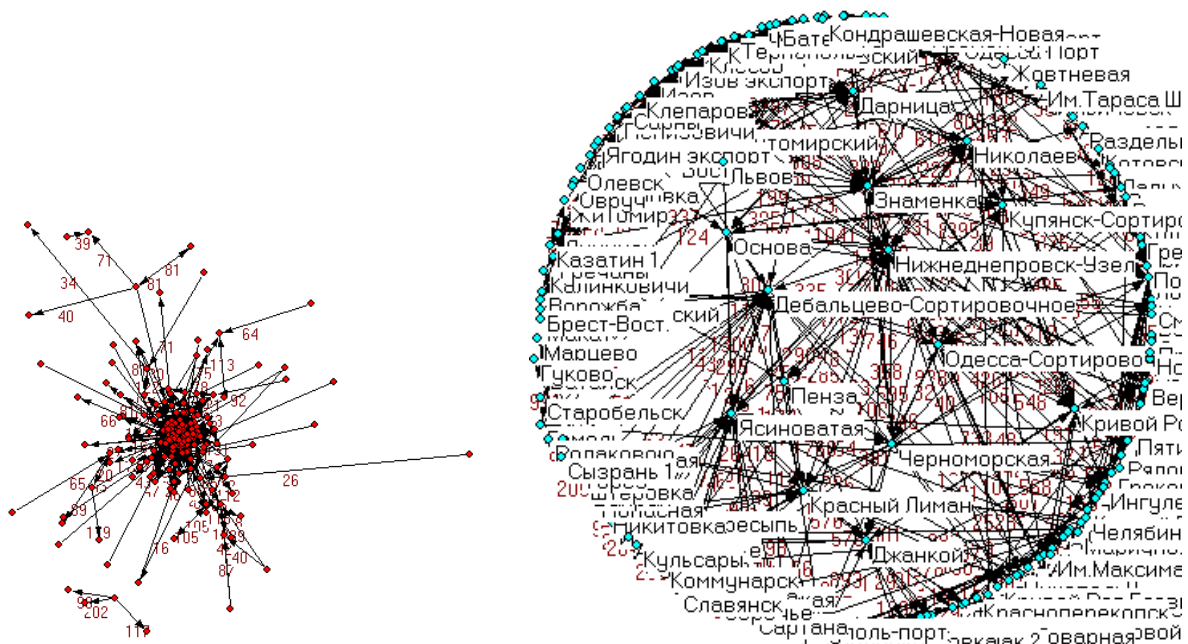


Рис. Орієнтовний граф мережі призначень ПФП

Проведений аналіз дозволив визначити метрики графової структури, що відображають силу впливу та залежність станцій у системі поїздування, зокрема

було визначено порядок зв'язків станцій, ступінь близькості, посередництва, встановлено ступінь централізації мережі, її центральність, щільність, діаметр.

Запропонований підхід до аналізу надав можливість з позиції системного підходу визначити найбільш впливові станції на

залізничній мережі і встановити швидкість просування вагонопотоків.

УДК 656.213

Г.М. Сіконенко
G.M. Sikonenko

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТИКОВИХ ПУНКТИВ

IMPROVEMENT THE OPERATION OF INTERNATIONAL RAILWAY BUTT STATION

За рівнем транзитності Україна займає одне з перших місць у Європі, що і визначає особливу значущість розроблення та проведення ефективної транспортної політики. Провідну роль у ній повинні відіграти прискорений розвиток транспортної інфраструктури, створення відповідно до міжнародних стандартів національної мережі міжнародних транспортних коридорів, її інтегрування в транспортні закордонні системи. Останніми роками спостерігаються тенденції до певного зростання транзитних перевезень, які направляються в Словаччину, Угорщину, Австрію, Чехію, Румунію.

Зроблений аналіз роботи по станції Ужгород-2 Львівської залізниці за перше півріччя 2012 року показав, що основними причинами затримки вагонів при експортуванні вагонів з Росії та країн СНД стали нестача комплексного, у тому числі інформаційного, обслуговування на шляху транзиту; відсутність комплексу правових актів, які регулюють транзитні перевезення

та їх експедиційне обслуговування; закінчення терміну доставки вантажу.

Основними причинами затримки вагонів при імпортуванні вантажів стали недосконалість при оформленні перевізних документів, неточності в назвах станцій, вантажоодержувачів та інше.

Своєчасне невідправлення вантажів, навантажених на території України, на експорт відбулося внаслідок технічних несправностей вагонів; недосконалості інформації про вагон і вантаж; неправильного кріплення вантажу.

Для подальшої інтеграції України у ВТО, для підвищення доходів необхідне підвищення рівня транзитності вантажів, насамперед імпортних. Відповідна оптимізація та автоматизації при перетині кордону, введення уніфікованих документів, створення сучасних умов для переробки і транспортування вантажів ще більше підвищить ефективність роботи міжнародних стикових пунктів.

**ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЦІ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ
ТРАНЗИТНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**IMPROVEMENT OF RAILROAD UNDER INCREASING
TRANSIT TRANSPORTATION**

Порядок направлення та організація вагонопотоків є важливим технологічним завданням експлуатаційної роботи залізниці. Правильна організація вагонопотоків – одне з основних завдань експлуатаційної роботи залізниці.

Аналіз динаміки з транзитними вагонами за період 2007-2011 років свідчить про деяке збільшення робочого парку вагонів (на 12 %) порівняно з 2009 роком при скороченні часу простою вагонів на технічних станціях як при переробці вагонопотоку (у середньому на 8,6 %), так і при пропусканні без переробки (на 32 %).

У цих умовах підвищення транзитності вагонопотоків є необхідним навіть при деякому збільшенні часу їх простою під накопиченням, оскільки вагонопотоки і вантажопотоки є двома найважливішими компонентами перевізного процесу, який у свою чергу є своєрідною динамічною системою багатьох взаємопов'язаних процесів, що зливаються в єдиний процес переміщення вантажів у вагонах. Розгляд цієї системи є основою забезпечення поліпшення завдання організації вагонопотоків на залізничному транспорті на базі реалізації максимально

можливого по довжині транзитного вагонного плеча.

У ринкових умовах кожний поїзд повинен формуватися при виконанні умови зменшення витрат як на власне формування, так і на організацію пропускання вагонопотоку.

При розрахунках доцільності виділення струменя необхідно враховувати витрати, пов'язані з виділенням додаткових призначень і відповідно ниток у графіку руху поїздів; витрати на формування та пропускання поїздів відповідної вагової норми; витрати на просування вагонопотоків по дільницях з урахуванням відокремлення транзитного вагонопотоку; витрати на накопичення составів на технічних станціях з урахуванням витрат на додаткову маневрову роботу при відокремленні транзитного вагонопотоку.

Завдання удосконалення роботи залізниці при підвищенні рівня транзитності можна віднести до транспортних завдань (ТЗ), яке доцільно вирішувати за допомогою методу конструювання маршруту (route construction method) або методу поліпшення маршруту (route improvement method), заснованого на методі локального пошуку.

УДК 656.223.2.001.18

Л.І. Рибальченко
L.I. Rubalchenko

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РОЗВЕЗЕННЯМ ПОРОЖНІХ
ВАГОНІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПОЛІГОНАХ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ**

**IMPROVEMENT OF MANAGEMENT DISTRIBUTION EMPTY WAGONS
BY TRAIN POLYGONS ON THE BASIS OF THE PREDICTIV**

В умовах розвитку транспортного ринку та конкуренції одним із основних питань для системи перевезень є своєчасне забезпечення вагонами необхідного типу всіх відправників вантажу відповідно до їхніх заявок. Виконання визначеної умови ускладнюється у зв'язку з браком кількості вагонів і їх незадовільним станом. Одним із варіантів вирішення цього завдання є раціональне використання рухомого складу – його розподіл і доставка. З зазначеного вище випливає, що вирішення цього питання стосується удосконалення оперативного планування.

До основних завдань оперативного планування належать: прогнозування

різних показників поїзної та вантажної роботи, розподіл і доставка порожніх вагонів на станції навантаження.

Для вирішення вказаних вище завдань сформовано моделі, що базуються на використанні методу нейронних мереж, генетичного алгоритму та апарату нечіткої логіки. Використання цих моделей надасть можливість ДНЦВ та ДНЦ отримувати точні прогнози значення для змінно-добового планування та обґрунтовані рішення щодо вибору раціонального варіанта розвезення порожніх вагонів по дільниці (напрямку прямування та категорії поїзда, в якому будуть доставлені вагони).

УДК 656.222.3

М.Є. Щербина
M.E. Sherbina

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПРЯМУВАННЯ
ВАГОНОПОТОКІВ**

**ANALYSIS OF METHODS OF OPTIMUM ROUTE CHOICE
OF RAIL CAR TRAFFIC**

У наш час завдання вибору маршруту прямування вагонопотоків полягає в побудові ефективних схем і напрямків руху потоків при забезпеченні мінімальних витрат на перевезення. Вирішення цього завдання дозволить збільшити рівень відправницької маршрутизації, зменшити кількість переробок і дозволить скоротити обіг вагона.

Аналіз наявних у вітчизняній і світовій практиці методів вибору маршруту прямування вагонопотоків виявив ряд недоліків, наприклад, до недоліку методу покрокового розподілу можна віднести його велику обчислювальну складність тощо. Враховуючи їх, можна зробити висновок, що при вирішенні завдання вибору оптимального маршруту

прямування вагонопотоків необхідно врахувати ряд факторів, що впливають на просування вагонопотоків, а саме завантаження всіх елементів транспортної мережі (пропускні спроможності ліній, перероблювальні спроможності станцій та ін.).

Додатково при вирішенні завдання маршруту прямування необхідно враховувати ряд технологічних обмежень, а саме обмеження в розмірах руху по дільницях, станціях і призначеннях плану формування.

УДК 656.073

О.С. Губачова
O.S. Gubachova

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОБОТИ ОПЕРАТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

THE ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE OPERATING COMPANIES WORK ON RAILWAY TRANSPORT

Реформування залізничного транспорту та структурні перетворення в системі управління перевізними процесами як в Україні, так і в більшості країн колишнього СНД, на сучасному етапі призвели до виникнення дисбалансу парків власних та інвентарних вагонів. Більшість вагонів змінили свій статус з інвентарного на власний і були передані під керівництво до нових державних підприємств – дочірніх структур Державного підприємства «Український транспортно-логістичний центр».

Розвиток операторського бізнесу та збільшення кількості власників вантажних вагонів призводить до виникнення ряду проблем на мережі залізниць: ускладнення раціонального планування вантажних перевезень, збільшення невиробничих простоїв рухомого складу, його зустрічних порожніх переїзів тощо.

Всеохоплююча логістична система організації й управління процесами перевезень вантажів залізничним транспортом, в основу якої покладено функціонування Єдиного центру управління парком вантажних вагонів залізничних адміністрацій країн учасниць СНД, дозволяє забезпечити ефективну

взаємодію всіх підприємств Укрзалізниці й оптимізувати технологію організації внутрішніх і міжнародних перевезень. Злиття операторських компаній і створення за рахунок цього більших структур підвищить ефективність роботи залізниці та введе транспортне обслуговування на новий рівень, що забезпечить Укрзалізниці гідне місце серед перевізників в умовах конкуренції та дозволить зменшити ризик втрати завойованих позицій на ринку транспортних послуг. Але «Єдиний парк», що складається, в основному, з парків вагонів залізниць Росії, України, Білорусі, Казахстану, буде відвернений від обслуговування потреб своїх національних вантажовласників. Зазначені залізниці будуть нести втрати, викликані незабезпеченням заявок на перевезення вантажів і втратами внаслідок цього належних їм платежів, які не компенсуються платою за користування вагонами, що надходить від інших адміністрацій.

Для вирішення цих питань необхідно розробити модель процесів взаємодії транспортних компаній при організації залізничних вантажних перевезень.

УДК 656.222.4

Т.В. Бутько, Г.О. Прохорченко
T.V. Butko, G.O. Prohorchenko

**РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГРАФІКА РУХУ
ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ ШТУЧНИХ БДЖОЛИНИХ КОЛОНІЙ**

**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR CHARTING THE MOVEMENT
OF TRAINS ON THE BASIS OF ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHM**

В умовах впровадження Державної програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки, оптимізації структури управління галуззю, утворення нових підприємств різних форм власності, що здійснюють вантажні та пасажирські перевезення з дотриманням недискриманційного доступу до користування об'єктами інфраструктури залізничного транспорту, потребує перегляду існуючий підхід щодо складання нормативного графіка руху поїздів (ГРП). З метою надання гнучкості при взаємодії власника інфраструктури з компаніями-перевізниками необхідним є автоматизація складання графіка руху поїздів.

Одним із напрямків вирішення цього завдання є формування математичної моделі складання нормативного графіка руху поїздів, яка орієнтована на отримання мінімуму сумарних витрат на вартість непродуктивних простоїв всіх поїздів на дільниці, витрат на зупинки поїздів і вартості штрафу за невиконання директивних строків прямування поїздів через дільницю відповідно до заявок операторів та обмежень щодо дотримання міжпоїзних та станційних інтервалів. Для вирішення розробленої моделі запропоновано застосувати один з методів мультиагентної оптимізації – алгоритм штучних бджолиних колоній (від англ. Artificial Bee colony Algorithm, ABC), який базується на моделюванні поведінки бджіл у природному середовищі.

Адаптуючи принципи живої природи до задач автоматизованого розрахунку ГРП, запропоновано подати процес пошуку найкращого джерела нектару колонією бджіл як процедуру побудови оптимального графіка руху поїздів. Основна ідея алгоритму – це імітація поведінки бджіл при пошуку нектару. При цьому існує розподіл бджіл на визначені групи – робочі бджоли, бджоли-дослідники та бджоли-розвідники. Бджоли живуть у багатовимірному просторі, де кожна координата являє собою параметр функції, що оптимізується. Під кількістю знайденого бджолою нектару слід розуміти значення цільової функції, що оцінює ефективність побудови нитки графіка руху, тоді як процес пошуку їжі робочою бджолою можна розглядати як пошук точок прибуття і-го поїзда на кожен перегін дільниці для прокладання початкового варіанта прямування поїзда дільницею, а роботу бджіл-дослідників – як пошук кращих варіантів прокладання даної нитки, побудованої на попередньому етапі, у визначених межах (локальних областях).

Запропонована технологія моделювання колективного інтелекту на основі алгоритму бджолиних колоній створює нові можливості для розрахунку нормативного графіка поїздів з адаптивним коригуванням. Це дозволить у найкоротші строки задовольняти потреби компаній-перевізників з урахуванням обмежень на технічні й технологічні параметри інфраструктури.

УДК 656.025:510.223

Т.В. Головка
T.V. Golovko

**ФОРМУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ
ПРОСУВАННЯ ВАНТАЖІВ У НАПРЯМКУ ПОРОМНОГО КОМПЛЕКСУ**
**OF AUTOMATED TECHNOLOGY MANAGEMENT PROCESS OF MOVING LOADS
TO FERRY COMPLEX**

Розвиток залізничного транспорту неможливий без застосування передових інформаційних технологій, які дозволяють досягти значного підвищення економічної доцільності за рахунок міжгалузевої та міжнародної взаємодії різних підприємств.

При формуванні автоматизованої технології управління процесом просування вантажів у напрямку поромного комплексу передбачено, що першоджерелом вихідної інформації є підприємство вантажовідправника, а за відсутності можливості його підключення до ліній передачі даних першоджерелом зародження інформаційних потоків буде виступати залізнична станція.

Таким чином, для здійснення міжнародних перевезень вантажовідправник повинен ввести дані до системи EDIFACT, що забезпечить інформаційне супроводження перевізного процесу в міждержавному сполученні. При цьому забезпечення перевізного процесу та його управління буде здійснюватися на основі

введенні інформації до автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ). На основі даної інформації оперативний персонал залізниць і дирекцій залізниць отримає можливість формування оперативних планів поїзної роботи. Відповідно до цього слід зазначити, що специфіка роботи залізничного транспорту передбачає дотримання встановлених норм і виконання заданих показників експлуатаційної роботи. Для визначення цих обсягів і характеру роботи на залізницях впроваджена багаторівнева система планування.

Використовуючи сформовану технологію на автоматизованому робочому місці, поїзний диспетчер отримує можливість давати оперативні вказівки оперативному персоналу станцій відносно стратегій пропускання поїздопотоків різних категорій по дільницях за умови отримання найбільшої експлуатаційної доцільності.

УДК 656.222.3:658.5

О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко
O.V. Lavrukhin, Y.V. Dotsenko

**ПІДХОДИ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМ
ПРОЦЕСОМ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**APPROACHES TO FORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT
TRANSPORTATION PROCESS BASED ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Згідно з поставленою темою дослідження, дану роботу присвячено формуванню технології автоматизованого

оперативного управління перевізним процесом на основі розподіленого штучного інтелекту. Для досягнення цієї

мети передбачено необхідність формування інтелектуальних модулів управління оперативною роботою, які повинні функціонувати в середовищі розроблення та реалізації оперативних планів роботи.

Далі, використовуючи основні принципи системного підходу, доцільно сформуванню загальної умови отримання синергетичного ефекту від синтезу розроблених моделей, а саме моделі визначення оптимальних параметрів оперативного плану; моделі визначення оптимального виконання плану місцевої роботи; моделі визначення оптимальних параметрів економічної доцільності прийняття поїздів на залізничну станцію; моделі на основі нейронної мережі щодо визначення раціональної колії приймання поїзда за умови дотримання параметрів безпечної експлуатації; моделі пріоритетного формування поїздів; моделі визначення мінімальних приведених витрат щодо пріоритетного формування поїздів; моделі визначення пріоритетного відправлення поїздів на дільниці.

Сформована умова визначення синергетичного ефекту від розробленого

комплексу моделей повинна бути покладеною в основу формування структурної схеми взаємодії різних автоматизованих робочих місць в умовах реалізації системи з розподіленим штучним інтелектом при розробленні та реалізації оперативних планів поїзної роботи.

У результаті досліджень було сформовано двоконтурну структуру взаємодії різних автоматизованих робочих місць в умовах реалізації системи з розподіленим штучним інтелектом при розробленні та реалізації оперативних планів поїзної роботи, яка надає можливості більш ефективної роботи інтелектуального автоматизованого комплексу управління експлуатаційною роботою на залізницях України. Також було запропоновано загальну технологію інтелектуального автоматизованого оперативного управління перевезеннями, яка на основі використання GPS-технологій дозволяє підвищити не тільки економічну ефективність від перевезень, але й досягти підвищення безпеки руху.

УДК 656.2

В.В. Петрушов
V.V. Petrushov

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

PROSPECTS OF MULTIMODAL CARRING IN UKRAINE

Мультимодальні (або змішані) перевезення – це перевезення, які виконуються двома або більше видами транспорту. У них виділяють безпосередньо *мультимодальні*, у яких відповідальність за перевезення кожним видом транспорту лежить на відповідному перевізнику, та *інтермодальні*, у яких за весь ланцюг відповідає одна особа – перевізник або експедитор. Останній вид

більш характерний для міжнародних перевезень.

Виходячи з географічного положення України і того, що через територію нашої держави проходять три критських міжнародних коридори, можна зробити висновок, що міжнародні перевезення є дуже важливими та перспективними для транспортної мережі. Однак реалізація основних логістичних принципів, таких як «точно в строк» і «від дверей до дверей»,

майже неможлива при використанні лише одного виду транспорту (у нашому випадку залізничного). Це створює підстави та перспективи для подальшого розвитку мульти- та інтермодальних перевезень. Основою для розвитку таких перевезень

повинні стати мультимодальні термінали, які дозволяють поєднувати операції з обробки різних видів транспорту у єдиний технологічний ланцюг і досягати такого ефекту, який неможливий при розрізненому управлінні.

УДК 655.210

М.І. Данько, В.Д. Зонов

M.I. Dan'ko, V.D. Zonov

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ
ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЗБЕЖЕННЯ
МАНЕВРОВИХ ТЕПЛОВОЗІВ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY SORTING STATIONS THROUGH
INTRODUCTION OF MODERN TECHNOLOGY ENERHOZBEZHENNYA
LOKOMOTIVES**

У сучасних умовах економічного розвитку України – крупного імпортера світлих нафтопродуктів – найважливішу роль відіграє державна політика Укрзалізниці в галузі забезпечення енергетичної безпеки залізничного транспорту.

Одним із пріоритетів державної політики в цій галузі Укрзалізниця сконцентрувала є розроблення, та впровадження енергоощадних технологій (ЕСТ) у роботі маневрових локомотивів, які відіграють найважливішу роль у технологічному процесі практично будь-якої сортувальної станції.

Виходячи з цього підвищення ефективності маневрової роботи на залізничних станціях і вузлах, як складової перевізного процесу, необхідно вирішувати з урахуванням всіх її складових. Насамперед з урахуванням вибору раціональних конструктивних параметрів сортувальних гірок та інших факторів, які впливають на витрати палива маневровими локомотивами під час виконання маневрових операцій.

Оптимізація енергозбереження технічними засобами під час виконання маневрових технологічних операцій на сортувальних станціях неможлива без впровадження глобальної системи супутникової навігації, яка в реальному часі дозволяє позиціонувати вагонопотоки. Сучасні супутникові технології дозволяють розраховувати точний час надходження вагонів на станцію та їх призначення, місто положення рухомого складу.

Крім того, глобальна система позиціонування тягового рухомого складу координує взаємодію залізничного транспорту з іншими видами транспорту та дозволяє підвищити прибутки станції за рахунок скорочення непродуктивних витрат всіх технологічних споруджень і пристроїв станцій і вузлів.

Оптимізація енерговитратної складової при проведенні маневрових операцій на сортувальній станції вимагає в умовах ринкової економіки в кризовий період якісно нових підходів до розроблення та впровадження сучасних енергозберігаючих технологій.

УДК 656.2

Д.В. Константинов
D.V. Konstantinov

**РОЗВИТОК ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ**

**DEVELOPMENT OF SPEED PASSENGER TRANSPORTATIONS
ON RAILWAYS UKRAINE**

Удосконалення системи пасажирських перевезень у сучасних умовах розвитку залізничного транспорту України є одним з пріоритетних питань у програмі Укрзалізниці щодо стратегії розвитку залізничних перевезень. Високий рівень збитковості пасажирських перевезень при безумовній величезній соціальній значущості на фоні прагнення приєднання до єдиної залізнично-транспортної мережі Європи потребує пошуку та впровадження в систему експлуатації пасажирських поїздів нових підходів у вирішенні питання зниження експлуатаційних витрат і підвищення доходів від перевезень.

Безумовно, одним з найбільш перспективних шляхів у вирішенні цих питань є впровадження швидкісного руху з можливістю збільшення маршрутних швидкостей і зменшення тривалості поїздок на пріоритетних напрямках. У наш час пасажирське господарство Укрзалізниці впевнено рухається саме у цьому напрямку, що підтверджують останні досягнення в розвитку швидкісних міжрегіональних перевезень на прикладі впровадження швидкісних поїздів Intercity та Intercity+, маршрути прямування яких з'єднують важливі адміністративні центри і мегаполіси України.

Впровадження нових швидкісних міжрегіональних поїздів Intercity та Intercity+, безумовно, є важливим

досягненням у сфері розвитку швидкісних пасажирських перевезень, що має перспективу подальшого удосконалення за умови роз'єднання пасажирського та вантажного руху і впровадження передових розробок будови швидкісної колії. Однак існуюча система експлуатації нових швидкісних поїздів є недостатньо досконалою в питанні ефективності використання нового рухомого складу, що підтверджують низькі значення населеності цих поїздів у різні періоди доби та дні протягом тижня. Це є причиною значних коливань пасажиропотоків, які спостерігаються здебільшого в робочі дні протягом тижня та нестабільно змінюються у вихідні дні. Тому подальший розвиток питання удосконалення існуючої системи швидкісних перевезень на залізницях України необхідно здійснювати з урахуванням нестабільності попиту на перевезення, що, безумовно, потребує використання передових наукових досягнень у сфері моделювання транспортних процесів і систем і подальшого розроблення гнучкої адаптивної системи оперативного регулювання складів швидкісних поїздів на станціях обороту в умовах пасажирських вагонних депо. Це дозволить підвищити ефективність використання рухомого складу нових швидкісних поїздів, збільшити доходи від їх експлуатації та знизити експлуатаційні витрати.

УДК 656.223.2

А.М. Масалов
A.M. Masalov

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЄДИНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ТОВ «МАКІЇВПРОМТРАНС»
І СТАНЦІЙ ПРИМИКАННЯ НА УМОВАХ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ**

**IMPROVEMENT OF COMMON TECHNOLOGY OF
LLC «MAKEEVPROMTRANS» AND STATIONS OF CONNECTING UNDER
THE INTEROPERABILITY**

Експлуатаційна довжина колій незагального користування на 24 % більша від експлуатаційної довжини магістральних залізничних колій. Крім того, на під'їзних коліях підприємств виконується близько 80 % вантажної роботи залізничного транспорту. Це свідчить про значущість цих об'єктів для магістрального залізничного транспорту. Крім того, стабільність роботи промислового залізничного транспорту відіграє важливу роль у роботі підприємств, які він обслуговує, і таким чином впливає на економіку країни в цілому. Проведений аналіз свідчить, що існуюча сьогодні система організації експлуатаційної роботи багатьох під'їзних колій і їх взаємодії з залізницями демонструє свою неефективність. За останні роки істотно збільшився час знаходження вагонів на під'їзних коліях, частими стали випадки кидання поїздів на підходах до підприємств через неможливість їх приймання на під'їзні колії, багато вагонів пошкоджується на під'їзних коліях при виконанні вантажних операцій. Великі затримки та значна кількість пошкоджених вантажних вагонів на під'їзних коліях промислових підприємств ведуть до дефіциту вантажного рухомого складу на мережі залізниць України.

ТОВ «Макіївпромтранс» має розгалужену мережу колійного розвитку і

примикає до магістрального залізничного транспорту через шість станцій Донецької залізниці: Макіївка, Кринична, Ханженкове, Харцизьк, Кальміус та Яснувата. На основі розроблених Єдиних технологічних процесів роботи під'їзної колії та станції примикання для кожного з підприємств-контрагентів ТОВ «Макіївпромтранс» визначено, з якої станції Донецької залізниці буде виконуватися подавання та забирання вагонів. Облік часу користування вагонами та нарахування плати за користування здійснюється лише на відповідних станціях.

Існуюча технологія роботи не дозволяє ТОВ «Макіївпромтранс» виконувати свою функцію (своєчасне забезпечення вагонами підприємств всередині під'їзної колії) максимально ефективно, тому що не має можливості вивантажені вагони від одного клієнта до іншого подавати під навантаження всередині під'їзної колії, якщо ці клієнти примикають до різних станцій магістрального транспорту. Тому пропонується система, яка дозволить зменшити зайві передавальні операції на магістральних станціях примикання та зменшити порожні пробіги вагонів на магістральному транспорті.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОРОЖНІМИ ВАГОНАМИ
СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF PROVIDING BY EMPTY CARS OF
SPECIALIZED CARGO STATIONS IN THE CONDITIONS
OF ECOLOGICAL SAFETY**

В Україні складається загрозлива екологічна ситуація, тому що з кожним роком кількість викидів шкідливих речовин у повітря збільшується, зростають обсяги забруднення води, утворюється все більше відходів, при чому утилізується з них лише незначна частка.

Існуюча на період проведення дослідження технологія розподілу вагонів після перевезення специфічних вантажів свідчить, що з метою скорочення робочого парку вагонів і зменшення негативного впливу вантажних перевезень залізниць на екологію, актуальною є науково-прикладна задача удосконалення технології розподілу порожніх вагонів при забезпеченні спеціалізованих вантажних станцій рухомим складом. Покращити технологію розподілу порожніх вагонів після перевезення в них специфічних вантажів, а саме глини до ДП «Маріупольський морський торговельний порт», можна за рахунок використання маршрутизації.

За існуючої технології зі станції Маріуполь-Порт формується передача на станцію Волноваха, де відбувається накопичення вагонів на состав поїзда, у якому вони будуть доставлені до станції Ясинувата. На цій станції поїзд розформовується, диспетчер з регулювання вагонних парків залежно від наявності

заявок на навантаження вагонів призначає порожні вагони для конкретних станцій, а далі відбувається накопичення вагонів на состави поїздів відповідних напрямків. Крім того, згідно зі статтею 35 Статуту залізниць України: «одержувач або організація, яка здійснює вивантаження, зобов'язані: повністю вивантажити вантаж із вагона»; масові навалочні вантажі, для роботи з якими найчастіше спеціалізують вантажні станції, можуть мати такі фізичні властивості, як здатність до злежування, розпорошування, злипання, примерзання до стінок рухомого складу, що призводить до додаткових ускладнень при виконанні цих вимог і наносить шкоду екології прилеглих територій.

У випадку наявності сталого вантажопотоку від спеціалізованої вантажної станції можна вагони після вивантаження направляти до станції навантаження без очищення. У цьому випадку необхідне укладання тристоронньої угоди між відправником, одержувачем і залізницею, проте використання такої технології дозволить скоротити витрати для кожного з них. Зокрема для залізниці – це зменшення переробки порожніх вагонопотоків на технічних станціях.

УДК 656.222.4

А.О. Любченко
A.O. Liubchenko

**АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ
СПРОМОЖНІСТЮ ЗАЛІЗНИЦЬ**

ANALYSIS SIDES TO MANAGEMENT THROUGHPUT RAILWAYS

Залізничний транспорт має вирішальне значення в забезпеченні соціальних та економічних зв'язків як у межах країни, так і за її кордонами. У цьому ми можемо упевнитись, наводячи маленький приклад з історії Російської імперії, коли за часів Кримської війни були відсутні залізничні зв'язки центральних губерній Росії з областями, що примикають до Чорного моря. А саме в 1853-1856 роках армія була відрізана від тилового забезпечення і не отримувала регулярного поповнення запасів. У зв'язку з неналагодженою системою залізничного сполучення вона зазнала поразки.

У роботі проводиться порівняльний аналіз Європейської системи обслуговування пропускної спроможності залізничного транспорту з українською системою.

Головний акцент зроблено на створеній науковцями системи управління у Швеції, яка має назву Access Plan. Вона являє собою електронну систему

управління заявками на нитки графіка. Заснована система на гнучкій технології з використанням Web-сервісів і документів формату XML/SOAP. Таким чином, адміністратори, які виконують різні операції з надання перевізникам ниток графіка, можуть з легкістю використовувати клієнтські Web-програми. Система дозволяє клієнтам контролювати статус своїх запитів та аналізувати графіки, що відповідають їх потребам.

У роботі висвітлюється негативний технологічний стан української залізниці, пов'язаний зі старінням основних фондів. Відсутність підтримки у фінансуванні залізниці державою не дозволяє УЗ інтенсивно розвиватися.

В Україні не існує такого поняття, як комерційна пропускна спроможність. При впровадженні такого поняття відбудеться значний стрибок у залізничному бізнесі, будуть відкриватися нові компанії з реалізації ниток графіка, що у свою чергу створить нові робочі місця.

УДК 656.2

О.М. Ходаківський
O.M. Khodakivskiy

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ
НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ «ВОСЬМИНИГ»**

**IMPROVEMENT OF A RAILWAY TRANSPORT SYSTEM IS
ON BASIS OF CONCEPTION OF «OCTOPUS»**

За часів СРСР усі види транспорту загального користування і транспорт незагального користування були

складовими частинами єдиної транспортної системи і являли собою державну соціалістичну власність. Тобто залізничний

транспорт часів СРСР – це одна з найважливіших галузей суспільного виробництва, покликана задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях.

На нашу думку, дана постановка причини існування транспорту і в сучасній Україні, не дивлячись на застосування методів логістики, маркетингу тощо, є, певною мірою, обмежуючою. Обмеження полягає в тому, що термін «задовольняти потреби» визначає відносно пасивну поведінку щодо кількості і якості замовлень клієнтів залізничної транспортної системи. Тому, на нашу думку, слід підвищити рівень такої системної властивості, як цілеспрямована активність. При цьому, використовуючи теорію систем, зручно транслювати знання з однієї галузі знань на іншу. Використаємо при цьому уявлення про життєдіяльність залізничної транспортної системи на основі життєдіяльності восьминога. Надалі будемо іменувати таке удосконалення, як концепція «восьминіг» (концепція від лат. *concertio* - розуміння - система поглядів на ті чи інші явища, процеси; спосіб

розуміння, трактування певних явищ, подій; ідея певної теорії; головний задум у науковій, художній, політичній та інших видах діяльності людини тощо).

Основна особливість, яка є корисною при транслюванні від восьминога до залізничної транспортної системи, – це поведінка в частині позиціонування, активності і гнучкості. У перспективній залізничної транспортної системи позиція повинна бути – хижак, активність – на високому рівні і гнучкість – у немасових перевезеннях (групи вагонів, вагонні відправлення, дрібні відправлення, контейнерні відправлення, а також за певних умов у пасажирських перевезеннях), де є високий рівень конкуренції з іншими видами транспорту. Іншими словами, перспективна залізнична транспортна система повинна бути активною в питанні кількості і якості замовлень клієнтів на перевезення і мати гнучкість «на щупальцях» на всіх напрямках діяльності, окрім масових перевезень. Масові перевезення – це «голова восьминога».

УДК 656.2

О.А. Немовча
О.А. Nemovcha

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ДИСПЕТЧЕРСЬКИХ ДІЛЬНИЦЬ
ШЛЯХОМ ОБЛАДНАННЯ ОСНОВНИХ НАПРЯМКІВ ПРИСТРОЯМИ
МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF WORK OF CONTROLLER'S AREAS
BY THE EQUIPMENT OF BASIC DIRECTIONS BY THE DEVICES OF
MICROPROCESSOR CONTROLLER'S CENTRALIZATION**

У новій організаційній і технологічній структурі керування перевізним процесом на залізниці провідне місце належить регіональному диспетчерському центру. Головними принципами функціонування диспетчерського центру керування повинні стати концентрація й централізація

керування рухом поїздів на полігонах великої довжини. Концентрація передбачає зосередження, об'єднання в центрах керування технічних засобів і персоналу. Централізація стосується, власне, процесу керування й допускає його інтеграцію,

об'єднання на певних технологічно обгрунтованих напрямках.

Наявність єдиного інформаційного простору, створеного з впровадженням сучасних інформаційних технологій, стане основою реалізації структури керування, що буде являти собою інтегровану розподілену систему моніторингу й контролю перевізного процесу, диспетчерського регулювання й керування. Дана структура повинна являти собою не окремо виділені автоматизовані робочі місця, а повинна бути ієрархічною розподіленою інформаційно-керівною системою керування перевізним процесом.

Побудова сучасних центрів керування перевезеннями повинна здійснюватися на базі мікропроцесорних систем диспетчерської централізації й диспетчерського контролю, як засобу автоматизації технологічних процесів у реальному масштабі часу.

Конкретні кроки в удосконаленні диспетчерського керування убачаються, у першу чергу, в обладнанні диспетчерських

дільниць системою диспетчерського контролю (МПЦ ДЦ, ДК), що стане етапом на шляху створення більш інтегрованої, глобальної технології, одночасно інформаційної й керуючої. Нові технології диспетчерського керування дозволять раціонально сформувати полігони керування, виходячи з забезпечення ефективності керування, не обмежуючись границями дирекцій залізничних перевезень; оптимізувати кількість диспетчерських дільниць і їхню довжину; оптимізувати оперативно-диспетчерський персонал служб, станцій, дирекцій залізничних перевезень на базі регіональних центрів.

Для переходу на новий принцип розподілу диспетчерських функцій пропонується в першу чергу об'єднати функції диспетчерів дорожнього рівня й здійснювати централізоване керування експлуатаційною роботою на основних полігонах значної довжини, обладнавши їх сучасними мікропроцесорними системами ДЦ і ДК.

УДК 656.025.2

Т.М. Грушевська
T.M. Hrushevskya

ПІДВИЩЕННЯ ПРИВАБЛИВОСТІ ПРИМІСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

INCREASE THE ATTRACTIVENESS OF COMMUTER RAIL TRANSPORTATION

Приміські пасажирські перевезення залізничного транспорту є динамічними транспортними процесами, рівень коливання та зміни яких залежать від попиту на транспортну послугу та технічного забезпечення галузі.

При перевезенні пасажирів у приміському пасажирському сполученні будь-яким із конкуруючих видів транспорту найголовнішими якісними характеристиками є тривалість поїздки та комфортність проїзду пасажирів у рухомому складі перевізника.

Підвищення привабливості приміських перевезень, залучення нових пасажирів можливе за рахунок:

– підвищення швидкостей руху приміських поїздів, скорочення часу поїздки, дотримання встановленого графіка, впровадження тактового руху, тобто відправлення приміських поїздів через певний інтервал;

– оновлення рухомого складу: заміни фізично й морально застарілих електропоїздів на нові приміські поїзди та рейкові автобуси;

– знаходження балансу між комфортністю поїздки (відсутність тривалого очікування на платформі, «штурму» поїздів, тісноти у вагонах) і наповнюваністю електропоїздів; оптимізації складу і графіка руху поїздів;

– зменшення інтервалу руху поїздів за рахунок застосування нового рухомого складу;

– зразкового санітарно-технічного стану поїздів.

Спостерігається така ситуація, коли приміські поїзди відправляються з головної станції з неповною населеністю вагонів, оскільки найбільший пасажиропотік часто утворюється на передвихідних станціях і зупинних пунктах перед межею міста. Пробіг електропоїздів від головної станції до передвихідної станції з незначною кількістю пасажирів у вагонах призводить

до збільшення собівартості перевезень пасажирів і збитковості приміського залізничного транспорту.

У зв'язку з цим є актуальною та має практичну значущість рекомендація щодо використання маятникового графіка руху приміських поїздів. Але не на повну довжину двох ділянок обороту приміських поїздів, а лише за умови продовження ділянки обороту електропоїздів до першої зонної станції іншого приміського напрямку. Це дасть можливість вдосконалити графік руху приміських поїздів у транспортних вузлах із урахуванням використання нових швидкісних, комфортабельних електропоїздів, які здатні зменшити тривалість доставки пасажирів до пункту їх призначення.

УДК 331.453:621.315

*М.О. Мороз, М.І. Ворожбіян,
Б.К. Гармаш
M.O. Moroz, M.I. Vorozhbiyan,
B.K. Garmash*

АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ASPECTS OF SECURITY AT THE RAILWAY TRASPORT'S WORKS

У сучасних умовах надійність роботи залізничного транспорту має важливе значення в системі життєдіяльності держави та забезпеченні національної безпеки держави України.

Протяжність штучних споруд, як складової частини інфраструктури на залізницях України, перевищує кілька тисяч кілометрів, прокладених у різних природних і кліматичних умовах. Залізничний транспорт включає в себе інфраструктуру, рухомий склад та інше майно.

Існуюча напруженість обстановки у світі, а також прояви міжнародного тероризму і криміногенна обстановка в країні і за кордоном потребують

удосконалення форм і способів захисту об'єктів залізничного транспорту.

Можливість виникнення надзвичайних ситуацій і збитки від їх наслідків викликають необхідність проведення комплексу організаційних і технічних заходів щодо їх запобігання. Своєчасне вжиття заходів сприяє зниженню ризику і пом'якшенню наслідків надзвичайних ситуацій, веде до позитивних результатів у цій сфері діяльності. Одним із основних заходів підвищення ефективності захисту об'єктів залізничного транспорту є комплексне науково обгрунтоване впровадження нових технологій і технічних засобів, що дозволяють підвищити безпеку роботи. Стійка робота залізничного

транспорту - одна з найважливіших, тому підвищення надійності захисту об'єктів залізничного транспорту за рахунок застосування різних технічних засобів є однією з основних умов їх безпечного функціонування.

Виконання завдань і заходів технічного забезпечення дозволяє підвищити результативність захисту цих об'єктів, знизити ймовірність проведення на них різних протиправних, несанкціонованих дій. Крім того,

важливість завдання попередження та мінімізації наслідків від НС, підвищення стійкості функціонування залізничного транспорту в екстремальних умовах підтверджується тяжкістю наслідків від НС і високим рівнем підготовленості порушників. Розроблено методи прогнозування екстремальних ситуацій, науково обгрунтовано потребу в застосуванні перспективних сучасних технічних засобів у процесі охорони та захисту об'єктів.

УДК 661.722.665.7.038

*Л.А. Катковнікова, М.І. Ворожбіян,
В.М. Сударський
M.I. Vorozhbiyan, L.A. Katkovnikova,
V.M. Sudarskiy*

МОЖЛИВІ СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

POSSIBLE WAYS OF WASTE'S UTILIZATION IN BIOETHANOL PRODUCTION

Світовий попит на екологічно чисте паливо постійно зростає. Зараз у світі щорічно виробляється 32 млн т біоетанолу на рік, а експерти прогнозують, що через кілька років потреба в ньому 2 млрд т на рік. Більше половини світового виробництва етанолу використовується в якості добавки до палива для двигунів внутрішнього згоряння (бензину), і лише близько 15 % – для виробництва спиртових напоїв.

В Україні сировиною для виробництва біоетанолу є низькоякісна пшениця. Біоетанол переважно виробляється бродінням з цукрово- і крохмалевмісних матеріалів хлібних злаків. Процес виробництва біоетанолу поділяється на гідроліз, бродіння, дистиляцію, ректифікацію етанолу та переробку барди. Розроблені і

застосовуються різні способи використання післяспиртової барди: в якості добрива (полив розведеною бардою); випарювання барди з застосуванням концентрату у виробництві цементу, бетону, добрив; для вироблення вітаміну В₁₂ з одночасним отриманням метану, що спалюється потім в якості палива для котельних; виробництво рідкої вуглекислоти, тому що газ, які виділяються при спиртовому бродінні, в основному (понад 99 %) складаються з СО₂; для виробництва твердої вуглекислоти (сухого льоду).

Найбільший інтерес у переробці барди являють собою установки з виробництва біогазу і біодобрив шляхом безкисневого бродіння, а також спосіб утилізації барди в екологічно чисті контейнери.

УДК 658.5:625.1

Д.С. Козодой
D.S. Kozodoy

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ
TO THE RESEARCH QUESTION OF PROFESSIONAL RISK

У наш час на фоні використання для оцінки рівня охорони праці показників виробничого травматизму й похідних від нього (коефіцієнтів частоти й тяжкості травматизму), що мають малу прогностичну цінність, демонструється нездатність існуючого механізму регулювання охорони праці й стимулювання діяльності підприємств з поліпшення умов праці, закладеного в Законі України «Про охорону праці».

На основі цих далеко не досконалих показників не можливо обґрунтовано диференціювати сучасні виробничі «людино-машинні» системи за рівнем безпеки. А в умовах відсутності необхідної інформації прийняті в багатьох випадках захисні заходи виявлялися й виявляються

недостатніми й, як наслідок, малоефективними. Особливо гостро цей недолік проявляється в сучасних економічних умовах.

На сьогодні багатьма дослідниками вирішується завдання переходу від сформованої в галузі охорони праці системи ліквідації наслідків до системи попередження таких негативних явищ, як травматизм і професійна захворюваність. При цьому для характеристики рівня безпеки при дії різних факторів всі частіше використовується поняття ризику. Однак, не дивлячись на прийняті спроби, проблема створення наукових і методичних основ цього показника в галузі охорони праці, а тим більше на рівні підприємств залізничного транспорту, залишається актуальною.

УДК 621.004.15

В.Г. Брусенцов, І.І. Бугайченко
V.G. Brusentsov, I.I. Bugaichenko

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ
НАДІЙНОСТІ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

INTEGRAL INDEX DETERMINATION OF LOCOMOTIVE CREWS
FUNCTIONAL RELIABILITY

Одним з ефективних шляхів підвищення професійної працездатності працівників локомотивних бригад є підвищення їх функціональної надійності – складної системної якості організму, що складається з рівня спеціальної підготовленості і умінь, можливостей організму адаптуватися до впливу несприятливих факторів професійного середовища і здатності психіки адекватно

реагувати на особливості професійної діяльності.

Об'єктивна оцінка та моніторинг функціональної надійності суттєво залежить від вибору методів, що надають відповідну інформацію про фізіологічний, психологічний і поведінковий рівні функціонування людини.

Оскільки інтегральна оцінка рівня функціональної надійності являє собою складну комбінацію характеристик

поточної та базової її складових, тобто враховує як наявний на даний момент функціональний стан, так і стан довгострокових складових функціональних резервів організму, то універсальним підходом до побудови математичної моделі

функціональної надійності є застосування методів штучних нейронних мереж, що дають можливість краще розкрити приховані закономірності й уточнити структуру професійної діяльності працівників локомотивних бригад.

УДК 331.464.3

А.В. Гончаров
A. Goncharov

КОНТРОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

LOCOMOTIVE CREWS FUNCTIONAL STATE CONTROL

Зниження аварійності на залізничному транспорті – одна з ключових проблем охорони праці й ергономіки. Відповідно до світової статистики, від 50 до 95 % експлуатаційних помилок здійснюється людиною-оператором. Працівники локомотивних бригад (ПЛБ), безпосередньо зайняті в процесі руху поїздів, контроль функціонального стану (ФС) ПЛБ є однією з найважливіших задач для зниження аварійності на залізничному транспорті.

Розглянемо людину як сукупність двох ієрархічних рівнів регулювання: фізіологічного й рівня вищої нервової діяльності. Для кількісної оцінки ФС ПЛБ розроблений інтегральний показник функціонального стану, який враховує стан як першого, так і другого рівнів:

$$d = \sqrt{(1 - F_1) \times (1 - F_2^{ym})}, \quad (1)$$

де F_1 – оцінка стану фізіологічного рівня;
 F_2^{yt} – оцінка стану вищої нервової діяльності.

$$F_1 = \frac{k_1 - 50}{70} \times 0,14214 + \left| \log_2 \frac{k_2}{0,06} \right| \times 0,13397 + \frac{|k_3 - 3466|}{1018} \times 0,08386 + \frac{k_4 - 0,64}{1,86} \times 0,23133 + |\lg k_5 - 2| \times 0,11845 + \frac{1 - k_6}{0,474} \times 0,11259 + \frac{k_7 - 20}{40} \times 0,17767, \quad (2)$$

де k_1 - k_7 – нормалізовані показники, що характеризують ФС фізіологічного рівня.

$$F_2^{ym} = \begin{cases} \frac{n_1 - 200 + \Pi \cdot n_2}{800}, & 0 < F_2 < 1 \\ 0, & F_2 \leq 0 \\ 1, & F_2 \geq 1 \end{cases}, \quad (3)$$

де n_1 , n_2 – нормалізовані показники, що характеризують ФС рівня вищої нервової діяльності.

Для експериментальної перевірки ефективності застосування розробленого показника для виявлення ПЛБ у стані втоми було обстежено 124 ПЛБ, що виходять у рейс, і 74 ПЛБ, що повернулись з рейсу. Встановлено статистично значущу відмінність розподілів у цих вибірках за допомогою критерію Стьюдента ($t=3,722$, $p=0,01$).

УДК 613. (075.8)

В.А. Шемшур
V.A. Chemchur

ЗМІНИ У ПРАВОВІЙ БАЗІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

CHANGES IN LEGAL BASIS OF CIVIL DEFENCE

Верховна Рада України прийняла Кодекс цивільного захисту України.

«Кодекс забезпечує функціонування цілісної системи цивільного захисту в Україні з урахуванням кращого світового досвіду. Правові норми у цій сфері досі регулювали близько 10 Законів України, при цьому деякі з них втратили свою актуальність і потребували скасування».

Кодекс передбачає визнання такими, що втратили чинність, 7 Законів України: «Про правові засади цивільного захисту», «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», «Про пожежну безпеку», «Про аварійно-рятувальні служби», «Про війська Цивільної оборони України», «Про Цивільну оборону України», «Про загальну структуру і чисельність військ Цивільної оборони».

Одне з головних досягнень цього нормативно-правового акту – впровадження заходів для зменшення наглядових і контрольних функцій у сфері техногенної та пожежної безпеки. Повністю скасовується процедура отримання дозволів органів пожежної безпеки на початок робіт. Встановлюється виключно судовий порядок зупинення роботи суб'єктів господарювання за

наявності порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю людей. Це дозволить суттєво полегшити умови ведення бізнесу в Україні.

Кодексом врегульовано відносини, пов'язані з захистом населення, територій, навколишнього середовища і майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них єдиної державної системи цивільного захисту. Визначаються повноваження органів державної влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, підприємств, установ і організацій незалежно від форми власності.

З метою забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту, створюється єдина державна система цивільного захисту яка складається з функціональних, територіальних підсистем і їх ланок.

Сили цивільного захисту можуть залучатися до проведення відновлювальних робіт.

Кодекс набирає чинності з 01.07.2013 р. До цього часу повинні бути розроблені та затверджені окремими Постановами КМУ Положення про служби Цивільного захисту.

УДК 544.013

*М.Ю. Іващенко, Г.М. Шабанова,
М.І. Ворожбіян, О.В. Костиркін
M.Y. Ivashchenko, G.N. Shabanova,
M.I. Vorozhbiyan, O.V. Kostyrkin*

**ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУР ТА СКЛАДІВ ЕВТЕКТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ ОБЛАСТЕЙ
ТРИКОМПОНЕНТНОЇ СИСТЕМИ $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$**

**THE ESTIMATION OF TEMPERATURES AND EUTECTIC COMPOUNDS OF
PERSPECTIVE SPHERES OF THREE-COMPONENT SYSTEM
 $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$**

Трикомпонентна барійвмісна система $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ в технології спеціальних в'язучих матеріалів є основою цементів з захисними властивостями, до складу яких входять ферити барію, що забезпечують захисні властивості матеріалів, а також алюмінати барію, що забезпечують в'язучі властивості. Однією з основних характеристик спеціальних в'язучих матеріалів є їх стійкість до температурних навантажень. У зв'язку з цим була проведена оцінка бінарних і потрійних перетинів системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ для визначення максимальної температури використання барійвмісних цементів.

Для побудови поверхонь ліквідуса бінарних і потрійних перетинів системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ використовувався метод Епштейна-Хауленда шляхом розв'язання системи нелінійних рівнянь.

На основі вихідних даних були розраховані температури та склади евтектик і наведена характеристика евтектичних точок перетинів досліджуваної системи. Отримані результати подані у графічному вигляді.

Найбільш оптимальними є потрійні перетини $BaFe_{12}O_{19} - BaAl_{12}O_{19} - BaAl_2O_4$ та $BaFe_{12}O_{19} - BaAl_{12}O_{19} - Al_2O_3$ з температурами плавлення евтектик 1452 та 1454 °С відповідно, а також бінарні перетини, які входять у вищенаведені потрійні.

Аналіз отриманих результатів показує, що всі композиції бінарних і потрійних перетинів на основі барійвмісної системи $BaO - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ можуть використовуватись при виробництві захисних в'язучих матеріалів спеціального призначення з температурою служби до 1200 °С.

УДК 666.965

*М.І. Ворожбіян, Г.М. Шабанова,
С.О. Кисельова
M.I. Vorozhbiyan, G.M. Shabanova,
S.O. Kiseleva*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КРЕМНЕЗЕМВМІСНОГО ШЛАМУ НА ФІЗИКО-
МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СИЛІКАТНИХ ВИРОБІВ**

**INVESTIGATION OF INFLUENCE OF SILICA -CONTAINING SLAM ON PHYSICAL
AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILICATE PRODUCTS**

Одними з широко застосовуваних будівельних матеріалів у галузі будівельної

промисловості є силікатні вироби, сировиною для яких є вапно, пісок і вода;

сформовані пресуванням виробу піддають гідротермальній обробці, загально-прийнятими технологічними параметрами автоклавування є: тиск – від 0,8 до 1,2 МПа, час витримки виробів під тиском – від 8 год до 12 год.

Метою даного дослідження є встановлення впливу тонкодисперсного відходу – кремнеземвмісного шламу – на фізико-механічні властивості силікатних виробів.

Кремнеземвмісний шлам було досліджено комплексом фізико-хімічних методів аналізу, у результаті якого виявлено, що шлам має розвинену поверхню, основні хімічні елементи в складі шламу – *Na, Al, Si, Cl, Ca*; оксидний склад шламу, мас. %: *SiO₂* – 66,4; *CaO* – 5,5; *Al₂O₃* – 1,66. Рентгенофазовий аналіз виявив присутність кристалічних фаз *NaCl, CaCO₃* та аморфної фази *SiO₂*. За результатами досліджень шламу можна зробити висновок про можливість його використання в якості кремнеземвмісної добавки до в'язучого у складі сировинної суміші силікатних виробів.

Із підготовленої сировинної суміші для силікатної цегли, яка містила вапно, шлам, пісок і воду, пресувались зразки-куби з довжиною ребра 0,024 м, які піддавалися гідротермальній обробці та випробувались на міцність при стиску.

У результаті випробувань зразків, що містять шлам у складі в'язучого, встановлено, що при параметрах автоклавування 0,8 МПа – 8 год міцність при стиску (37 МПа) зростає на 12% порівняно з міцністю при стиску зразків, виготовлених з традиційної вапняно-піщаної суміші (33 МПа), що пояснюється наявністю в складі шламу активного аморфного кремнезему, який збільшує кількість кристалічних фаз низькоосновних гідросилікатів кальцію та забезпечує формування щільної мікроструктури силікатного матеріалу. Також були отримані зразки силікатного матеріалу високої міцності (27 МПа) при енергозберігаючому режимі автоклавування 0,6 МПа – 6 год.

УДК 666.948

*Р.М. Ворожбіян, Г.М. Шабанова,
А.М. Корогодська
R.M. Vorozhbiyan, G.N. Shabanova,
A.M. Korogodskaya*

РОЗРОБЛЕННЯ СКЛАДІВ ГЛИНОЗЕМНИХ ЦЕМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ КОНВЕРСІЇ ВУГЛЕВОДНІВ

DEVELOPMENT OF ALUMINA CEMENTS WITH SPENT CATALYSTS CONVERSION OF HYDROCARBONS

Глиноземні цементи широко використовуються нині як зв'язка для вогнетривких бетонів, набивних і торкрет-мас, здатних протистояти одночасній дії комплексу агресивних факторів (підвищена температура, корозійне середовище, тиск), для різних галузей промисловості. Розроблення складів таких матеріалів

ускладнюється тим, що для отримання глиноземних цементів як вихідний сировинний матеріал використовуються боксити, поклади яких в Україні відсутні, або технічний глинозем, який має високу початкову вартість. З цієї точки зору визначення можливості використання відходів різних галузей промисловості, які

можуть частково або повністю замінити глиноземний вихідний компонент при виробництві таких цементів, є актуальним завданням, оскільки при цьому також вирішується екологічна проблема утилізації промислових відходів.

Для вирішення цієї проблеми було розглянуто можливість використання як вихідного сировинного компонента при виробництві глиноземного цементу відпрацьованих каталізаторів конверсії вуглеводнів. За результатами визначення хімічного складу встановлено, що відпрацьовані каталізатори містять, в основному, 16-28 мас. % NiO та понад 70 мас. % Al_2O_3 . Це дозволить використовувати дані відходи як вихідний сировинний компонент при виробництві глиноземного цементу. Теоретичними та експериментальними дослідженнями було встановлено субсолідусну будову трикомпонентної системи CaO – NiO –

Al_2O_3 , яка є основою для отримання глиноземних цементів на основі відпрацьованих каталізаторів конверсії вуглеводнів. Визначено, що основні клінкерні мінерали глиноземного цементу $CaAl_2O_4$ та $CaAl_4O_7$ співіснують з високотемпературною сполукою $NiAl_2O_4$ в усьому інтервалі досліджуваних температур, що дозволить значно підвищити вогнетривкість отриманого в'язучого матеріалу. Розроблено склади глиноземних цементів на основі відпрацьованих каталізаторів конверсії вуглеводнів і кальцієвмісних відходів водоочищення та встановлено, що отримані цементи є високоміцними (міцність на стиск у віці 3 днів – 40 МПа), швидкоотжуваними (міцність на стиск у віці 1 доби – 20 МПа), жаростійкими (розрахована температура плавлення – 1470 °C) в'язучими матеріалами.

УДК 656.212(043.3)

*В.Г. Брусенцов, М.І. Ворожбіян, І.І. Бугайченко,
О.В. Брусенцов, Л.В. Аладішева
V.G. Brusentsov, M.I. Vorozhbiyan, I.I. Bugaichenko,
O. Brusentsov, L.V. Aladyшева*

ОСОБИСТІСНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯК ЧИННИК ПРОФЕСІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ОПЕРАТОРІВ

PERSONALITY CHARACTERISTICS OF RAIL OPERATORS AS THEIR PROFESSIONAL RELIABILITY FACTOR

Безпеку руху на залізничному транспорті сьогодні визначає «людський чинник», на частку якого припадає близько 80 % причин і передумов транспортних пригод. Сьогодні цей термін передбачає, у вирішальній мірі, професійну надійність залізничних операторів - працівників локомотивних бригад і оперативного диспетчерського персоналу. Отже, найважливішою умовою підтримання безпеки повинен бути контроль їх професійної надійності.

Відомо, що такого роду контроль може бути істотно ефективнішим, якщо проводиться на індивідуальному рівні. При цьому постає питання про основу індивідуального підходу, для чого звичайно використовують конституціональні, психофізіологічні, нейрофізіологічні та інші особливості людини. Одним з широко вживаних на сьогодні підходів у диференціації людей є вивчення особистісних особливостей, для чого застосовується ряд тестів.

Для оцінки впливу особистісних особливостей на рівень професійної надійності в залізничних операторів було проведено експериментальне дослідження. Велика група працівників локомотивних бригад була протестована за тестом Кеттелла і на кожного була отримана

експертна оцінка рівня професійної надійності.

У результаті виявлено достовірні залежності рівня професійної надійності залізничних операторів від ряду особистісних властивостей.

УДК 656.21

*Є.С. Альошинський,
О.С. Пестременко-Скрипка,
Y. Alioshinskiy,
O. Pestremenko-Skripka*

**АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ
ПРИ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИКОРДОННИХ
ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ**

**ANALYSIS OF THE THEORETICAL RESEARCHES IN WORKING TECHNOLOGY
ON RATIONALIZATION OF THE FRONTIER TRANSMISSION STATIONS
FUNCTIONING**

Після Бішкекського засідання Ради із залізничного транспорту держав СНД та країн Балтії, що відбулося у вересні 1993 року, був установлений остаточний список міждержавних стикових станцій, затверджений представниками залізничних адміністрацій країн колишнього СРСР. Всього було нараховано 84 пункти переходу. На даний час між Україною та сусідніми країнами число залізничних прикордонних переходів становить 51 (17 – з Росією, 13 – з Молдовою, 6 – з Польщею, 7 – з Білоруссю, 4 – з Румунією, 2 – зі Словаччиною, 2 – з Угорщиною).

Якщо дільнична (сортувальна) станція є прикордонною передавальною, тоді до технологічного процесу роботи (ТПР) цієї

станції вноситься розділ, у якому зазначається конкретний порядок виконання операцій органами державного контролю (компетентними органами), їх тривалість та взаємодія працівників станції з такими органами.

Приймання, передавання міжнародних (експортних, імпорتنних, транзитних) вантажів залізничним транспортом виконується згідно з чинними нормативними документами.

Технологія обробки поїздів на прикордонних передавальних станціях розробляється, виходячи з технічного оснащення станції, з урахуванням місцевих особливостей їх роботи.

УДК 656.212.5

*К.В. Таратушка
К.У. Taratushka*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF MARSHALLING YARDS

Сортировочная работа является важнейшей составной частью процесса перевозок грузов железнодорожным транспортом. При увеличении размеров указанной работы безусловно требуется увеличение производственных мощностей железнодорожных станций. Но даже в периоды спада размеров перевозок (вследствие экономического кризиса либо других причин) работа по повышению эффективности сортировочного процесса продолжается: внедряются новые технологии и автоматизируются станционные процессы.

Интенсивность расформирования составов на горках существенно зависит от эффективности функционирования средств механизации и автоматизации

сортировочного процесса, основными из которых являются горочные вагонные замедлители и системы автоматизации горочных операций.

Конечной целью автоматизации сортировочного процесса является создание сортировочной станции-автомата. На сегодняшний день учеными Украины, России и Белоруссии разработаны научно-обоснованные подходы к комплексной автоматизации горочных операций, многие из которых технически реализованы. Особых успехов в этой области достигли специалисты России. Разработанные ими модули способны адаптироваться к объекту управления и снизить влияние человеческого фактора в нештатных ситуациях.

УДК 658.7:656.2

*О.М. Пилипейко, А.М. Котенко,
А.В. Світлична, П.С. Шилаєв
O.M. Pylypeyko, A.M. Kotenko,
A.V. Svetlichnaya, P.S. Shylayev*

НОВІ ФОРМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВЛАСНИКІВ ВАНТАЖІВ

NEW FORMS OF A TRANSPORT SERVICE OWNERS OF THE CARGO

Для координації всієї діяльності на зовнішніх ринках з перевізниками та залізничними адміністраціями в Україні створено Державне підприємство «Український транспортно-логістичний центр» (ДП «УТЛЦ»). В ДП «УТЛЦ» використовуються сучасні інформаційні технології, які дозволяють запропонувати клієнту високий рівень послуг з організації перевезення вантажу, що в кінцевому підсумку суттєво підвищує їх якість та

покращує використання рухомого складу. Задачі ДП «УТЛЦ» полягають у плануванні перевезень, контролі за просуванням вагонів, розрахунку вартості перевезення, плати за користування вагонами, виборі оптимального маршруту та ін. Результати за перший рік існування ДП «УТЛЦ» свідчать про покращення експлуатаційних показників використання вагонів, зменшення майже на 40 % перебування вагона за межами України, скорочення

порожнього пробігу вагона. Вагонами державних вагонних компаній, якими оперує ДП «УТЛЦ», за 11 місяців 2012 р. перевезено 117 млн т вантажів. Це близько третини обсягу перевезень залізницями України – 422 млн т. Найбільше перевезено кам'яного вугілля – 52,8 млн т. Обсяги перевезень мінбудматеріалів склали 24,9 млн т, руди залізної і марганцевої – 11,7 млн т, чорних металів – 7,45 млн т. На внутрішньому сполученні ДП УТЛЦ забезпечило перевезення 87 млн т, на експортному напрямку – 26 млн т, на імпортному – 4 млн т. Основна маса вантажних вагонів, що знаходяться в управлінні ДП «УТЛЦ», – універсальні піввагони. З 54,5 тис. од. рухомого складу в експедируванні задіяно 46,72 тис. (88,2 %). Частина вагонів залишається на балансі залізниць до закінчення термінів лізингових договорів. Упродовж року

укладено договір з експедитором, єдиним представником ДП «УТЛЦ» в Білорусі. Від 80 до 100 % вагонів на зворотних рейсах з Білорусі повертається в Україну з вантажем. Усього ж за межами України перебуває понад 2 тис. піввагонів логістичного центру. За даними УНІАН у Державній адміністрації залізничного транспорту України добова продуктивність піввагона ДП «УТЛЦ» в лютому склала 4251 т/км нетто, в той час як продуктивність піввагонів інших власників склала 4074 т/км нетто в добу. Порожній пробіг піввагонів ДП «УТЛЦ» в лютому склав 214,6 км на добу, піввагонів інших власників – 271,2 км на добу. В 2012 році ДП «УТЛЦ» уклало 863 договори з вантажовідправниками і експедиторами і розраховує протягом поточного року збільшити їх кількість у два рази.

УДК 656.83.5 (477)

В.М. Запара, А.Л. Обухова
V.M. Zapara, A.L. Obukhova

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ВАНТАЖІВ ПРОТИ РОЗКРАДАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ ТЕРИТОРІЄЮ УКРАЇНИ

RESEARCH AND DEVELOPMENT PROPOSALS TO ENSURE THE QUALITY OF TECHNOLOGY GOODS AGAINST THEFT DURING TRANSPORTATION RAILWAY TRANSPORT THROUGH UKRAINE

Відповідно до Державної програми реформування залізничного транспорту на 2008-2015 роки та наказу Міністерства внутрішніх справ України і Міністерства транспорту та зв'язку України, з метою недопущення розкрадань при перевезенні вантажів Південною залізницею та на підставі аналізу стану охорони вантажів з урахуванням їх особливостей і умов перевезення доцільним є проведення досліджень, аналіз та розроблення

пропозицій щодо забезпечення охорони вантажів.

Результати роботи спрямовані на зниження обсягів збитків, пов'язаних з охороною вантажів (розкрадання), поліпшення технології охорони вантажів при перевезенні територією Південної залізниці та інших залізниць України і будуть відповідати вимогам нормативно-правових документів, що регламентують технологію забезпечення охорони вантажів.

УДК 656.212:656.225

А.В. Кулешов
A.V. Kuleshov

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА БАЗІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ ЗАЛІЗНИЦЯМИ УКРАЇНИ

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF TRANSPORTATION OF LOADS ON A BASE TRANSPORT LOGISTIC SERVICES PER OF UKRAINE RAIL

На базі аналізу статистичних даних запропоновано обґрунтування структури взаємодії логістичних центрів місцевої роботи у перевізному процесі на станціях залізничних вузлів вантажовласників та залізниць України. Проведене формування системи критеріїв вибору варіанта розвезення місцевого вантажу та сервісу вантажовласникам у залізничному вузлі. Розроблений комплекс моделей, які базуються на системі критеріїв вибору варіанта технології доставки та розвезення місцевого вантажу у залізничному вузлі в сучасних умовах і на перспективу.

На основі математичної моделі стохастичного програмування запропонована ресурсозберігаюча

технологія планування та прогнозування обсягів перевезень і технічного розвитку станцій у вузлах залізничної мережі України на базі поширених мереж Петрі за нечіткими вхідними та вихідними даними. Побудований граф технології планування та прогнозування обсягів перевезень і технічного розвитку станцій у вузлах залізничної мережі України за допомогою мережі Петрі з нечітким виводом.

Доопрацьована сумісна інформаційна технологія управління вагонним парком інфраструктури та операторів перевезень на мережі залізниць України. Визначені критерії та ефективність взаємодії інфраструктури та компаній-операторів перевезень.

УДК 656.073.009.12

О.О. Шапатіна
O.O. Shapatina

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

WAYS TO ENHANCE COMPETITIVENESS COMBINED TRANSPORT CARGO

Залізничний транспорт України являє собою важливу складову транспортної системи. В умовах конкурентної боротьби залізничному транспорту все складніше задовольнити потреби населення у перевезеннях та забезпечити якість обслуговування.

Підвищення конкурентоспроможності залізниць, підвищення якості надання послуг та широке використання

комбінованих перевезень – це один з основних напрямків, у якому необхідно рухатись. В умовах фактичного зниження обсягів перевезень та разом з цим існуючих потужностей залізничного транспорту, перспективи підвищення конкурентоспроможності залізниць пов'язані саме з розширеним впровадженням комбінованих перевезень.

На ринку транспортних послуг отримали розвиток такі технології доставляння вантажів, як змішана, комбінована, мультимодальна, інтермодальна, контейнерна, контрейлерна та бімодальна. Найбільше застосування на сьогоднішній день із усіх видів комбінованих перевезень на залізницях України знайшли контейнерні перевезення. Система контейнерних перевезень дозволяє залучити до змішаних перевезень морський, повітряний, залізничний та автомобільний транспорт.

Існують три методи, що доступні для перевезення контейнерів територією України: автомобільний причіп, багатоцільова 27-метрова платформа і напівпричіп із застосуванням бімодальної технології. Для того, щоб повною мірою

оцінити їх відносну ефективність, необхідно оцінити кожен вид операції інтермодальних модулів, розглядаючи її магістральні витрати, витрати на завантаження, обладнання та рухомий склад, вимоги до побудови терміналу, витрати з підготовки поверхні та інших факторів на річний обсяг перевезень контейнерів.

Питання розвитку комбінованих перевезень актуальне не лише для транспортної галузі, але й для розвитку та інтеграції України у європейський транспортний ринок. На думку експертів, до 2015 року очікується збільшення обсягів комбінованих перевезень удвічі, тому необхідно здійснювати науково-технічні розробки в галузі нової техніки й технології для комбінованих перевезень.

УДК 656.212.7

М.Ж. Овчів, Я.В. Запара
M.Zh. Ovchiv, Y.V. Zapara

ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ

FUNCTIONAL MODEL OF THE FREIGHT STATION

Ураховуючи складну ієрархічну структуру залізничних вантажних станцій, при розробленні їх функціональних моделей вони поділяються за фазами обслуговування. Станція розглядається як багатофазова, багатоканальна, керована система масового обслуговування (СМО). Фазами обслуговування є окремі технологічні операції, які виконуються в певній послідовності відповідно до технологічного процесу станції. У кожній фазі обслуговування є вхідний потік, який створюють об'єкти, що вимагають

обслуговування на станції, та вихідний потік, який є вхідним або початковими умовами для наступної фази (моделі).

У ролі об'єктів, що обробляються, розглядаються поїзди та вагони, що накопичуються на сортувальних коліях. Обслуговуючими каналами СМО є виконавці різної спеціалізації (працівники та пристрої, що беруть участь у роботі станції, – сигналіст, бригадир пункту технічного огляду (ПТО), бригадир пункту комерційного огляду (ПКО) та ін.).

УДК 656.073.235

*А.М. Котенко, А.В. Світлична,
П.С. Шилаєв
А.М. Kotenko, A.V. Svetlichnaya,
P.S. Shylayev*

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ТЕРМІНАЛІВ

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF PIGGYBACK TERMINALS

Найважливішим фактором конкурентоспроможності контрейлерних перевезень є технологічність усього перевізного процесу, яка визначає зручність користування даною транспортною послугою для потенціального клієнта. Визначення оптимальних рішень передбачає реалізацію системного підходу до вибору рухомого складу і термінальних технологій. Створення транспортних терміналів як логістичних центрів сприятиме скороченню витрат на утримання запасів і транспортування вантажів, підвищенню ефективності та конкурентоспроможності як залізничного транспорту, так і всього комплексу країни. Використовуючи логістичні принципи при переході до транспортно-термінальних мереж залізниця вирішує такі завдання: здійснення прогнозу матеріалопотоків, що формуватиме ринкові зони обслуговування за умов оперативного управління та регулювання ними; удосконалення процесу розроблення системи організації транспортного процесу узгодження процесів управління запасами з розміщенням підприємств та їхнім транспортним обслуговуванням. Контрейлерні термінали повинні забезпечувати тенденції інтеграції національної, європейської та азіатської транспортних систем, параметрів застосовуваних транспортних засобів, тари, транспортних технологій; максимальну швидкість термінальної обробки, високу якість послуг, мінімізацію витрат,

забезпечення схоронності вантажів; склад контрейлерного поїзда.

При організації контрейлерних перевезень пропонується технологія, розроблена науковцями кафедри «Управління вантажною і комерційною роботою» УкрДАЗТ, яка враховує технічні вимоги та обмеження для використання її на контрейлерних терміналах. Спосіб дозволяє навантажувати залізничні платформи з торцевої та бокової платформи за допомогою тягачів або шляхом самохідного заїзду автопоїзда з торця або з боку складу. Після відчеплення причепа або напівпричепа тягач з'їжджає з платформи на майданчик через бокову платформу. Навантажувально-розвантажувальний термінал разом зі складом контрейлерного поїзда утворює єдиний горизонтальний майданчик, створюючи можливість переміщення автотransпортного засобу в довільному напрямку. Це дасть змогу: виключити застосування спеціального підйомно-транспортного обладнання; значно скоротити час на виконання навантажувально-розвантажувальних операцій за рахунок їх здійснення з бокових платформ; зменшити капітальні вкладення й експлуатаційні витрати на термінальну інфраструктуру.

Практична реалізація намічених заходів сприятиме співпраці різних видів транспорту та взаємодії відправників з потенціальними споживачами транспортних послуг.

УДК 656.3:656.212.7

Д.В. Каньовська
D.V. Kanovska

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ РОБОТОЮ НА ДИРЕКЦІЇ

LOCAL WORK MANAGEMENT IMPROVEMENT ON DIRECTION

Сучасні вимоги до організації та якості перевізного процесу диктують необхідність застосування в ньому нових управлінських і технологічних рішень, які базуються на широкому впровадженні комплексних інформаційних систем. Розроблення та впровадження таких інформаційних систем спрямовано на покращення роботи залізничного транспорту і скорочення експлуатаційних витрат.

У даний час значна сума непродуктивних витрат і штрафів на залізниці пов'язана з недосконалим рівнем якості планування й управління перевезеннями. Унаслідок цього спостерігається перевищення термінів доставки вантажів, невиконання прийнятих заявок на перевезення вантажів в умовах неподання вагонів вантажовласникам. Найчастіше перевищення термінів доставки вантажів пов'язано із несвоєчасним відправленням завантажених вагонів і розвезенням вагонів під вивантаження. Тому розроблення заходів щодо удосконалення комплексної технології місцевої роботи з метою раціоналізації параметрів оперативного планування на залізничних полігонах має важливе господарське значення. Це дозволить більш аргументовано та обгрунтовано вирішувати завдання в процесі планування й управління на дирекціях залізниць, залізницях і в цілому по загальній транспортній мережі [1].

Нові можливості підвищення якості перевізного процесу закладені в удосконаленні технології місцевої роботи і, зокрема, в удосконаленні системи організації та управління місцевими вагонопотоками.

Удосконалення технології розвезення місцевого вантажу на дирекції залізничних перевезень є основним інструментом поетапного впровадження інформаційно-керуючої системи логістичних центрів з метою підвищення ефективності використання вагонів.

Одним зі шляхів прискорення просування місцевих вагонопотоків з мінімальними експлуатаційними витратами є створення вантажного автономного збірного поїзда (ВАЗП).

Ураховуючи нестабільність надходження вантажу у місцевому сполученні, удосконала технологія створення та обслуговування вантажного автономного збірного поїзда на Укрзалізниці має відповідати доцільності його використання за економічним критерієм. Упровадження супутніх заходів призведе до того, що збитки перевізника будуть зменшені навіть у випадку песимістичного прогнозу обсягів місцевого вантажу, коли потреба у ВРМ зменшується, але їх інвентарна кількість постійна.

Удосконалення системи оперативного управління місцевими вагонопотоками сприятиме їх переробці та прискореному просуванню по залізничних ділянках з найменшими експлуатаційними витратами.

УДК 681.3

*Т.В. Бутько, А.М. Котенко,
П.С. Шилаєв
T.V. Butko, A.M. Kotenko,
P.S. Shylayev*

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

INTELLECTUAL TECHNOLOGIE SIN THE TRANSPORT OF HAZARDOUS CARGO

Обсяги перевезень небезпечних вантажів залізницями СНД та Балтії складають до 20 % від загального обсягу доставки вантажів, до яких належать нафта та нафтопродукти, стиснені та скраплені гази, кислоти та луги, токсичні речовини, вибухові матеріали, хімічні речовини та ін. Вважається, що доставка небезпечних вантажів залізницями є найбільш безпечною порівняно з іншими видами магістрального транспорту. Тому у світі при наявності можливості залізницям надається пріоритет у виконанні таких перевезень. Відомо, що небезпечні вантажі мають 13 класів. При цьому загальними властивостями всіх 13 класів при визначених умовах є вибуховість, займистість, токсичність, корозійність. Кількість класів небезпечних вантажів постійно збільшується, а також лавиноподібно збільшується і кількість нормативних документів та правил їх перевезення. Основну роль у цьому питанні відіграє Комітет експертів ООН, у якому формуються рекомендації з перевезення небезпечних вантажів у глобальній логістиці. Слід зазначити, що аварійні ситуації, які виникають при перевезенні небезпечних вантажів, супроводжуються особливо тяжкими наслідками:

пошкодженням колій, споруд, отруєнням та загибеллю людей та ін. Причинами аварійних ситуацій є технічна несправність колій, рухомого складу, контактної мережі та людський фактор (наприклад, аварійна ситуація на Львівській залізниці з цистернами, завантаженими жовтим фосфором (Ожидів)), збитки від якої склали декілька мільйонів умовних одиниць.

На даний час ученими Росії (Москва, Новосибірськ) запропонована значна кількість наземних та супутникових інформаційних технологій та систем з попередження й ліквідування аварійних ситуацій, що виникають при перевезенні небезпечних вантажів. Але ж вони не вирішують проблем забезпечення безпеки й схоронності небезпечних вантажів та навколишнього середовища. На наш погляд, основним напрямком вирішення проблеми безпеки перевезення небезпечних вантажів та загальної безпеки може бути застосування інтелектуальних технологій, які б обмежували вплив людини-оператора на перевізний процес та не давали можливості використання рухомого складу, колій, мережі електропостачання, що не відповідають вимогам теорії надійності в експлуатації.

УДК 656.212.

Д.В. Ломотко, О.В. Ковальова
D.V. Lomotko, O.V. Kovalova

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ ТРАНСПОРТНИМИ РЕСУРСАМИ

THE CHOICE OF THE OPTIMAL VARIANT PROVIDING OF FREIGHTOWNERS BY TRANSPORT RESOURCES

Одним із основних факторів, які формують у нинішній час великий попит на рухомий склад, є коливання обсягів перевезень вантажів в умовах високого рівня зносу вагонного парку. Проблема забезпечення пунктів навантаження порожнім рухомим складом є найбільш актуальною.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є аналіз питань, пов'язаних із розвитком методів регулювання вагонного парку. Це зводиться в основному до розроблення та реалізації системи заходів, які забезпечують переміщення вагонів із

районів з їх надлишком у райони з нестачею навантажувальних ресурсів.

Використовуючи математичні розв'язки розглянуто варіанти забезпечення виконання замовлень вантажовласників з формування поїздів з вимогами, необхідними для якісного та раціонального виконання перевезень необхідної номенклатури вантажів. Аналіз результату отримання оптимального варіанта забезпечення виконання замовлення на вагони довів, що мінімізація функції витрат певною мірою залежить від рівня зносу рухомого складу, який використовується в процесі вирішення.

УДК 656. 212

О.Ю. Кривич
O. Kryvych

РОЗВИТОК ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ

LOGISTICS IN UKRAINE

Логістика – унікальна галузь діяльності підприємства, оскільки у світі значна частка у сфері виробництва охоплюється саме логістикою та управлінням на її базі.

На даний час в Україні логістика знаходиться лише на етапі розвитку. Необхідність застосування логістичних технологій пояснюється рядом причин, серед яких розвиток конкуренції, необхідність швидкого реагування на зміни в навколишньому середовищі, забезпечення клієнта чіткою та своєчасною інформацією

на всьому шляху проходження матеріального потоку. Також використання логістичних принципів є необхідною умовою для того, щоб досягти покращення транспортного обслуговування, що у свою чергу дозволить оптимізувати собівартість потоку, надійність надходження та якість на виході із логістичного ланцюга.

На теперішній час Державною адміністрацією залізничного транспорту України "Укрзалізниця" створено Державне підприємство «Український транспортно-логістичний центр» (ДП

«УТЛЦ») і Укрзалізниця має намір вийти на ринок інтермодальних перевезень. За допомогою ДП «УТЛЦ» планується забезпечення клієнта при укладанні угоди інформацією про весь ланцюг проходження вантажу в умовах точних термінів виконання постачання вантажу у місце призначення. За рахунок впровадження логістичного управління залізничники будуть інформувати клієнта не тільки про

день прибуття вантажу, але й про час прибуття вантажу.

ДП «УТЛЦ» працює з парком вагонів державних вагонних компаній, однак на сьогоднішній день необхідно об'єднати зусилля державних та приватних операторів з метою мінімізації обігу вагонів і зменшення порожнього пробігу вагонів інших операторів.

УДК 629.1

*А.М. Коменко, Д.І. Мкртчян,
П.С. Шилаєв
A.M. Kotenko, D.I. Mkrtichyan,
P.S. Shylayev*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE RAILWAY SECTOR IN UKRAINE

Належну роль у розвитку економіки залізнична галузь України може виконати тільки якщо вона, після відповідного реформування, поступово інтегруватиметься у європейську транспортну мережу. Надійні міжнародні залізничні комунікації забезпечать необхідні умови для прискореного розвитку та глобалізації економіки держави. Актуальною є загальна модернізація транспорту України і в першу чергу її залізничної галузі з тим, щоб вона відповідала європейським стандартам як за швидкістю та якістю перевезень вантажів, так і за комфортністю обслуговування пасажирів.

Залізнична галузь в Україні є найрозвинутішою. За загальною довжиною колії вона посідає четверте місце у світі (після США, Росії та Канади) й тому вимагає першочергової уваги.

Для інтеграції залізниць України до транспортної мережі ЄС необхідна розбудова колії 1520 мм на території

Західної Європи, а також модернізація існуючої в Україні колії європейського зразка, що пролягає до Ковеля. На відміну від організації залізничного транспорту в більшості країн Європи вітчизняний залізничний транспорт характеризується відсутністю розмежування пасажирського та вантажного руху та неповною електрифікацією залізниць. Капітального оновлення вимагає практично весь рухомий склад – від тягових засобів до вагонів для вантажних і пасажирських перевезень, колії та електромережа, тягові підстанції. Рівень зношеності основних засобів дорівнює 80-90%, у т. ч. тепловозів – 97%, електровозів – 90%, приміського рухомого складу – 90% (зношеність вантажних вагонів понад 80%, що гальмує інтенсифікацію вантажних перевезень та впровадження швидкісного пасажирського руху. Тому матеріально-технічна база транспортних галузей потребує оновлення і розвитку, що

пов'язано з великими фінансовими витратами. Так, за даними проведених УкрДАЗТ досліджень, для відновлення залізничної галузі (колії, електромережі, локомотиви та вагони, тягові підстанції) потрібно не менше 250 млрд грн.

Актуальним є питання використання потужностей національних

підприємств для побудови швидкісних пасажирських поїздів, організація швидкісного пасажирського руху на напрямках «Схід-Захід», «Північ-Південь» та розмежування руху пасажирських та вантажних поїздів.

УДК 658.7:656.2.003.1(477)

*Є.С. Альошинський, Є.І. Балака,
Г.О. Сиваконева, С.О. Світлична
E.S. Aloshynsky, E.I. Balaka,
G.O. Sivakoneva, S.O. Svitlichna*

РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО КЛАСТЕРА ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ

DEVELOPMENT STRATEGIC PRINCIPLES OF TRANSPORTATION AND LOGISTICS CLUSTER KHARKIV REGION

Важливим фактором економічного росту країн та регіонів у світовій практиці став процес формування різнопрофільної та багатофункціональної інтегрованої транспортно-логістичної системи починаючи з місцевих та регіональних рівнів з подальшою інтеграцією в транснаціональні системи.

Стратегічне положення як транскордонного з Росією регіону, де розподіляються потоки Європа-Азія, Північ – Південь, високий рівень розвитку промислово-індустріального комплексу, розвинена мережа транспортних комунікацій виділяють Харківську область серед інших областей країни як регіон, дуже перспективний для формування транспортно-логістичного кластера (ТЛК) з обслуговування внутрішніх та міжнародних транзитних транспортних потоків.

Таким чином, основним завданням стає формування та розвиток ефективної транспортно-логістичної системи регіону, що дасть можливість забезпечити раціоналізацію пасажиропотоків та оптимізації руху вантажного потоку «від

дверей до дверей» (транспортних потоків); яка об'єднає в собі діяльність з виробництва, формування, розподілу та оптимізації транспортних потоків на основі взаємодії місцевих, регіональних, національних економічних систем, включаючи підприємства, торгівлю і транспорт; яка дозволить зайняти регіону конкурентоспроможну позицію на державному та міждержавному ринку транспортно-логістичних послуг, включаючи ринок транзитних перевезень у сполученні Європа-Азія.

В основі запропонованої моделі ТЛК лежить прагнення до зниження транспортно-логістичних витрат за рахунок реалізації комплексної послуги від «дверей до дверей» за участю всіх видів транспорту з будівництвом термінальних комплексів, міжнародних і регіональних логістичних центрів із створенням структури нового типу (логістичного оператора) для обслуговування цієї системи.

Реалізація Стратегії розвитку регіональної транспортної системи на базі формування ТЛК створить умови для

зростання іміджу Харківського регіону, буде сприяти вирішенню багатьох важливих на даний час питань: вступ в Європейський Союз, створення Єдиного

економічного простору країн СНД, позитивно вплине на багато процесів в Україні, що мають загальнонаціональний характер.

УДК 656.21.56

Н.Ю. Шраменко
N.Y. Shramenko

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ ПІДСИСТЕМ ТЕРМІНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ

THE INTERACTION SUBSYSTEMS TERMINAL IN UNDER UNCERTAINTY AND RISK

Термінальний комплекс розглядається як система, елементами якої виступають окремі склади.

Для раціонального розподілу рухомого складу між пунктами навантаження-розвантаження пропонується застосування ігрового підходу із застосуванням безкоаліційних ігор, в основу яких покладене визначення рівноважного стану системи, що моделюється (рішення Неша). Для забезпечення збіжності системи в рівноважну точку елементи системи повинні визначити напрямок і «рухатися до рівноважної точки» (з метою збільшення «виграшу») малими кроками.

На великих вантажоутворюючих пунктах (терміналах, регіональних розподільних складах, вантажних комплексах) автомобілі, що прибувають під навантаження-розвантаження, розподіляються диспетчером (оператором) по окремих ідентичних складах, що мають різну продуктивність.

Основним критерієм вибору раціональної кількості ресурсів транспортно-складського комплексу, а саме продуктивності і кількості навантажувально-розвантажувальних механізмів, є досягнення такого мінімуму витрат за робочу зміну, при якому доходи за зміну будуть повністю їх покривати.

Множина значень доходів та витрат складської системи отримана в результаті наявності ризику збоїв і відмов у роботі складу, що характеризує умови невизначеності при встановленні фактичної переробної спроможності складу.

Проведено моделювання планування роботи складської системи за умов невизначеності та ризику та отримано залежності витрат від запланованого обсягу НРР для всіх складів, що розглядаються.

Використовуючи графоаналітичний підхід, визначено зону доцільного розміру продуктивності кожного складу терміналу, а також величину максимально можливого прибутку.

656.21:658.7(477.54)

Ю.В. Шульдінер
Y.V. Shuldiner

**УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ
У МЕЖАХ ЛОГІСТИЧНОГО КЛАСТЕРА ХАРКІВСЬКОГО РЕГІОНУ**

**IMPROVING INFORMATION EXCHANGE RAILWAY STATIONS WITHIN
THE LOGISTICS CLUSTER KHARKIV REGION**

Провідним напрямом розвитку транспортної галузі визначається необхідність адаптації Укрзалізниці до європейського рівня організації роботи транспорту. На сучасному етапі проблеми підвищення якості, ефективності та конкурентоспроможності перевезень залізничним транспортом висувуються на перший план, тому що головною умовою успішної роботи на ринку транспортних послуг є своєчасне і найбільш повне задоволення потреб замовників.

Одним із ключових напрямків загальної стратегії розвитку України є стратегія розвитку регіональної транспортної системи, метою якої є зміцнення конкурентних позицій усіх видів транспорту, що функціонують як на внутрішньому регіональному, так і на загальнодержавному ринках транспортних послуг. Виходячи з того, що Укрзалізниця займає вагоме місце у майбутньому кластері Харківського регіону, доцільно вдосконалити функціонування залізничних станцій і транспортні послуги відповідно до інтересів суб'єктів перевізної діяльності.

З розвитком нових інформаційних технологій, засобів зв'язку та обчислювальної техніки нового покоління в умовах сучасного розвитку економіки актуальним є подальше удосконалення застосування електронного документообігу

на залізничному транспорті. Кабінет Міністрів України займається розглядом програми заходів щодо впровадження електронних документів, електронного документообігу та електронного цифрового підпису при організації вантажних перевезень залізничним транспортом. Метою є максимальне скорочення паперового документообігу, а також відмова від телеграфного зв'язку, що вже здійснено на залізницях Європи, частково в Польщі та Угорщині. Упровадження безпаперових технологій сприятиме прискоренню процесів інформаційного обміну, підвищенню надійності, оперативності та ефективності роботи залізничного транспорту й підприємств, що користуються його послугами.

Розвиток інформаційного обміну із сусідніми державами і членами ОСЗ із забезпечення попереднього інформування, скорочення часу знаходження вантажів під митними операціями, повний контроль за просуванням вантажів створять умови заохочування додаткових обсягів перевезень і підвищення конкурентоспроможності залізниць.

Розширення інформаційного середовища та впровадження нових інформаційних технологій зробить залізничний транспорт України найбільш потужною транспортною галуззю.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
І ТУРИСТИЧНИХ КОМПАНІЙ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ПОПИТУ
НА ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ**

**IMPROVEMENT OF THE INTERACTION OF RAIL TRANSPORT
AND TRAVEL COMPANIES TO INCREASE DEMAND FOR PASSENGER
TRANSPORTATION**

Взаємодія залізничного транспорту з туристичними компаніями здійснюється за рахунок залізничного туризму, що являє собою особливий вид діяльності і вимагає спеціальних знань щодо організації процесу перевезень та обслуговування організованих груп туристів.

Туристична компанія при виборі перевізника перш за все звертає увагу на зручність організації доставки туристів до місця проведення екскурсійної програми (тобто повноти інформації щодо розкладу руху, пунктів зупинок на маршруті, часу прибуття та відправлення до пунктів екскурсій і т. п.). Використання залізничного транспорту дає можливість застосування орендованого рухомого складу, призначеного для організації подорожі з використанням спальних місць як бази розміщення на даному маршруті, а вагонів-ресторанів – як точок харчування туристів. Вищенаведене надає вагомим конкурентним перевагам залізничному транспорту у порівнянні з іншими потенційними перевізниками.

Ураховуючи дефіцит пасажирського рухомого складу в Україні, оптимальним варіантом для відродження залізничного туризму може стати організація окремих причіпних вагонів для туристів (при обґрунтуванні і вагона-ресторану) до графікових поїздів. Основною складовою

при русі причіпних вагонів з туристичними групами є відсутність запізнь при відправленні та прибутті у складі графікових поїздів на залізничну станцію, бо порушення наведеної складової може призвести до спізнення туристичної групи на екскурсії у пункті призначення з вини залізниці.

Для вирішення поставленого завдання доцільно провести моделювання організації роботи з туристичними вагонами на залізничній станції. Моделі технологічних ліній обробки різних категорій пасажирських поїздів далекого прямування (поїздів свого формування по прибуттю та по відправленню, транзитних та ін.) побудовано за допомогою мереж Петрі. Саме цей метод було використано, тому що більшість процесів при обробці поїздів на станції відбуваються паралельно (згідно з технологічними графіками: технічний огляд, екіпірування, розвантаження/навантаження пошти та багажу, посадка/висадка пасажирів та ін.).

Розроблена модель роботи пасажирської станції дозволяє простежувати динаміку процесів обробки поїздів, підбирати необхідну кількість робітників відповідних служб. Модель є універсальною, бо може бути використана для будь-якої станції, де здійснюється обслуговування пасажирських поїздів.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ
МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ПРЯМУВАННЯ**

**RESEARCH BASIC PROCESS SYSTEM OF INTERNATIONAL TRAFFIC FLOWS
AT DIFFERENT STAGES OF MOVEMENT**

Ефективність роботи як припортового транспортного вузла (ПТВ), так і транспортної системи в цілому залежить від якісного функціонування процесу організації міжнародних вантажопотоків, у тому числі за участю різних видів транспорту. Звідси виходить, що для безперебійності роботи залізниці при взаємодії з морськими портами та зростання їх конкурентоспроможності на ринку транспортних послуг, рушійною силою може стати комплексне вдосконалення технології міжнародних перевезень зовнішньоторговельних вантажів.

Для визначення теоретичних основ та подальшого експериментального дослідження організації міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях пропонується весь процес переміщення імпортних та транзитних вантажів розбити на етапи з граничними елементами. При цьому для кожного з періодів визначити завдання щодо вдосконалення, можливі способи їх вирішення та за допомогою яких методів можна досягти потрібних результатів.

Перший етап охоплює значною мірою управлінську та інформаційну галузі – це передача даних про вантаж, що імпортується чи йде транзитом через нашу

державу (до моменту прибуття судна з вантажем у порт). Проводячи дослідження у цій сфері, необхідно вирішити завдання раціоналізації процесу передачі інформаційного потоку.

Під час прибуття вантажу в порт країни призначення відбувається визначення та виконання необхідних операцій з прибуття – це другий етап перевезення. Мінімізація витрат часу на виконання операцій з вантажем, що прибув, та на вивезення його з території порту досягається за рахунок формування оптимального варіанта технологічної схеми переміщення вантажів та їх узгодженого підведення до пунктів накопичення.

Для підвищення переробної та пропускнуєї спроможності дільниць ПТВ на етапі розподілу вантажопотоків за напрямками за маршрутами прямування необхідно визначити райони вузла з «надлишком» та «дефіцитом» вантажів з подальшим установаванням рівноваги у даному процесі.

Отже, враховуючи дослідження поетапного розподілу, можна не лише досягнути якісної організації міжнародних вантажопотоків, але й удосконалити роботу припортового транспортного вузла в цілому.

ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ КОНТЕЙНЕРІВ

RATIONALE OPTIMAL VARIANT TRANSPORTATION TECHNOLOGY OF CONTAINER DELIVERY

При обслуговуванні вантажовласників важливим є визначення оптимального варіанта транспортно-технологічної системи доставки контейнерів (ТТСДк) в оперативному режимі. Оскільки, згідно з представленою постановкою задачі обґрунтування варіантів ТТСДк, оптимальним є такий варіант, який характеризується мінімальними сумарними витратами суб'єктів процесу доставки, то при обслуговуванні конкретного замовлення на перевезення вантажів у контейнерах для вибору варіанта ТТСДк можна використовувати розроблені регресійні моделі. При цьому оцінку числового значення сумарних витрат можна здійснювати, використовуючи як аргументи числові характеристики заявки – обсяг партії вантажу, інтервал надходження заявки відносно попередньої та відстань доставки.

Визначення оптимального варіанта ТТСДк при обслуговуванні заявок на перевезення вантажів у контейнерах пропонується проводити у наступній послідовності: 1) визначення доступних варіантів видів транспорту, що можуть бути задіяні в процесі доставки партії вантажу; 2) формування множини альтернативних варіантів транспортно-технологічних систем доставки; 3) визначення оптимального варіанта ТТСДк на сформованій множині альтернативних варіантів.

Наявність доступних варіантів видів транспорту, що можуть бути задіяні в процесі доставки партії вантажу, визначається географічними особливостями маршруту доставки (наприклад для великої кількості напрямків доставки не є доступними річний або морський види транспорту). Також на можливість залучення до процесу доставки перевізників різних видів транспорту впливає наявність перевантажувальних станцій або терміналів у географічному напрямку доставки. Так, наявність магістрального залізничного транспорту в напрямку доставки при відсутності в регіоні відправника або одержувача спеціалізованого пункту, де може бути проведено перевантаження, призводить до виключення даного виду транспорту з множини доступних варіантів.

Крім того, базуючись на результатах проведених авторами експериментальних досліджень, можна стверджувати, що для розглянутих параметрів випадкових величин обсягу партії вантажу, відстані доставки та інтервалу надходження заявок (характерних для контейнерних перевезень у межах України та сусідніх країн) використання в процесі доставки вантажів у контейнерах перевізників повітряного і морського транспорту, а також перевізників магістрального річкового транспорту не є доцільним з урахуванням прийнятого критерію ефективності.

НАПРЯМОК «ЕКОНОМІКА ТРАНСПОРТУ»

УДК 330.166.5(477)

О.В. Чала

O.V. Chala

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КАПІТАЛ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

INTELLECTUAL CAPITAL TOOL TO INNOVATIVE DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES

Діяльність вітчизняних підприємств залізничного транспорту в сучасних умовах характеризується підвищенням ролі інформаційних ресурсів, технологій комунікації та знань. Це пов'язано з розвитком інформаційного суспільства та інформаційної економіки. Інформація та знання забезпечують суттєві конкурентні переваги для окремих підприємств, галузей, економіки в цілому, створюють умови для їх інноваційного розвитку.

Загальноприйняте в даний час визначення та структуризація інтелектуального капіталу ґрунтується на роботах Л. Едвінсона (L. Edvinsson). Він розглядає інтелектуальний капітал в першу чергу як "сукупність знань, яка може бути конвертована в цінності". Він вважає, що інтелектуальний капітал охоплює володіння знаннями, застосування досвіду, а також організаційну структуру, відносини

з клієнтами, професійні навички, які забезпечують конкурентні переваги на ринку.

Особливості трансформації знань у процесі використання інтелектуального капіталу дозволяють сформувати методичну концепцію управління інтелектуальним капіталом. Метою запропонованої концепції є забезпечення сталого інноваційного розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах зовнішнього середовища, що постійно змінюється. Ключовими ресурсами відповідно до запропонованої концепції є знання в явній і неявній формах. Реалізація управління здійснюється на підставі моніторингу процесів підприємства, включаючи процеси трансформації знань. За результатами моніторингу формуються необхідні керуючі і коригуючі дії.

УДК 331.101.262

Л.Є. Ревуцька

L. Revutska

ОЦІНКА РОЛІ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В ІННОВАЦІЙНОМУ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ

AN ESTIMATION OF ROLE OF DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL IS IN INNOVATIVE DEVELOPMENT OF INDUSTRY

Актуальність даної теми обумовлена процесами реформування, що відбуваються

на залізничному транспорті, метою яких є створення конкурентоспроможної, а отже,

ефективної транспортної системи. Без інноваційного розвитку галузі досягнення поставлених цілей у програмі реформування неможливе.

«Інновація» — це упроваджене нововведення, що забезпечує якісне зростання ефективності процесів або продукції, що потребує ринок. Є кінцевим результатом інтелектуальної діяльності людини, його фантазії, творчого процесу, відкриттів, винаходів і раціоналізації.

«Людський капітал» — сукупність знань, вмінь, навиків, що використовуються для задоволення багатьох потреб організації.

Одним з ключових чинників розвитку конкурентоспроможного на світовому ринку транспортного бізнесу, реалізації відповідальності національного залізничного перевізника є наявність стратегії, що визначає основні напрями інноваційного розвитку.

Стратегічною метою інноваційного розвитку залізничного транспорту є: підвищення ефективності діяльності при

постійному зростанні якості послуг, що надаються, високому рівні інновацій і безпеки перевезень.

Програма інноваційного розвитку реалізує такі стратегічні напрями інноваційного розвитку: 1) система управління процесом перевезень і транспортна логістика; 2) інфраструктура; 3) рухомий склад; 4) система управління і забезпечення безпеки руху поїздів, зниження ризиків надзвичайних ситуацій; 5) підвищення надійності роботи і збільшення експлуатаційного ресурсу технічних засобів; 6) високошвидкісний рух і інфраструктура; 7) корпоративна система управління якістю; 8) підвищення економічної ефективності основної діяльності; 9) підвищення енергетичної ефективності основної діяльності; 10) охорона довкілля; 11) система технічного регулювання; 12) впровадження інноваційних супутникових і геоінформаційних технологій; 13) кадрове забезпечення інноваційної діяльності.

УДК 332.8

О.О. Євсєєва
О.А. Ієвсієєва

НАУКОВЕ ПІДГРУНТЯ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

SCIENTIFIC BASIS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES DEVELOPMENT IS IN SOCIAL SPHERE OF RAILWAY TRANSPORT

Укрзалізниця (Державна адміністрація залізничного транспорту України) – орган управління залізничним транспортом загального користування, що здійснює централізоване управління процесом перевезень у внутрішньому й міждержавному сполученнях та регулює виробничо-господарську діяльність залізниць. Укрзалізниця є одним із засновників Ради із залізничного транспорту держав-учасниць

Співдружності. Укрзалізниця регулярно публікує фінансову звітність за вітчизняними та міжнародними стандартами.

Технічна і соціальна політика реалізується через стратегію виконання чотирьох основних напрямів: технічне переоснащення; технічне регулювання; розвиток медичних закладів; підготовка кадрів. Розвиток цих напрямів неможливий без відповідного наукового забезпечення

соціальної сфери інноваційними технологіями, в т.ч. і на залізничному транспорті.

Особливості інновацій у соціальній сфері визначають необхідність системного підходу до здійснення інновацій у соціальній сфері та вирішення головної проблеми реалізації інноваційних стосунків у соціальній сфері – протиріччя між зростаючою потребою в інноваціях та

існуючими організаційно-економічними стосунками (економічні стосунки, засновані на комерціалізації, з одного боку, прискорили процес реалізації економічно вигідних інновацій, а з іншого – ускладнили перехід у виробничу стадію принципово нових наукових досягнень, економічний ефект яких на даний момент не такий очевидний).

УДК 332.8

Т.О. Петухова
Т.О. Pyetukhova

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF INNOVATIVE ACTIVITIES IN THE RAILWAY TRANSPORT

В сучасних умовах глобалізації інноваційна діяльність постає головним напрямком забезпечення сталого економічного зростання залізничного транспорту. Інновація – це кінцевий результат трансформації наукової ідеї в унікальний продукт, реалізований на ринку, що відрізняється від тих, що існували раніше і має явні конкурентні переваги, що дозволяють його виробникові отримати значну економічну вигоду, а інноваційна діяльність – це сукупність взаємозв'язаних станів розробки і виробництва інновації, цілеспрямовано змінюють один одного в ході генерації і перетворення ідеї в затребуваний споживачем кінцевий продукт.

Варто зазначити, що умови кризи призвели до усвідомлення необхідності застосування інноваційних підходів не

тільки вирішуючи технологічні завдання, наприклад, інноваційні способи використання ресурсів, а й в управлінні. Однак, впровадження інновацій стримується невідповідністю традиційних механізмів управління ефективністю діяльності економічним умовам, що постійно змінюються. Крім того, особливу актуальність має доречність, суттєвість, правдиве подання інформації. Таким чином, управління інноваційною діяльністю повинно мати механізм, що побудовано на оцінці, яка має адекватну систему показників з урахуванням факторів впливу на інноваційну діяльність. Розробка та впровадження оцінки ефективності інноваційної діяльності надасть управлінню приймати обґрунтовані рішення, що підвищать конкурентоспроможність залізничного транспорту України.

**ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ТА ЙОГО ПІДРОЗДІЛІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ
ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ**

**INFLUENCE ORGANIZATIONALLY-STRUCTURAL MODEL OF RAILWAY
TRANSPORT AND HIS SUBDIVIDING INTO EFFICIENCY OF MANAGEMENT
OF INNOVATIVE BY ACTIVITY**

Головним в інноваційній діяльності є управління процесом. Ефективність управління інноваціями залежить від організаційно-структурної моделі підприємства та підрозділів, які відповідальні за їх впровадження. Організаційно-структурна форма управління є сукупністю взаємопов'язаних служб, ланок управління, які розташовані на різних рівнях.

Управління інноваціями особливо важливе на державному рівні.

Залізничний транспорт перебуває в особливому економічному стані, який сприяє ефективному інноваційному процесу. По-перше, він належить до державної форми власності і тому є можливість багато процесів здійснити в централізованому порядку, спрямовувати державні кошти на його розвиток, при прийнятті економічних рішень враховувати інтереси держави, суспільства, споживачів транспортних послуг, підприємств залізничного транспорту та їх працівників. По-друге, існує центральний орган управління – Укрзалізниця, який у сучасних

умовах із залученням підпорядкованих йому структурних підрозділів та кадрового потенціалу здатний вирішувати інтелектуальні проблеми галузі. Це робить процеси інноваційного розвитку залізниць регульованими.

Але є необхідність визначити потреби в здійсненні заміни існуючих техніки і технології та запровадженні інновацій на залізничному транспорті. Для цього важливо здійснити пошук та створення необхідних інновацій, їх оцінку з боку економічної ефективності і технічної та технологічної досконалості, обґрунтування можливостей власного їх виробництва чи придбання нової техніки.

Елементами управління інноваційною діяльністю з боку Укрзалізниці слід розглядати планування, прогнозування, розробку маркетингової стратегії, збуту, виробництва, проведення моніторингу, організації, підбору висококваліфікованих кадрів, що забезпечують досягнення соціального, економічного, науково-технічного, конкурентоспроможного ефекту.

ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ ДЕРЖАВИ У ВЛАСНІ КАПІТАЛИ ЗАЛІЗНИЦЬ

AN EVALUATION OF INVESTMENTS OF THE STATE AT IS PROPERTY ASSETS OF RAILWAYS

З перетворенням форми власності українських залізниць на акціонерну, із ста відсотками участі держави, постає питання добору методики оцінювання ефекту такого інвестування. Методичні підходи до оцінювання інвестиційної привабливості виробничо-господарської інфраструктури залізниць можна розділити на чотири групи: 1) ринкова оцінка (рентабельність акціонерного капіталу, додана ринкова вартість; 2) показники витрат експлуатаційної і допоміжної діяльності; 3) фінансові показники (величина прибутку, рентабельність активів, інвестицій тощо); 4) нефінансові показники (інновації; якість продукції, робіт і послуг; рівень задоволення споживачів і т.ін.).

Всі методи оцінювання не обминають питання визнання прибутку від діяльності. Значною мірою визнання прибутку у фінансових звітах базуються на оцінках, судженнях і моделях, а не на точних описах. Відповідно до мети надання фінансової звітності, що декларована міжнародними стандартами фінансової звітності (далі – МСФЗ), пропонуються концепції підтримки (збереження) капіталу, які лежать в основі таких оцінок, суджень і моделей:

- концепція підтримки фінансового капіталу, згідно з якою, прибуток вважається отриманим, тільки, якщо фінансова (грошова) сума чистих активів у кінці періоду перевищує фінансову (грошову) суму чистих активів на початку

періоду після вирахування усіх розподілів прибутку і внесків власників протягом періоду. Показник може бути вимірний або в номінальних грошових одиницях, або в одиницях постійної купівельної спроможності;

- концепція підтримки фізичного капіталу визнає наявність прибутку за підсумками діяльності за період, тільки якщо фізична продуктивність (чи операційна здатність) підприємства (чи ресурси або фонди, необхідні для досягнення цієї здатності) у кінці періоду перевищують фізичну продуктивність на початку періоду після вирахування усіх розподілів або вилучень власників протягом періоду.

Концепція підтримки фізичного капіталу більш придатна для оцінки ефекту інвестування, оскільки відповідно до неї залізниця оцінюватимуть свої активи за поточною вартістю, а усі зміни цін і тарифів, що впливають на експлуатаційні можливості, включатимуться у капітал як коригування його вартості, не збільшуючи прибутку залізниць. Визначення прибутку звільняється від впливу цінових факторів, а капітал відображує виключно ефект нарощування потужностей і обсягів перевезень. Для розрахунку можна використати показник середньозваженої потужності капіталу, розрахований по аналогії з відомим "Wacc" – середньозважена вартість акціонерного капіталу.

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ
ПРИ ОЦІНЦІ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**APPLICATION OF METHOD OF COMPUTATION OF COST OF LIFE CYCLE FOR
ESTIMATION OF EFFICIENCY OF INNOVATIONS ON A RAILWAY TRANSPORT**

На сьогодні знос тягового рухомого складу залізниць України складає понад 80 %. Тому одною з першочергових задач стає питання його оновлення.

Оновлення тягового рухомого складу можливо як за рахунок придбання нових зразків техніки, так і за рахунок модернізації тієї, що існує. В обох випадках це вимагає значних капітальних вкладень, особливо коли розглядаються можливості придбання або модернізації із залученням зарубіжних виробників. В умовах обмеження інвестицій залізничному транспорту необхідно враховувати світовий досвід і тенденції розвитку світового ринку транспортного машинобудування.

Розробка, освоєння виробництва і придбання сучасного рухомого складу, а також модернізація існуючого, потребує проведення техніко-економічного аналізу і наукового обґрунтування вибору можливих варіантів оновлення нової техніки. При цьому техніко-економічні розрахунки мають враховувати етапи виробництва прогресивних видів техніки, її експлуатації і утилізації. Ці етапи є тривалим періодом часу (30-40 років), протягом якого можливі зміни: в національній економіці; обсягів перевезень;

вартісних показників і нормативної бази; показників технічного стану (надійності, економічності, продуктивності, екологічної безпеки технічних засобів тощо).

Для оцінки ефективності інвестиційних проектів фахівцями залізничного транспорту до недавнього часу широко використовувалися розробки радянського періоду, які базуються на зіставленні приведених річних витрат. Такий підхід у тих економічних умовах пояснювався багатьма технічними, технологічними і економічними чинниками, іноді незмінними протягом значного періоду і, на жаль, не завжди давав гарантії правильності або помилковості ухваленого рішення.

В даний час за рубежом для оцінки ефективності інвестиційних проектів знаходить широке застосування концепція вартості життєвого циклу (Product Life Cycle Cost – LCC).

Вартість життєвого циклу одиниці тягового рухомого складу є сумою всіх витрат – одноразових та поточних – і визначається з урахуванням коефіцієнта дисконтування α_t за формулою

$$LCC_T = \sum_{t_n}^{t_n+T} (K_t \cdot \alpha_t + (I_t^{np.6.} + I_t^{36} + I_t^a) \cdot \alpha_t - L_t \cdot \alpha_t),$$

де K_t – одноразові витрати користувача з розрахунку на одиницю тягового рухомого складу в році t життєвого циклу, грн;

$I_t^{np.6.}$, I_t^{36} , I_t^a – відповідно прямі виробничі, загальновиробничі і адміністративні витрати користувача з

розрахунку на одиницю тягового рухомого складу в році t життєвого циклу, грн.;

L_t – ліквідаційне сальдо в рік утилізації одиниці тягового рухомого складу, грн.

УДК 656.078.8

О.І. Зоріна, О.В. Сиволовська
O.I. Zorina, O.V. Sivolovska

СТРАТЕГІЯ КОНКУРЕНЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

STRATEGY OF COMPETITION OF TRANSPORT ENTERPRISE

Жорстка конкуренція на ринку транспортних послуг потребує виваженої та цілеспрямованої стратегії розвитку. На сучасному етапі підприємства залізничного транспорту повинні планувати свою діяльність з врахуванням високого рівня міжгалузевої, а також внутрішньогалузевої конкуренції.

В таких умовах керівництво підприємства повинно приділяти значну увагу не лише загальній стратегії розвитку, а й розробляти стратегію конкуренції, яка дозволить пропонувати ринку саме ті послуги, які користуються найбільшим попитом.

Стратегія конкуренції полягає в узгодженні цілей та місії підприємства з умовами зовнішнього середовища, можливостями та існуючими альтернативами для досягнення цілей. В умовах конкурентної боротьби для транспортного підприємства головною проблемою стає його здатність пристосуватися до зовнішнього середовища та змін у ньому. І якщо поза контролем підприємства залишається чимало факторів макросередовища, то на деякі фактори

мікросередовища транспортне підприємство має певний вплив. Це, зокрема, стан транспортної галузі, рівень конкуренції в її межах, кількість споживачів транспортних послуг, місткість транспортного ринку та інше.

В загальному вигляді методичний підхід розробки стратегії конкуренції може включати такі етапи:

1) аналіз динаміки та структури транспортного ринку;

2) визначення частки виду транспорту на ринку транспортних послуг та позиції транспортного підприємства на цьому ринку;

3) оцінка конкурентоспроможності підприємства та його послуг;

4) дослідження та оцінка стратегії розвитку транспортного підприємства;

5) вибір стратегії конкуренції;

6) розробка та оцінка обраної стратегії конкуренції.

За умови дотримання послідовного та узгодженого виконання цих етапів цілком можливий вибір найбільш раціональної стратегії конкуренції транспортного підприємства.

УДК 339.138:658

О.Е. Наумова
O.E. Naumova

**ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ
ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**THE GENERAL APPROACHES TO MARKETING MANAGEMENT
OF THE ENTERPRISES OF RAILWAY TRANSPORT**

Гостра конкуренція на ринку транспортних послуг вимагає від підприємств-перевізників пошуку нових форм і методів роботи, які сприятимуть зміцненню їх ринкових позицій і підвищенню конкурентоспроможності. Досвід передових країн світу говорить про те, що успішність діяльності будь-якого підприємства прямо залежить від ефективності застосування маркетингу як сучасної концепції управління підприємством. Це обумовлено тим, що маркетингова діяльність спрямована на встановлення зв'язку підприємства із ринковим середовищем з метою найкращого узгодження внутрішніх можливостей підприємства з умовами зовнішнього середовища для одержання прибутку. Оскільки ринкова ситуація характеризується значною мінливістю, особливої актуальності набувають питання управління маркетингом підприємства.

Система управління маркетинговою діяльністю підприємств залізничного транспорту складається із таких складових: система маркетингової інформації, система прогнозування і планування, система організації маркетингу на підприємстві, система мотивації працівників підприємства і система контролю.

Сьогодні управління маркетингом на підприємствах залізничного транспорту має низку проблем, основними з яких є:

- визначення цілей маркетингових підрозділів на основі настанов керівництва, а не на підставі загальної стратегії розвитку підприємства;
- використання маркетингових підрозділів не за їх прямим призначенням;
- відсутність у складі маркетингових підрозділів фахівців, що мають вищу спеціальну освіту з маркетингу;
- відсутність оперативної взаємодії між відділами маркетингу та основними структурними підрозділами підприємства;
- виконання маркетинговими підрозділами розрізнених функцій;
- недостатній комунікативний зв'язок маркетингових підрозділів з іншими структурними підрозділами;
- відсутність ефективної маркетингової інформаційної системи;
- відсутність ефективних систем мотивації працівників маркетингових підрозділів;
- відсутність методики оцінки ефективності діяльності маркетингових підрозділів.

Отже, подолання даних проблем є запорукою ефективного функціонування маркетингової системи підприємств залізничного транспорту, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню ефективності діяльності Укрзалізниці.

**РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСНИХ КОМЕРЦІЙНИХ ПОСЛУГ В РАМКАХ
СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

**REALIZATION OF COMPLEX COMMERCIAL SERVICES WITHIN THE
FRAMEWORK OF STRATEGIC DEVELOPMENT OF RAILWAY TRANSPORT
OF UKRAINE**

В сучасному ринковому середовищі, яке характеризується змінюваністю економічних параметрів і нестабільністю, головною проблемою підприємств залізничного транспорту є здатність до розвитку відповідно до змін. Для ефективного використання ринкових можливостей будь-яке підприємство, у тому числі залізничне, повинне мати власну стратегію розвитку.

Сучасне суспільство висуває нові вимоги до транспортного обслуговування населення, які ґрунтуються на найбільш повному та якісному задоволенні попиту на перевезення. В умовах значного зносу основних фондів, невідповідності матеріально-технічної бази потребам залізничного транспорту, загострення конкуренції – це складно. Тому відчувається потреба у заходах, що сприяють підвищенню ефективності пасажирських перевезень без додаткових витрат або із мінімальним вкладанням фінансових коштів.

Стратегія скорочення, яка реалізується сьогодні на залізничному транспорті України у сфері пасажирських перевезень з метою оптимізації графіка руху поїздів та скорочення

експлуатаційних витрат, не є ефективною, адже сприяє зростанню загальних витрат, пов'язаних із функціонуванням пасажирського господарства.

Конкуренція вимагає постійного пошуку підприємствами транспорту більш привабливих для пасажирів послуг, що супроводжують процес перевезення чи не пов'язані безпосередньо з ним. Тому перед ПАТ «Українські залізниці» в умовах спаду пасажирських перевезень стала проблема пошуку більш ефективних форм організації і шляхів забезпечення рентабельності господарської діяльності. Сьогодні необхідно розвивати сферу додаткових комплексних послуг, які дозволять залізницям отримувати прибуток і не будуть підпадати під поточну тарифікацію основних послуг залізничного транспорту. Реалізація на залізничному транспорті у сфері пасажирських перевезень як стратегії розвитку, комплексних комерційних послуг – послуг на замовлення несоціального характеру, які є поєднанням основної послуги – перевезень, та послуг у потязі та на станціях, що надаються на комерційній основі, сприятиме отриманню додаткового доходу залізницями та привабливості пасажирів до залізничного транспорту.

УДК 331.107.5:656.078.8

О.П. Чебанова
O.P. Chebanova

РОЗВИТОК СТРАТЕГІЧНОГО ПАРТНЕРСТВА ЯК ФАКТОРА ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

DEVELOPMENT OF STRATEGIC PARTNERSHIP AS FACTOR OF RISE OF COMPETITIVENESS OF ENTERPRISE

Різні форми бізнес – кооперації набули широкого поширення в діяльності українських і зарубіжних компаній. Усе частіше вони розглядаються в контексті конкурентних стратегій, надаючи значний вплив на виживання та процвітання організацій. Разом з тим стратегічні партнерства в українській практиці знаходять своє застосування і на тактичному рівні конкурентної взаємодії компаній. Висвітлені такі моменти:

- різні форми стратегічного партнерства організацій;
- місце в економічному житті країни;
- основні переваги стратегічних партнерств;
- цілі та завдання створення стратегічних партнерств;

- стратегічні партнерства в зарубіжній практиці;
- причини стрімкого утворення стратегічних партнерств;
- конкурентні переваги і комерційні цілі партнерства.

Таким чином, більшість компаній об'єднуються з метою досягнення певних позитивних економічних ефектів, які виникають в результаті об'єднання фінансових, виробничих, управлінських і наукових ресурсів. Поєднання даних ресурсів визначає потенціал організації. Стратегічні партнерства між незалежними організаціями для досягнення різних цілей є дуже важливою стратегією організацій, як у світі, так і в Україні.

УДК 339.138:656.2

О.І. Антонова
A.I. Antonova

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ КОНЦЕПЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

SOME ASPECTS OF MARKETING CONCEPT APPLICATION IN UKRAINE'S RAILWAYS

Розвиток економіки України та її інтеграція у світову економічну систему вимагають впровадження та активного використання вітчизняними суб'єктами господарювання маркетингової концепції управління. Особливо актуальною стає проблема застосування маркетингу на підприємствах залізничного транспорту, що

обумовлено передусім загостренням конкуренції як на зовнішньому, так і на внутрішньому ринках перевезень та зростанням вимог споживачів до якості транспортних послуг.

Ідеї щодо застосування концепції маркетингу є надійною гарантією ринкового успіху підприємства, визначення

незадоволених потреб та бажань певної групи споживачів і задоволення цих потреб ефективнішими, ніж у конкурентів, методами. Дана концепція по відношенню до залізничного транспорту передбачає:

- визначення і детальний аналіз ринку;
- пошук цільових сегментів;
- застосування комплексу дослідження ринкового середовища і конкуренції;
- визначення потреб споживачів.

Концепція маркетингу реалізується в умовах високого рівня життя і купівельної спроможності населення та передбачає досконале володіння інструментами маркетингу, що дає можливість вирішувати практичні проблеми відносно пасажирських перевезень. При реалізації маркетингової концепції зростає роль і маркетингових підрозділів залізниць, основною метою діяльності яких є розробка заходів щодо формування маркетингової політики залізничного підприємства, спрямованої на забезпечення

конкурентоспроможності залізничного транспорту і зміцнення його ринкових позицій.

Слід зазначити, що рішення, які впливають на ринкову орієнтацію підприємства, усі підрозділи повинні приймати на основі рекомендацій і за узгодженням з відділом маркетингу. У свою чергу, відділ маркетингу зобов'язаний надавати усім іншим підрозділам інформацію, необхідну для ринкової орієнтації їх діяльності.

Все це свідчить про те, що є необхідність в застосуванні маркетингової концепції на залізничному транспорті. Адже її застосування може призвести до розширення частки на даному ринку та оволодіння новими сегментами і нішами. Крім того, застосування маркетингової концепції в цілому підвищує роль відділів маркетингу на транспортному підприємстві.

УДК 656.07

В.О. Шведун
V.O. Shedun

ІНТЕГРАЦІЯ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК В ЗБАЛАНСОВАНУ СИСТЕМУ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ РІВНЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

INTEGRATION OF EXPERTS' ESTIMATION METHOD TO THE BALANCED INDICATORS SYSTEM FOR TRANSPORT SERVICES' LEVEL ESTIMATION

На сучасному етапі в рамках управління якістю транспортних послуг використовуються як класичні, так і інноваційні підходи. Серед класичних методів найбільшого розповсюдження набули статистичні, зокрема: діаграма Парето, причинно-наслідкова діаграма Ісікаві, метод контрольних карт, діаграми розсіювання та розшарування, контрольний лист дефектів.

Серед інноваційних технологій оцінки якості, які можуть використовуватися для сфери транспортних послуг, доцільно

виділити такі, як інтегральний показник конкурентоспроможності, ABC-аналіз, системи витягування та виштовхування в логістичному менеджменті, системи загального управління якістю (TQM) та загального обслуговування устаткування (TPM), системи менеджменту якості KAIRYO та KAIZE, система "Упорядкування" (5S), концепція "Шість сигм" на основі циклу DMAIC, бенчмаркетинг, реінжиніринг, модульний підхід оцінки відповідності (МІОВ).

Крім того, використовуються специфічні моделі загальної якості або ділової досконалості EFQM, в основі яких лежить логіка постійного поліпшення RADAR.

Серед показників, що можуть впливати на якість послуг з перевезення пасажирів, традиційно виділяють такі: безпека, комфортність, швидкість, комплексність обслуговування, інформативність та вартість.

Проте вказаний перелік чинників не є вичерпним. Для того, щоб здійснити більш розгорнуту оцінку якості транспортних послуг, доцільно обирати індикатори якості стосовно таких напрямків: фактори макро-, мікро- та внутрішнього середовища

транспортного підприємства, а також перспективи його розвитку.

Кількість параметрів повинна бути близько 20–25, при цьому 20 % від них повинні належати до фінансових результатів діяльності підприємства, інші 20 % – до управління персоналом, решта 60 % – повинні бути пов'язані з маркетингом. Вагомість кожного з критеріїв пропонується визначати за допомогою методу експертних оцінок. В результаті буде отримано збалансовану систему показників (The Balanced Scorecard – BSC), яка дозволить в остаточному підсумку комплексно оцінити рівень якості транспортних послуг і підвищити сукупну ефективність функціонування транспортних підприємств.

УДК 330.322:656.2

О.Л. Васильєв, О.М. Лук'янова
O. Vasiliev, E. Lukyanova

МЕТОДИ ФІНАНСУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

METHODS OF FINANCING INVESTMENTS IN RAILWAYS

На залізничному транспорті можуть бути використані наступні методи фінансування інвестицій: самофінансування; державне фінансування; емісійне фінансування; позикове фінансування; лізинг; змішане фінансування.

Перераховані методи найбільш доцільно використовувати у наступних інвестиційних напрямках:

- відновлення та модернізація матеріально-технічної бази інфраструктури залізничного транспорту за рахунок самофінансування;

- здійснення простого й розширеного відтворення парку рухомого складу за рахунок інших методів фінансування.

Використання саме цих напрямків обумовлено тим, що залізничний транспорт не є досить привабливим для інвесторів через невисоку норму прибутку, інвестиційні проекти пов'язані з основною діяльністю залізниць мають тривалий період окупності, а також внаслідок державної приналежності магістральної залізничної мережі.

65.014:656.2.07

О.М. Мкртчян
O. Mkrtchyan

**ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ**

**FORMATION OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF RAILWAY TRANSPORT
OF UKRAINE IN REFORMING**

Організаційна структура управління, включає в себе систему цілей та їх розподіл між різними ланками, оскільки весь механізм управління повинен орієнтуватись на досягнення стратегічних цілей. Від організаційної структури управління залежить ефективність функціонування всієї системи управління і виробництва.

Структура залізничного транспорту України має вигляд єдиного виробничо-технологічного комплексу, проте основні види діяльності виконують 6 залізниць України, які мають статус окремих суб'єктів господарювання. В ході реформування усі залізниці, а також підприємства, установи та організації залізничного транспорту загального користування увійдуть до складу єдиного суб'єкта господарювання, яким буде новоутворене АТ «Укрзалізниця».

Перетворення, які відбудуться у галузі, спрямовані на створення нової, більш ефективної організаційної структури залізничного транспорту, яка відповідатиме умовам розвитку ринкової економіки держави та вимогам законодавства

Європейського Союзу, що допоможе удосконалити систему управління залізничним транспортом, розмежувати функції державного та господарського управління галуззю.

Після утворення АТ «Укрзалізниця» залізничний транспорт, як і тепер, буде загального користування, тобто буде призначений для забезпечення потреб суспільного виробництва і населення країни у перевезеннях у внутрішньому і міжнародному сполученнях та надання інших транспортних послуг усім споживачам без обмежень за ознаками форми власності та видів діяльності.

Проте, важливою проблемою на сьогодні є те що, інколи вимагається не лише удосконалювати організаційну структуру, а, передусім, формувати її відповідно до умов зовнішнього середовища. В умовах швидkozмінюючого середовища здатність суб'єкта господарської діяльності вчасно змінюватися не тільки функціонально, але й структурно, набуває першочергового значення.

658(477)

У.Л. Сторожилова
U.L. Storozhylova

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА В УКРАИНЕ

FORMATION SOVREMENNOHO MANAGEMENT IN UKRAINE

В настоящее время в мировом сообществе продолжает развиваться как практика, так и теория менеджмента. Так, к

современному развитию теории приводит современное развитие практики менеджмента. Основными факторами,

влияющими на изменение практики менеджмента, стали:

- устойчивая глобализация;
- высокие темпы роста IT-технологий.

Глобализация – процесс всемирной экономической, политической и культурной интеграции и унификации. Процесс глобализации есть следствием эволюции государственно оформленных рыночных отношений. Мировой рынок информационных технологий – это стремительно развивающиеся автоматизированные способы обработки информации. Под ними также понимается совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающих сбор, хранение, обработку, вывод и распределение информации.

Традиционный менеджмент основан на разделении процесса управления по функциям: планирование, контроль, координация, мотивация.

Эти функции иногда расширяют и дополнительно включают такие, как:

- организация (как функция управления) – определение того, как должны быть достигнуты цели, кем и когда, распределение работ между исполнителями;
- лидерство – руководство и мотивация персонала, разрешение конфликтных ситуаций;
- подбор и расстановка кадров персонала – выработка и проведение кадровой политики организации в области приема на работу, расстановка по рабочим местам, а также методы оценки кадров.

Современный менеджмент на сегодняшний момент сопровождается рядом важных новых функций, которые во многом отличаются, а в некотором своем проявлении дополняют функции традиционного менеджмента, а именно:

- интеллектуальный характер процессов принятия решения;

- разветвление некогда единой системы общего менеджмента с появлением новых видов менеджмента, таких как инвестиционный менеджмент, маркетинговый, инновационный и другие;

- использование информационных технологий в менеджменте.

Таким образом, следует выделить главные составляющие современного менеджмента в Украине, которые напрямую влияют не только на успех компаний, но и на экономику в целом:

- культура организации должна рассматриваться как важный фактор прибыли и конкурентоспособности коммерческой организации, как фактор успеха, эффективности деятельности, а подчас и выживаемости некоммерческих организаций;

- культура организации становится все в большей степени предметом заботы менеджеров всего мира;

- стратегическое управление и стратегическое планирование находят свое применение во все большем числе конкурентных управленческих ситуаций;

- распространение концепций, методов и моделей управления, доказавших свою эффективность в коммерческих организациях, на некоммерческие организации.

Так, украинская модель менеджмента находится в стадии формирования. Для большинства компаний развитие такого видения современного менеджмента является сопоставлением конгломерата из различных зарубежных методов на базе сохранившихся старых административно бюрократических систем. Методы управления культурой организации, отработанные в коммерческих фирмах, постоянно находят свое применение в некоммерческих организациях. Поэтому развитие современного менеджмента в Украине вносит собой непрерывный поиск все более новых способов сделать свою компанию более конкурентоспособной на мировом рынке управления.

330.341.1:656.2.001.73

Н.М. Лумар
N. Lumar

**ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ
ОБМЕЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ФІНАНСУВАННЯ**

**INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE RAILWAY SECTOR IN TERMS
OF LIMITED FUNDING**

Економічний розвиток залізничного транспорту та його конкурентоспроможність значною мірою залежить від ефективного управління інвестиційними ресурсами, вкладеними в інноваційні розробки.

За оцінками фахівців залізничної справи, впродовж 2005–2012 рр. інноваційно-інвестиційні потреби вітчизняних залізниць задовольнялися лише на 30–35%. За рахунок власних коштів забезпечувалося 20–28% цих потреб і ще 10–18% становили залучені кошти. Обмеженість джерел фінансування зумовлена недоступністю більшості з них для залізничного транспорту через імовірнісний характер очікуваного результату й відсутність задовільної для фінансово-кредитних установ застави. Необхідно враховувати той факт, що найбільш активним в отриманні наукових результатів є бізнес. Як правило, тут переваги надаються науковим дослідженням, які забезпечують високу ефективність вкладень. І відповідно, чим вище рівень розвитку економіки країни,

тим активніше в інноваційному процесі бере участь приватний бізнес. Сприяюню зацікавленості вітчизняних підприємств залізничного транспорту можуть слугувати спеціальні умови – чітке законодавче регулювання діяльності, надання «податкових канікул» для підприємств. Також необхідно збільшення фінансування інноваційних проектів за рахунок державного бюджету. Державне фінансування розвитку залізничного транспорту потребує затвердження плану фінансування інноваційного сектору економіки з чітким розписом обсягів фінансування та видів інноваційної діяльності, на які буде спрямовано відповідне фінансування.

Потреби інноваційного розвитку галузі обумовлюють необхідність прийняття стратегічного рішення про збільшення коштів, які виділяються на підтримання інноваційного потенціалу залізниць. Необхідно більш активно використовувати сучасні ринкові джерела та форми приваблення фінансових ресурсів для підвищення інноваційної активності галузі.

658.5:656.2.001.73

Т.М. Глушенко
T. Glushenko

**ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АУТСОРСИНГУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ
ТРАНСПОРТІ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ**

THE FEASIBILITY OF OUTSOURCING THE RAILWAYS IN RESTRUCTURING THE

На даному етапі підприємствам необхідно постійно удосконалювати процеси виробництва, збуту продукції та

надання послуг, зменшувати витрати не тільки на основний вид діяльності, а й на управління непрофільними активами,

впроваджувати зміни принципів управління, аби не втратити завойованих позицій у порівнянні з конкурентами. Одним з найкращих напрямів для підприємства, щоб зняти з себе тягар цих проблем, є виведення непрофільних сфер діяльності на аутсорсинг (від англ. Outsourcing) - залучення, коли це вигідно, до виконання контрактної роботи зовнішніх співвиконавців.

Керівництво підприємств звертається до моделі аутсорсингу, коли гостро постає необхідність збереження своєї конкурентоспроможності, і в цьому сенсі аутсорсинг має ряд істотних переваг. Важлива стратегічна перевага аутсорсингу - це можливість сконцентруватися на ключовому бізнесі. З приходом підрядника підвищується і рівень якості надаваних компанією послуг завдяки привнесеним технологіям, автоматизації бізнес-процесів, більш ефективній системі контролю якості та ін.

Основним ризиком аутсорсингу є більш висока вартість послуг компанії-аутсорсера. До менших ризиків аутсорсингу відноситься неможливість давати прямі вказівки, як у випадку з власним підрозділом, компанії-аутсорсеру та вірогідність порушення конфіденційності при передачі ряду послуг на аутсорсинг.

На окрему увагу заслуговує застосування аутсорсингу як механізму підвищення конкурентоспроможності підприємств залізничного транспорту. Для всіх розвинених країн характерним для останніх років є розвиток логістичного аутсорингу. Логістичні функції, які найчастіше передаються в аутсоринг у міжнародній практиці, – складування, зовнішнє транспортування, оформлення вантажів/платежів, внутрішнє транспортування, консолідація вантажів/дистрибуції, пряме транспортування.

Механізм дії аутсорсингу відрізняється від звичайної розподільної логістики тим, що замовник формулює завдання, які стоять перед постачальником послуг, не конкретизуючи спосіб вирішення цих завдань, так що вибір раціонального способу дій цілком і повністю лежить на виконавцеві (як, втім, і відповідальність за досягнення необхідного результату).

Отже, потенціал розвитку аутсорсингу на залізничному транспорті високий, але передача допоміжних функцій на аутсорсинг повинна відповідати вимогам загальної для залізничної галузі стратегії підвищення ефективності функціонування інфраструктури і перевізних господарств у цілому.

65.018:656.2

I.B. Маркова
I. Markova

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

THE MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE QUALITY OF TRANSPORT SERVICES

В умовах загострення конкурентної боротьби на ринку України перед підприємствами постають завдання, пов'язані зі збільшенням обсягів

виробництва і підвищенням його ефективності. У досягненні цієї мети значна роль відводиться транспортному обслуговуванню, адже ефективне

функціонування транспортної системи забезпечить своєчасну доставку сировини для проходження виробничого процесу та доставку продукції підприємства до пунктів призначення.

Зважаючи на важливу роль організації транспортного обслуговування у підвищенні ефективності функціонування економіки та якості роботи підприємств, слід зосередити увагу на таких питаннях: забезпечення своєчасного, якісного та повного задовільнення потреб вантажовласників та населення в перевезеннях; широкий розвиток послуг, що надаються; покращення використання існуючих виробничих потужностей залізниць; вибір найбільш ефективних шляхів та способів впровадження нової техніки і прогресивних технологій в усіх господарствах залізничного транспорту;

раціоналізація вантажопотоків, забезпечення збереженості і своєчасності доставки вантажів; удосконалення системи планування перевезень і управління залізничного транспорту; здійснення організаційних, технічних та економічних заходів, спрямованих на 100-відсоткове виконання графіка руху пасажирських потягів та безумовне забезпечення безпеки їх руху; здійснення заходів з підвищення культури обслуговування пасажирів на вокзалах і в потягах, зокрема, в організації продажу квитків, довідково-інформаційній роботі та ефективному використанні місць у потягах, а також наведенню порядку та дисципліни в організації перевезень пасажирів; подальше удосконалення господарського механізму і структури управління перевізним процесом.

УДК 621:330.34 (477)

В.В. Дикань

V. Dykan

РОЗВИТОК ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC POTENTIAL OF ENTERPRISE TRANSPORTATION ENGINEERING UKRAINE

У сучасних умовах машинобудування є однією з найважливіших галузей, що забезпечує економічне зростання, соціальний розвиток, науково-технічний прогрес країни. Україна здатна виробляти майже всю номенклатуру машинобудівної продукції, нині частка машинобудування в українській промисловості перевищує 15 %, у ВВП складає близько 12 %.

За останні роки машинобудівний комплекс країни зазнав тривалої руйнівної кризи, реформування відносин власності, структурних деформацій, що негативно відбилося на його економічному потенціалі. Переважна більшість підприємств потребує масштабної

реконструкції і суттєвого технічного переоснащення. Отже, вирішення їх проблем можливо на основі формування та поетапної реалізації національної стратегії розвитку галузі.

Поряд з цим необхідно терміново вживати заходи щодо недопущення втрати економічного потенціалу підприємств галузі. Існуючі пропозиції в даному напрямку щодо активізації діяльності машинобудівних підприємств залишаються нереалізованими у зв'язку з браком власних коштів, низькою інвестиційною привабливістю, відсутністю державної підтримки.

В ситуації, що склалася, доцільно врахувати тенденції, які пов'язані з

реорганізацією діяльності на основі формування міжфірмових інтегрованих технологічних ланцюгів, які з ланцюжків поставки перетворилися на глобальні ланцюжки створення вартості.

Головна зміна полягає в тому, що в результаті еволюції приватної праці до цілісної діяльності зі створення кінцевого продукту сучасне виробництво представлено не ізольованими товаровиробниками як проміжними ланками товарообміну, а технологічними ланцюжками, що створюють кінцевий продукт, призначений для задоволення суспільних і особистих потреб. Цей продукт створюється сумісною працею всіх учасників виробництва. Інтегрований

технологічний ланцюг організовується на основі довгострокових контрактів підприємств і організацій щодо здійснення комплексу операцій з розробки, виробництва, реалізації, післяпродажного обслуговування, а також утилізації кінцевої продукції.

Зазначене обумовлює розвиток економічних відносин в машинобудівному комплексі України на основі диверсифікації його господарських структур, переходу від технологічно замкнених підприємств до інтегрованих компаній з гнучкою спеціалізацією і розвинутою кооперацією, що бере участь в глобальних ланцюжках створення вартості.

УДК 338.47

*О.В Громова, М.В. Найдьонова
E. Gromova, M. Naidenova*

ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТРАНСПОРТНУ СТРАТЕГІЮ УКРАЇНИ

FOREIGN INFLUENCE FACTORS IN UKRAINE TRANSPORT STRATEGY

Процес модернізації в сучасних умовах нестабільного розвитку світової економіки повинен набути визначальної характеристики розвитку всього національного господарства України і транспортного комплексу зокрема. Поступовий перехід світового господарства в економічному розвитку до моделі більш виваженого ставлення до використання інструментів державного і ринкового регулювання, до оптимізації співвідношення у ВВП часток секторів послуг і власне виробництва ставить країну перед необхідністю розв'язання задачі оптимізації розвитку національного транспортного потенціалу. Це повинно знайти застосування у сфері формування економічно обґрунтованої та ефективної транспортної стратегії країни.

У цих умовах забезпечення сталого динамічного розвитку України в

глобалізованому світовому господарстві має базуватися на формуванні умов інноваційного прориву, коли інновації «де факто» будуть матеріалізацією нових ідей і знань, відкриттів, винаходів і розробок у відтворювальному ланцюжку з метою їх комерційної реалізації для задоволення певних запитів споживачів. Особливу роль в модернізаційному процесі української економіки відіграє зовнішньоекономічна діяльність. Це пояснюється, по-перше, тим, що Україна – невід'ємна частина світового господарства, достатньо глибоко інтегрована в його відтворювальний ланцюжок. По-друге, зовнішньоекономічна діяльність займає досить високу питому вагу в формуванні доходної частини національного бюджету. І по-третє, зовнішньоекономічна діяльність в умовах ринкового господарства є прерогативою господарюючих суб'єктів. Реалізація її

потенціалу для забезпечення процесу модернізації - це реальна діяльність компаній, фірм та корпорацій, яка здійснюється ними, в першу чергу, виходячи з комерційного інтересу та досягнення максимально високої прибутковості.

Серед зовнішньоекономічних факторів, що впливають на модернізацію транспортної галузі, особливе місце займають не тільки шляхи і методи залучення іноземних інвестицій, але й пошук нових джерел фінансування інноваційного розвитку, створення умов

для припливу вітчизняних та іноземних інвестицій. Тому до числа першочергових завдань можна віднести створення сприятливого інвестиційного клімату, що включає стабільність курсу національної валюти, низький рівень інфляції, підтримання вигідного рівня процентних ставок для суб'єктів інноваційної діяльності. Прямі іноземні інвестиції – це найбільш показовий фактор, який відноситься до зовнішньоекономічної діяльності, що характеризує потенціал національної економіки.

УДК: 338.47

І.Ю. Зайцева

I.Y. Zayceva

**УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ СКЛАДОВОЮ ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКИ
ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**MANAGEMENT OF ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES OF RAILWAY
TRANSPORT A FINANCIAL CONSTITUENT**

В умовах постійного прагнення України до євроінтеграції та на шляху післякризового відновлення економіки українські підприємства залізничного транспорту потребують розроблення концептуальних основ та нових принципів управління фінансовою складовою економічної безпеки (ФСЕБ). Ефективність діяльності суб'єктів господарювання зумовлюється переважно станом їх фінансів, що призводить до необхідності розгляду проблеми управління ФСЕБ підприємств залізничного транспорту. Саме тому для створення ефективної системи управління фінансовою складовою економічної безпеки підприємств залізничного транспорту необхідно розробити концептуальний підхід, який дозволить розробляти та приймати адекватні своєчасні управлінські рішення. Від цього залежить те, які рішення будуть прийняті та яким чином буде сформовано

механізм управління фінансовою складовою економічної безпеки, оскільки концепція управління фінансовою складовою економічної безпеки має включати систему поглядів та цільових настанов, пронизаних єдиним задумом, на проблему безпеки основних об'єктів безпеки підприємств залізничного транспорту.

Важливою перешкодою на шляху комплексного управління фінансовою складовою економічної безпеки будь-якого підприємства є відсутність єдиного, науковообґрунтованого концептуального підходу до управління фінансовою безпекою підприємств.

Отже, управління підприємств фінансовою складовою економічної безпеки залізничного транспорту має сприяти своєчасному виявленню відхилень фактичних показників від попередньо запланованих, виявленню причин, які

викликали ці відхилення, для розроблення пропозицій щодо коректування окремих позицій з метою досягнення запланованих цілей. Саме така система управління фінансовою складовою економічної

безпеки дає можливість своєчасно виявити негативні аспекти та запровадити необхідні коригувальні заходи з метою дотримання її запланованого рівня.

УДК: 656.256.3:625.162.4.3

*О.М. Тройнікова
Н. Troinikova*

ІНВЕСТИЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ АВАРІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

INVESTMENTS IN TECHNOLOGY EMERGENCY SAFETY ELEMENTS RAIL INFRASTRUCTURE

Технологічна безпека виробничого процесу – різновид категорії «безпека», безпосередньо пов'язана з виконанням конкретних технологічних процесів на залізницях. На рівень технологічної безпеки впливають багато об'єктивних чинників, в наукових дослідженнях склалася концепція, суть якої полягає в тому, що рівень безпеки залежить від: кваліфікації та рівня підготовки персоналу; нормативних документів, які регламентують відповідний рівень безпеки; технічних засобів автоматизації, телемеханіки та зв'язку.

На елементах залізничної інфраструктури підвищеної аварійності, де рівень впливу людського фактора у технологічному процесі зведений до мінімуму, на перше місце виходять технічні пристрої, які виконують, крім основного призначення, функції, пов'язані з безпекою транспортного процесу Обслуговування та утримання цих пристроїв покладається на відповідні господарства залізничного транспорту. Найбільша питома вага припадає на господарство автоматизації, телемеханіки та зв'язку.

Абсолютну безпеку гарантувати неможливо, тому необхідно враховувати ступінь ризику, який виражається ймовірністю збитку в грошовому еквіваленті. Забезпечення безпеки пов'язано з додатковими витратами ресурсів, і чим вище вимоги до безпеки, тим більше таких витрат необхідно.

Для аналізу ефективності інвестицій в технологічну безпеку на елементах залізничної інфраструктури підвищеної аварійності в економічних обґрунтуваннях використовують індекси, що виражають співвідношення витрат на безпеку і шкоди (збитків) від аварій в натуральному або грошовому вираженні.

Аналіз статистичних даних дозволяє зробити висновок, що залежність технологічної безпеки від справності пристроїв автоматизації, телемеханіки та зв'язку на елементах розглянутої категорії значно вище (86%), ніж на решті залізничної інфраструктури. Питома вага витрат на безпеку у складі експлуатаційних на таких елементах складає до 50%.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДУ «ДИРЕКТ-КОСТ»

APPROACH OF THE SYSTEMS IS TO DETERMINATION OF METHOD OF DIRECT-COSTING

Пропонується новий науковий підхід до визначення прибутковості або збитковості підприємств залізничного транспорту типу «Вокзал-Пасажирський» за допомогою методу «директ-кост». Для

цього насамперед доцільно систематизувати науковий досвід з приводу визначення поняття самого методу, що й наведено в таблиці.

Таблиця

Підходи до визначення методу «директ-кост» [1-3]

Автор	Визначення методу «директ-кост»
Партин Г.О., Голов С.Ф., Бутинець Ф.Ф., Лень В.С., Лукашова І.О., Головащенко О.М.	Метод калькулювання, що передбачає включення у собівартість продукції лише змінних виробничих витрат. При застосуванні системи обліку змінних витрат не включаються до собівартості, а розглядаються як витрати періоду не тільки операційні витрати (на управління і збут тощо), але й постійні загальновиробничі витрати. Постійні витрати списуються з отриманого прибутку.
Маляревський Ю.Д., Лабунська С.В.	Система управління витратами за змінними витратами, що відносяться на одиницю калькуляційного об'єкта.
Бернер Д.	Система обліку собівартості, що базується на розподілі загальних витрат підприємства на постійні і змінні.
Гасенко Л.В., Грановський С.С., Атамас П.Й.	Система калькулювання змінних витрат, у якій постійні витрати не підлягають розподілу, а списуються на фінансові результати.
Добровський В.М., Гнилицька Л.В., Коршикова Р.С.	Система управлінського обліку, яка базується на класифікації витрат на змінні та постійні і включає в себе облік витрат за їх видами, місцями виникнення й носіями, облік результатів виробничої діяльності, а також аналіз витрат і результатів для прийняття управлінських рішень.

На нашу думку, директ-кост, як метод калькулювання собівартості продукції, на основі виділення змінних та постійних витрат, їх обліку та зарахування змінних витрат на собівартість продукції, а постійних – на фінансові результати з метою оперативного управління витратами,

може вдало застосовуватись на підприємствах залізничного транспорту для своєчасного реагування на зміну собівартості продукції та виділення напрямків, в нашому випадку, перевезень з найбільшою рентабельністю. Що й буде нами доведено в наступних дослідженнях.

**МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ
З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ РЕЗЕРВІВ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ**

**MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF SORTING HILL TO IDENTIFY
RESERVES TO REDUCE COSTS**

Використання моделювання під час проведення досліджень суттєво полегшує та прискорює процес отримання інформації про предмети та явища, що цікавлять науковців.

Сортувальні гірки є об'єктами підвищеної аварійності і, по суті, повинні бути зараховані до елементів залізничної інфраструктури, в які необхідно вкладати грошові кошти для забезпечення безпеки. Але з іншого боку, так як з виробничого процесу практично виключений ризик загибелі людини, то сортувальні гірки не є об'єктами підвищеної небезпеки, отже, безумовного вкладення грошових коштів у безпеку не відбувається (витрати обумовлені рівнем припустимого ризику для вантажів (псування, загибель)).

Для визначення необхідних обсягів витрат на підвищення безпеки на сортувальній гірці та з метою зменшення витрат від транспортних подій доцільно побудувати глобальну модель технологічного процесу, як комплекс локальних моделей – окремих етапів, для яких притаманні специфічні причини транспортних подій:

1. Процес насування состава на гірку, як правило, не призводить до аварійних ситуацій.

2. Інтервальне гальмування відчепів вагонним сповільнювачем з порушенням необхідної швидкості руху може викликати зіткнення відчепів та їх пошкодження.

3. Переведення стрілки під відчепом призводить до сходу або перевертання відчепа.

4. Прицільне гальмування вагонним сповільнювачем в парковій зоні може спричинити виникнення вікон між відчепами, а значить, будуть потрібні додаткові витрати на їх усунення.

5. Попадання відчепа на чужий маршрут – виникнення «чужака», на усунення якого необхідно затратити ресурси (час, паливо, маневровий локомотив).

Якщо друга і третя причини призводять до виникнення аварійної ситуації і появи збитку, пов'язаного з усуненням наслідків, то четверта і п'ята формують витрати на організацію заходів щодо усунення порушень в технології роботи сортувальної гірки.

Комплексна модель надасть уявлення про розміри витрат та наявність резервів щодо їх зменшення.

УДК 330.101.541:656.2

О.Д. Борович
O.D. Borovich

**ДИНАМІКА ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
В УМОВАХ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ**

**CHANGES IN THE MAIN INDICATORS OF RAIL TRANSPORT IN
MACROECONOMIC TRANSFORMATIONS**

За роки незалежного розвитку України в економіці країни відбулися суттєві зміни, причому економічна активність цілком відбивала циклічний характер розвитку, притаманний ринковій економіці. Так, до 1996 р. спостерігалось різке падіння, пов'язане з трансформаційною кризою та перетворене на рецесію; в 1997 р. деяке пожвавлення, генероване грошовою реформою, введенням гривні, було знищено фінансовою кризою 1998 р., яка в певному сенсі «розчистила путь» для відновлення виробництва в країні. Почалося зростання економіки, яке було перервано глобальним економічним спадом 2008-2009 рр., і, нарешті, поновлення та навіть перевищення до кризового рівня в 2011-2012 рр.

При цьому зростання ВВП супроводжується зменшенням нижче базового рівня промислового виробництва, що свідчить про зміну структури ВВП, пов'язану з суттєвим зростанням питомої ваги послуг.

Варто звернути увагу на негативний розрив між інвестиціями в основний капітал та обсягами ВВП і промислового виробництва. Аналіз дозволяє зробити висновок про наявність запасів виробничих потужностей, з одного боку, та ліквідації малоефективних капіталовкладень при ринковій трансформації. Також потрібно відмітити недостатню інвестиційну активність, потрібну для більш високих темпів економічного зростання в майбутньому.

УДК 656.2.94(477)

Н.М. Каменева
N.M. Kameneva

ЕКОНОМІЧНЕ СТАНОВИЩЕ ХАРКОВА НА ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ

ECONOMIC SITUATION KHARKIV THE EARLY TWENTIETH CENTURY

В другій половині XIX століття, коли після відміни кріпацтва Росія стала на шлях капіталістичного розвитку, Харків починає розвиватися як крупний промисловий центр країни. В 1869 році залізниця пов'язала його з Москвою, Петербургом і Ростовом, а із спорудженням залізниць Харків-Севастополь, Харків-Миколаїв і Південно-Східної залізниці місто перетворилося на один з найбільших

залізничних вузлів Росії. Близькість до Донбасу і Криворіжжя з їх кам'яновугільною і залізородною промисловістю, підвищення попиту на машини для потреб сільського господарства визначили основний напрям розвитку промисловості Харкова. Ним стало машинобудування і металообробка. В 70—90-х роках минулого століття в місті виникає ряд металообробних і ливарних

заводів, серед яких чавуноливарний завод («Червоний Жовтень»), побудований в 1870 році; завод сільськогосподарських машин Гельферіх-Саде («Серп і молот»), що випустив в 1882 році перші сільськогосподарські машини; паровозобудівний завод (зараз транспортного машинобудування імені В.А. Малишева), заснований в 1895 році, й інші. З 1871 по 1899 рік кількість промислових підприємств збільшилася більш ніж в три рази. На 259 заводах і фабриках було зайнято 11 608 людей.

На початку ХХ століття Харків продовжує рости як крупний промисловий центр півдня Росії. Подальшого розвитку набуває залізничний транспорт. В 1910 році

у склад діючих вступила залізниця Харків — Родзинки — Донбас. Будуються підприємства машинобудування і металообробки. В 1915 році до Харкова із західних районів країни був евакуйований завод «Загальної компанії електрики» (нині ХЕМЗ) і велосипедний майстерний Лейтнера (зараз велосипедний завод). До 1917 року кількість робітників у Харкові збільшилася в порівнянні з 1899 роком більш ніж в три рази і складала понад 35 тисяч людей. В кінці ХІХ – початку ХХ століття в місті відкривається ряд банків, тут влаштувалися контори найбільших в Росії синдикатів «Продамет» і «Продуголь», проходили з'їзди гірничопромисловців.

УДК 17.022.1.003.1

О.І. Фролов, О.О. Фролова
A.I. Frolov, O.A. Frolova

ЛЮДИНА ТА СИСТЕМА ЦІННОСТЕЙ

PERSON AND THE SYSTEMS` VALUES

Існують два принципово протилежні підходи до оцінки економічних явищ і процесів: приватногосподарський і народногосподарський. В їх основі лежать два абсолютно протилежних стилі життєдіяльності, що мають відповідні системи життєвих цінностей і протилежні господарські стереотипи: 1) індивідуалізм – приватногосподарський підхід до економіки і вибудовування національного господарства, виходячи з пріоритету приватних інтересів; 2) колективізм – народногосподарський підхід і вибудовування національного господарства, виходячи з пріоритету суспільних і загальнонаціональних інтересів.

Перший підхід властивий «західному» (європейському і північноамериканському) типу суспільства, а другий – «традиційному».

У традиційному суспільстві, система традиційних устоїв, укладів і цінностей, вкорінена в багатовікових традиціях і морально-етичних нормах. Маються на увазі фундаментальні цінності, що утворюють духовну основу традиційних укладів і стереотипів буття. Товариство тут вибудовується зверху вниз, підкоряючись пріоритету загальнонаціональних інтересів, ієрархії та авторитету верховної влади, розвиваючись на основі принципів колективізму, общинності і солідарності.

До традиційного типу суспільства належать і Україна, і Росія, і інші країни СНД. Тут немає ринкової економіки в тому західному розумінні, яке нам так посилено нав'язується, а ідеологічні цінності, припускають, на відміну від пропонованих ліберальних цінностей, пріоритет духовного багатства над матеріальним.

УДК 334.01282

Л.В. Харитонова
L.V. Kharitonova

ГЛОБАЛІЗАЦІЯ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ ТА ІНТЕГРАЦІЙНІ ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ

OF THE WORLD ECONOMY GLOBALIZATION AND THE INTEGRATION PROSPECTIVES OF UKRAINE

Сучасна світова економіка функціонує в умовах глобалізації, яка являє собою новий рівень і тип інтернаціоналізації виробництва. Сьогодні країни і регіони світу тісно пов'язані не тільки широкомасштабними товарними і фінансовими потоками, але й міжнародним виробництвом і бізнесом, інформаційними технологіями, потоками наукових знань, тісними культурними та іншими контактами. Найважливішим проявом глобалізації світової економіки є регіональна міжкраїнова інтеграція, яка в найбільш розвинутій формі проявилася в Європейському Союзі (ЄС), де вільний рух товарів, послуг, капіталу і робочої сили доповнено функціонуванням колективної валюти. Досягнувши настільки глибокого ступеня регіональної інтеграції, ЄС успішно подолав чимало перешкод на шляху глобалізації. Проте останнім часом

виявилися й негативні боки цього процесу. Економіки низки країн ЄС зіткнулися з проблемами деіндустріалізації, високим рівнем безробіття і зниженням якості життя та іншими проблемами, а глибока фінансова криза, що охопила ЄС, загрожує не тільки стабільності, а й самому існуванню колективної валюти.

В цих умовах розширення ЄС не передбачається, а у разі створення Зони Вільної Торгівлі з Євросоюзом Україна ризикує стати його сировинним придатком. Тільки участь України в єдиному економічному просторі з Росією, Білоруссю та Казахстаном гарантує їй відновлення високотехнологічних галузей економіки. Тому з декларуванням свого євроінтеграційного напрямку на Україну чекає нелегкий геостратегічний вибір, який визначить в подальшому її місце і роль у світовій економіці.

УДК 338.244.45

М.В. Косич
M.V. Kosich

ОСОБЛИВОСТІ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

THE FEATURES STATE REGULATION OF RAILWAY TRANSPORT UNDER INTERNATIONAL INTEGRATION

Однією з ефективних форм функціонування є здійснення раціональної зовнішньоекономічної діяльності, яка відіграє величезну роль у підвищенні економічного добробуту держави, поліп-

шенні рівня життя населення та зміцненні становища держави на світовій арені.

Завдяки своєму сприятливому географічному положенню Україна є важливим транспортним коридором, своєрідним мостом, який об'єднує

протилежні частини материка та має забезпечувати нормальне функціонування вільного економічного простору держави. Залізничний транспорт є стратегічно важливим з точки зору державної безпеки, що, у свою чергу, зумовлює визначальну роль держави на ринку транспортних послуг. Транспорт забезпечує економічні, соціальні, культурні та оборонні функції держави, є важливим фактором в економічній інтеграції, а також у міжнародній торгівлі. Розвиток транспортної галузі шляхом реформування

залізничного транспорту України (відповідно до директив ЄС) стає нагальною потребою з урахуванням орієнтації України на євроінтеграцію. Вигідне географічне положення України на шляху основних транзитних потоків між Європою та Азією, наявність розгалуженої мережі залізниць створюють усі необхідні передумови конкурентоспроможності національного ринку транспортних послуг, показником якої є зростання обсягів транзиту вантажів та експорту транспортних послуг.

УДК 330.341.1(477)

О.Ю. Александрова
H.Y. Alexandrova

ОСНОВНІ ПЕРЕДУМОВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

THE BASIC PREMISE INNOVATION DEVELOPMENT IN UKRAINE

Успіх інноваційної політики України на глобальному ринку має визначатись обсягами інвестицій, які вона отримує ззовні, а також із внутрішніх джерел для розвитку вітчизняного високотехнологічного виробництва, динамікою зростання частки високотехнологічного експорту, підвищенням зацікавленості зарубіжних компаній і висококваліфікованих спеціалістів співпрацювати з українськими підприємствами.

Визначення і активна реалізація пріоритетів інноваційного розвитку України, які мають сприяти зміцненню на світовому і європейському рівнях іміджу України як держави зі значним науковим і освітнім потенціалом, держави, здатної створювати найсучаснішу високотехнологічну продукцію, повинні базуватися на світових стратегічних критеріях і механізмах підвищення конкурентоспроможності економіки на світовому і внутрішньому ринках.

Іншим важливим завданням інноваційної політики є визначення тих секторів економіки і виробництва, які

мають пом'якшити критичну залежність України від імпорту, надмірні масштаби якого обумовлюють вимивання в теперішній час з економіки країни величезних коштів в інтересах інвестування країн-імпортерів своєї продукції в Україну, унеможливають створення нових робочих місць в Україні, необхідних для забезпечення повної зайнятості робочої сили та сприяння інноваційному розвитку цих секторів.

Інноваційний процес в Україні має отримати сучасний ринковий напрям – від замовника і споживача до виробника і розробника інновації. Тому інноваційна політика має враховувати зазначену зміну в сучасному інноваційному процесі та прискорити її реалізацію в Україні. У цьому руслі має формуватися й інвестиційна політика. Вона повинна концентруватись переважно на інвестиційній підтримці розроблення інноваційної продукції та послуг, що відповідають потребам замовників і споживачів. Лише за таких умов буде забезпечуватися зростання затребуваності економікою результатів наукової діяльності.

УДК378.14 (4)

В.О. Булига
V.A. Bulyga

**ВПРОВАДЖЕННЯ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ
ЯК ОДИН ІЗ ЗАСОБІВ ІНТЕГРАЦІЇ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СИСТЕМИ ОСВІТИ**

**INTRODUCTION OF THE CREDIT-MODULE SYSTEM OF EVALUATION AS ONE OF
THE STAGES OF INTEGRATION IS TO THE EUROPEAN SYSTEM OF EDUCATION**

Впровадження кредитно-модульної системи навчання і оцінювання знань в Українській державній академії залізничного транспорту відбувається упродовж 10 років. В цілому така система навчання та оцінювання характеризується позитивно як викладачами, так і студентами. В той же час хотілось би зауважити, що процес інтеграції до європейської системи освіти є багато-гранним і залежить від багатьох факторів.

По-перше, на рівні держави повинні бути не лише декларації про таку інтеграцію, а реальні програми дій, забезпечені законодавчо. Це новий закон «Про вищу освіту», який забезпечить справжню автономію вищих навчальних закладів, дасть можливість самостійно розвинути в умовах ринкових відносин. Ті напрями освіти, які не є фінансово привабливими, але є важливими для держави, будуть користуватись підтримкою держави, інші повинні самі себе забезпечувати.

Крім того, для того, щоб інтегруватися до європейської системи освіти, необхідно мати чітке уявлення про процес навчання та наукових досліджень, які існують в кращих європейських університетах. Для цього вкрай необхідне проведення стажувань викладачів та студентів в європейських університетах. Фінансування таких стажувань може проводитись за рахунок держави, вишу, грантів недержавних організацій, за власний рахунок викладачів та студентів. Такі стажування дозволять отримати чітке уявлення про організацію навчального процесу в європейських вишах і впровадити в подальшому отримані знання в навчальний процес у власному українському виші.

Забезпечення державою зазначених положень дозволить зробити значний крок до справжньої європейської освіти в Україні, дозволить вийти українським вишам на новий якісний рівень.

УДК 338.246.025.2:656

І.М. Крутько
I.N. Krutko

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ВІДШКОДУВАННЯ
ЗА НАДАННЯ НЕЯКІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ**

**LEGAL REGULATION AND REIMBURSEMENT FOR PROVIDING SUBSTANDARD
TRANSPORT SERVICES**

Розвиток інфраструктури транспорту потребує відповідного правового регулювання праввідносин у сфері

надання транспортних послуг. Нерідко на залізничному, автомобільному та авіаційному транспорті відбуваються

затримки відправлення рейсів, неякісне надання послуг у процесі руху та інші порушення прав користувачів цих послуг.

Цивільним законодавством України передбачена можливість відшкодування шкоди, завданої внаслідок надання неякісних транспортних послуг. Але сама процедура встановлення факту порушення прав споживача та судовий механізм розгляду справ щодо стягнення такої шкоди з транспортних установ потребує чимало часу та витрат. Частіше за все

пасажери не звертаються з вимогою стягнення такого відшкодування.

На міжнародному рівні розглядається ціла низка нормативних актів, якими передбачена конкретна відповідальність транспортних компаній за ненадання або неякісне надання послуг.

Прийняття вказаних міжнародних документів безумовно стане підґрунтям удосконалення рівня правового регулювання захисту прав споживачів у національному законодавстві.

УДК 349.6

Т.М. Гайворонська
T.N. Gayvoronska

ЩОДО ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАХИСНИХ ЛІСОНАСАДЖЕНЬ У СМУГАХ ВІДВОДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

REGARDING REGULATION OF PROTECTIVE AFFORESTATION IN THE RAILROAD'S EASEMENT

У 1946 році в Україні відновились роботи із захисного лісорозведення. Загалом на території колишнього СРСР було посаджено і посяно 2,14 млн га захисних лісонасаджень. В тому числі було відтворено тільки 5,9 тис. км державних захисних лісових смуг і була закладена система полезахисних лісосмуг, захисних смуг лісів уздовж залізничних магістралей, автомобільних доріг державного та місцевого значення та ін. Створення захисних насаджень на землях, що не входять в лісовий фонд, має велике значення в поліпшенні навколишнього природного середовища, особливо в безлісних і малолісних районах.

Відповідно до економічного, екологічного, соціального значення, місця розташування і функцій захисні насадження лінійного типу площею не менше 0,1 га відносяться до лісів першої групи. Поділ лісів

на три групи у 1943 р. за народногосподарським призначенням і встановлення специфічного правового регулювання лісокористування, враховуючи цільове призначення лісів, відіграли велику роль в упорядкуванні лісової експлуатації і поліпшенні лісового господарства в цілому. Було збалансовано площі рубок і відтворення лісів.

Піддано аналізу лісове законодавство України, яким закріплюється диференціація лісів за групами, яка визначає порядок використання земель лісового фонду, режим їх правової охорони, види лісокористування. А для лісів, основним призначенням яких є виконання захисних функцій, встановлено більш суворий правовий режим лісокористування, ніж для лісів, що мають переважно експлуатаційне значення.

УДК 336.145:351 72

А.В. Колісников
A.V. Kolisnekov

**ОСОБЛИВОСТІ БЮДЖЕТНИХ ПРАВОВІДНОСИН В УКРАЇНІ
У 2013 РОЦІ**

FEATURES OF BUDGETARY RELATIONS IN UKRAINE IN 2013

Для існування держави, для виконання державою своїх функцій необхідні грошові ресурси.

Держава з допомогою фінансово-правових інструментів, здійснюючи фінансову діяльність, мобілізує грошові кошти та акумулює їх у централізованому фонді як бюджет.

Врегулювання вказаних відносин здійснюється за допомогою права, шляхом прийняття відповідних нормативно-правових актів.

Особливість бюджетних правовідносин в Україні у 2013 році пов'язана з прийняттям Верховною Радою України низки нормативних актів, які базуються на Бюджетному кодексі України, постанові Верховної Ради України "Про

Основні напрями бюджетної політики на 2013 рік" від 22.05.2012 № 4824-VI, а саме:

- Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо подальшого удосконалення адміністрування податків і зборів» від 6 грудня 2012 року № 5518-VI;

- Закону України «Про державний бюджет України на 2013 рік» від 6 грудня 2012 року № 5515-VI.

Необхідність виконання міжнародних зобов'язань Україною, складна економічна ситуація у державі, створення нових органів, що здійснюють фінансову діяльність держави та інше, обумовлює особливість бюджетних правовідносин у 2013 році.

**НАПРЯМОК «ГУМАНІЗАЦІЯ НАУКИ І ОСВІТИ
НА ТРАНСПОРТІ»**

УДК 378.147.31

I.A. Snizhko

I.A. Snizhko

**ЕКСКУРСІЯ ЯК ФОРМА ПОЗААУДИТОРНОЇ РОБОТИ
ЗІ СТУДЕНТАМИ**

EXCURSION AS A KIND OF OUT-OF-THE-CLASS WORK WITH STUDENTS

На сучасному етапі прискореного соціально-економічного розвитку суспільства важливого значення набуває підвищення освітнього рівня підготовки висококваліфікованих спеціалістів, збагачення їх інтелектуального та творчого потенціалу. Важливою умовою вирішення цього завдання є необхідність озброєння спеціалістів, яких готує вища школа, глибокими професійними знаннями, науковим світоглядом і вмінням працювати з людьми. Шляхом для цього є раціоналізація навчального процесу, удосконалення змісту, форм і методів навчально-пізнавальної діяльності студентів з метою якнайкращого розвитку і формування їх творчих здібностей.

За умов обмеження часу навчання в аудиторіях і певних психологічних особливостей студентської молоді для оволодіння знаннями повною мірою виникає потреба навчати студентів ефективно працювати самостійно. Використання різних видів позааудиторної діяльності сприяє стимулюванню інтересу студентів до самоосвіти. Така робота органічно доповнює аудиторні заняття і може використовуватися як діяльність, яка сприяє формуванню інтересу до

дисципліни, що вивчається, оскільки на аудиторних заняттях не вдається повною мірою розкрити численні навчально-пізнавальні і практичні питання.

Однією з форм позааудиторної роботи зі студентами, що має органічно доповнювати курси гуманітарних дисциплін, є відвідування музеїв. Під час екскурсій з'являється можливість набуття інформацію, що може бути використана для підготовки до семінарських занять, написання рефератів і виступів на студентських конференціях. На базі музейної експозиції можуть бути проведені різні за формою лекційні заняття. Експозиція музею може бути успішно використана як ілюстративний матеріал для вивчення різних тем з курсів «Історія України», «Історія української культури», «Історія залізничного транспорту» тощо.

Залучення екскурсій як форми роботи дозволяє більш продуктивно використовувати її результати на заняттях, що вимагають оцінювання знань студентів. Перспектива оцінки результатів самостійної позааудиторної навчально-пізнавальної діяльності підвищує у студентів мотивацію до навчання і стимулює розвиток інтересу до самоосвіти.

УДК 331.6(477)(87)

В.М. Щербак
V.M. Shcherbak

**ЕВОЛЮЦІЯ РОЗВИТКУ ПОГЛЯДІВ НА УПРАВЛІННЯ
ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ**

**EVOLUTION OF THINKING ON HUMAN RESOURCES
MANAGEMENT**

Походження концепції “управління людськими ресурсами” бере свій початок у змінах, що відбулися в ході промислової раціоналізації у Великій Британії і США наприкінці XIX ст., а пізніше і в інших країнах. У перші два десятиліття в управлінні трудовими ресурсами на підприємствах переважали принципи і методи, розроблені Генрі Фордом, що одержали назву “фордизм”. Друга світова війна стала каталізатором зміни ставлення до питання управління персоналом підприємства як до окремої спеціальної функції управління підприємством у цілому. Частина даного процесу полягала в поділі питань, пов’язаних з управлінням просуванням по службі працівників, і питань контролю і нагляду за виконанням виробничих завдань. У період з 1940 по 1960 рр. управління трудовими ресурсами у визначенні таких найважливіших параметрів, як фонд оплати праці, кількісний і якісний склад працівників та ін., базувалося на застосуванні математичних методів. Для цього використовувалися організаційні діаграми, діаграми заміни, прогнозування на основі регресії та ін. У 1970-ті роки при

управлінні трудовими ресурсами почав застосовуватися ресурсний підхід, де персонал підприємства розглядався як одна зі складових виробничого процесу. Необхідність обробки великого масиву інформації викликала потребу у використанні комп’ютерних інформаційних систем, моделей нормативних дій і оцінки витрат на управління персоналом. У 80-ті роки XX ст. докорінно змінюється концепція управління кадровим складом: персонал організації розглядається як фактор досягнення високих конкурентних позицій підприємством. У 90-ті роки XX ст. почався і триває до цього часу процес перегляду ставлення до управління персоналом як до найбільш ефективних інвестицій у капітал підприємства, що дозволяє підвищити їхню конкурентоспроможність і мобільність. Отже, в останні роки на зміну соціології праці прийшла соціологія підприємства і його працівників. Соціологічні дослідження в даний час стосуються не стільки соціальних наслідків праці на підприємстві й умов праці, скільки самого підприємства як “діючої системи”.

УДК 656.027(4)

*О.П. Гужва, К.Е. Колісник, Т.М. Саламатіна
O.P. Guzhva, K.E. Kolisnyk, T.M. Salamatina*

ВПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПРОЕКТІВ НА ЗАЛІЗНИЦІ

IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL PROJECTS ON RAILWAYS

Впровадження міжнародних проектів у наш час стає реальністю в різних буттєвих сферах: діловому партнерстві, наукових і культурних заходах. Розширення міжнародних контактів на залізниці в першу чергу вимагає вирішення проблеми швидкісного пересування. Стрімко змінюється інфраструктура на залізниці. Тут вже на рівні проектування мають узгоджуватися нові патерни та стандарти, однакові для всіх учасників міжнародного партнерства. Важливою стає активізація власних можливостей Української залізниці, що здатна забезпечити будівництво власних потягів, нових систем автоматизації руху, підготовку відповідних спеціалістів, робочих, інженерів, диспетчерів. Водночас загальною стає і має далі розвиватися законодавча база з однаковою мірою відповідальності та прав сторін-учасників міжнародних проектів. Серйозні завдання стоять перед працівниками митної служби, що беруть участь у забезпеченні швидкісного руху поїздів. Зокрема йдеться про документознавчу підготовку учасників міжнародного транзиту, перелік необхідних документів при пересуванні осіб і супроводжуванні вантажів. Має досягатися й відповідне оформлення

документів з правильним тлумаченням вимог щодо перетину кордонів, розумінням конкретних понять і положень декларацій, дій і ситуацій, що вказують на необхідність митних витрат. Сама підготовка спеціалістів, які залучаються до міжнародних проектів, передбачає поєднання як загально-гуманітарної, так і теоретико-практичної підготовки. Загально-гуманітарна підготовка спеціалістів передбачає урахування нових цінностей: культурних, моральних, естетичних. Необхідним стає знання основ законодавства кожної з країн-учасниць міжнародних проектів. Так само розширеним має стати уявлення про історію та звичаї країн, що сприятиме спілкуванню. Спілкування між суб'єктами міжнародних транзитів вимагає мовної активності, розширення лексикону. З цією метою мають опрацьовуватися (це вже одна з ділянок практичної підготовки спеціалістів) типові діалогові ситуації для учасників транзиту. Толерантність і доброзичливість, перебування у площинах позитиву в процесі спілкування стає умовою здійснення міжнародних проектів. Страхування стає завданням для юридичних служб міжнародного співробітництва.

УДК 656.2.94(477)

*К.Е. Колісник
K.E. Kolisnyk*

РОЗВИТОК УКРАЇНСЬКИХ ЗАЛІЗНИЦЬ У 1930-Х РОКАХ

DEVELOPMENT OF THE UKRAINIAN RAILWAYS IN 1930-S YEARS

Кінець 1920-х – 1930-ті роки в Радянському Союзі в цілому та в Україні зокрема характеризуються масштабною

індустріалізацією. Успішне проведення індустріалізації було неможливе без масштабної реконструкції транспорту, у

першу чергу залізничного, який відіграв ключову роль в економіці країни.

Ця реконструкція полягала не тільки і не скільки в будівництві нових залізниць, скільки в технічному переобладнанні існуючих залізниць, поліпшенні технологій процесу перевезень, впровадженню нових інтенсивних методів роботи, підвищенні безпеки на транспорті. Нові вимоги до залізничного транспорту полягали в необхідності, по-перше, розвинути пропускну здатність залізниць, враховуючи швидке зростання обсягу як вантажних, так і пасажирських перевезень; по-друге, підвищити швидкість руху поїздів; по-третє, покращити механізацію вантажних робіт і створити нові типи вагонів у зв'язку зі зміною структури вантажів.

Шляхами до виконання цих вимог повинні були стати збільшення потужності локомотивного парку, оновлення вагонів, посилення колії, удосконалення роботи станцій і вузлів.

Будівництво нових залізничних ліній на території України в 1930-х роках було спрямовано на забезпечення перевезення вугілля з Донбасу до промислових підприємств Москви та Ленінграду, а також

забезпечення безперервного функціонування південних портів: Одеси та Херсону. 1930-ті роки характеризуються також значним удосконаленням якості та збільшенням кількості рухомого складу, впровадженням нової залізничної техніки та передових технологій у сфері залізничного транспорту. Радянське керівництво намагалось всіляко заохочувати ініціативу знизу, спрямовану на збільшення інтенсивності роботи залізничного транспорту. У результаті в 1930-х роках розвинувся рух, що ввійшов до історії залізничного транспорту як «стаханівсько-кривоносівський».

Прискорений розвиток українських залізниць, інтенсифікація залізничних перевезень і збільшення їх обсягу, впровадження нової залізничної техніки, вдосконалення системи управління залізницями вимагали радикальних змін у роботі з підготовки кадрів для залізниць України. Центрами залізничної освіти в Україні стали Харків і Дніпропетровськ, де в 1930 році були створені інститути залізничного транспорту.

УДК 808.5:656.2

Г.Ф. Арбузов
G.F. Arbuzov

ДІЛОВА РИТОРИКА В СИСТЕМІ КОМУНІКАТИВНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ-ЗАЛІЗНИЧНИКІВ

BUSINESS RHETORIC IN THE COMMUNICATIVE TRAINING PROFESSIONALS RAILROAD

У доповіді передбачається обґрунтувати такі положення:

1. Для залізничників уміння спілкуватися актуалізується особливостями функціонування транспортної галузі, насамперед інтенсивною комунікацією працівників різних служб, а також потребами результативних ділових контактів зі споживачами послуг залізниці.

Недостатня сформованість комунікативних умінь випускників вищого технічного навчального закладу значно ускладнює їх професійне становлення, знижує конкурентоспроможність на ринку праці.

2. У системі комунікативної підготовки фахівців-залізничників важливе місце займає ділова риторика. Її метою є формування професійної комунікативної

компетентності, вміння знаходити оптимальні засоби впливу, виховання мовленнєвої особистості як комунікативного лідера, здатного застосовувати ефективні риторичні технології, які можна наповнювати будь-яким предметним змістом (технічним, економічним та ін.).

3. Досвід викладання ділової риторики для слухачів ННППК і студентів академії підтверджує перспективність цієї навчальної дисципліни. Набуття риторичних умінь дозволяє випускнику вищого навчального закладу добирати і використовувати ефективні технології підготовки до конкретних форм ділової комунікації; здійснювати раціональну мовленнєву і невербальну поведінку в різних ситуаціях ділового спілкування; застосовувати риторичні засоби, які

забезпечують дієвість публічного виступу, ділової бесіди, наради, переговорів тощо.

4. Результативність викладання ділової риторики досягається комплексом дидактичних і методичних заходів: відбором навчальної інформації відповідно до професійних потреб майбутнього фахівця; побудовою навчального матеріалу за принципами цілісності та концентричності, що передбачає нарощення, поглиблення знань і вмінь студентів, для яких типовими є більш технічне, ніж гуманітарне мислення, та несформованість риторичної культури; чергуванням семінарських та практичних занять в активній формі; застосуванням методичних розробок, що містять як теоретичні, так і практичні матеріали з ділової риторики і доведені до практичних правил їх застосування в майбутній діяльності за спеціальністю.

УДК 656.2 (477): 94

О.В. Кравченко
O.V. Kravchenko

ПОПУЛЯРИЗАЦІЯ ІСТОРІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ІМІДЖУ УКРЗАЛІЗНИЦІ

PROMOTION HISTORY RAILWAY AS A FACTOR IMPROVING IMAGE UKRZALIZNYTSYA

Імідж транспортної залізничної компанії – це її бажаний образ, що планується і просувається в цільовій аудиторії. У формуванні іміджу важливу роль відіграють у першу чергу якість і надійність пасажирських і вантажних перевезень. Однак сьогодні залізниця усвідомлюється не лише як засіб перевезення, а й об'єкт, що має історичний та естетичний зміст, тісно пов'язаний з історією і культурою країни.

Робота зі створення позитивного іміджу Укрзалізниці повинна бути спрямована на такі цільові групи: працівники залізниць, для яких поважне ставлення до минулого галузі, її історії та

традицій є складником формування корпоративної культури; молодь і діти як об'єкт цілеспрямованої профорієнтаційної політики; інвестори; споживачі транспортних послуг, до яких потенційно належить все населення України.

Вітчизняний і закордонний досвід свідчить, що популяризація історичної спадщини залізниць може здійснюватися за такими напрямками:

- проведення архівно-дослідницької роботи для знаходження нової інформації з історії залізничного транспорту;
- пошук, збереження та відновлення історично цінних зразків техніки, у першу чергу локомотивів і вагонів;

- відвідування виставок натурних зразків техніки;
- організація екскурсій і ретро-поїздок залізницями;
- збереження та реставрація унікальних транспортних споруд і створення залізничних заповідників у музейно-просвітницьких цілях;
- видавнича (публікація найбільш цінних в інформативному відношенні видань з даної тематики) і рекламно-пропагандистська діяльність;

- широке поширення продукції з тематики популяризації історії залізничного транспорту (інформація з історії залізниць, станцій, вокзалів та ін., розміщена у відповідних приміщеннях, пасажирських вагонах тощо), публікація матеріалів у ЗМІ та ресурсах Інтернету;
- створення і демонстрація відеофільмів з даної тематики;
- публічні лекції і конференції з історії залізничного транспорту тощо.

УДК 1(091).(44)

В.М. Петрушов
V.M. Petrushov

МЕТОД ТЕКСТОВОГО АНАЛІЗУ РОЛАНА БАРТА

METHOD OF TEXT ANALYSIS BY ROLAN BART

Ролан Барт (1915-1980 рр.) – французький філософ і літературний критик. У формуванні своєї філософської позиції пройшов два етапи: ранній (структуралістський) і пізній (постструктуралістський). У перший період своєї творчості розробляє основні принципи своєї конотативної семіотики, де звертає увагу на тексти і твори лише з погляду їх структури. Пізніше він відмовляється від структурної моделі мови і звертається до практики тексту, прагне протиставити два предмети аналізу – Твір і Текст, які потребують якісно різних методик дослідження, наслідком чого стає створення нової модернізованої матриці структуралізму – методу текстового аналізу.

Сутність методу текстового аналізу полягає в заміні поняття структура поняттям структурація, тобто у відмові від тлумачення твору як певного цілого, яке характеризується стійкою незмінною структурою, й акцентуванні на рухливості та мінливості тексту як процесу структурації. Текстовий аналіз проводить

рухому змінну впродовж історії структурацію тексту, проникає у смисловий обсяг твору, у процес позначення, дає можливість побачити, як текст вибухає та розсіюється в міжтекстовому просторі. За допомогою текстового аналізу дослідник прагне віднайти лише ті форми та коди, через які відбувається виникнення смислів тексту, тобто простежити шляхи смислоутворення. Коди – це зібрання правил чи обмежень, які забезпечують комунікативне функціонування будь-якої знакової системи. Під кодом розуміються асоціативні поля, надтекстова організація значень, які нав'язують уявлення про певну структуру. Коди – це певні типи вже баченого, вже читаного, вже робленого; код є конкретна форма цього «вже», яке конститує будь-яке письмо. Текст принципово відрізняється від літературного твору, він не є естетичним продуктом, а виражає практику позначення. Позначення – це не структура, а структурація. Наступне важливе поняття – це інтертекст. Будь-який текст є інтертекстом, інші тексти присутні в ньому на різних рівнях у формах, які можна

розпізнати більшою чи меншою мірою: це тексти попередньої культури і тексти існуючої культури. Завдяки поняттю інтертекст у філософському просторі постсучасності утверджується теза про можливість «прочитання» будь-якого

феномену (влада, історія, політика і т. п.). Уся людська реальність взагалі, а культура зокрема, тлумачаться як інтертекст, який у свою чергу не є сталим і незмінним, а створює передтекст будь-якому тексту, можливому в майбутньому.

УДК 37.015.3

З.А. Сивогракова

Z.A. Syvograkova

ОСОБЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ТРЕНІНГУ ЯК ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

PECULARITIES OF SOCIAL-PSYCHOLOGICAL TRENING AS A KIND OF PSYCHO-PEDAGOGICAL TECHNOLOGY

Сучасною наукою і психолого-педагогічною практикою принципи активності, безперервного розвитку, збільшення довільності визнаються необхідною умовою успішності навчально-виховної роботи щодо розвитку особистості. Методи активного й інтерактивного соціально-психологічного навчання є дієвим інструментом практичної реалізації зазначених теоретичних положень.

Окремої уваги заслуговує метод соціально-психологічного тренінгу, у якому можливе поєднання більшості методів активного соціально-психологічного навчання і, за необхідності, елементів різних психотерапевтичних технік, вправ на релаксацію, психогімнастичних вправ тощо. Саме тренінг забезпечує можливість максимального впливу на цілісну зміну психологічних характеристик особистості.

Використовуючи можливості групи, яка виступає реальним світом у мініатюрі, тренінг повністю використовує всі її характеристики, які виступають факторами успішності на шляху психологічної допомоги особистості в її розвитку,

формуванні необхідних щодо професійної компетентності психологічних характеристик і властивостей майбутніх фахівців.

Серед особливостей тренінгу поряд з його сильними сторонами як освітньої технології варто усвідомлювати й певні обмеження. Так, деякі методи і техніки, які часто визначають дієвість тренінгу, потребують особливої організації часових меж занять, додаткового обладнання, спеціальної методичної підготовки та ін., що може ускладнювати їх використання у звичайних для викладання навчальних дисциплін у ВНЗ межах. Такими методами можна вважати метод інтерактивної гри, метод інциденту, метод тренування чутливості, ділові ігри та ін. Методами, які цілком можуть бути використані у звичних умовах організації навчально-виховного процесу у ВНЗ, особливо в курсах гуманітарного змісту, є метод конкретних ситуацій, метод мозкового штурму, метод кооперативного навчання, групових обговорень, керованої дискусії, метод лекції з інтерактивними елементами.

ДУХОВНІ ЦІННОСТІ ЯК ДОМІНАНТА ПЕДАГОГІЧНИХ ЗАВДАНЬ

SPIRITUAL VALUES AS A DOMINANT OF PEDAGOGICAL TECHNOLOGY

Картина сучасного світу змінюється з досі небаченою швидкістю. У межах одного покоління відбуваються глибокі перетворення в економіці і техніці, політичних системах, соціокультурних відносинах. Крім того, для подолання кризових явищ недостатньо лише трансформації соціальних і політичних структур. Необхідні глибокі зміни у свідомості та поведінці сучасної людини, які облагородили б її внутрішній світ. Тому морально-духовне виховання підростаючої особистості на сучасному етапі є пріоритетним завданням усієї освітньої системи. У контексті педагогічних завдань формування і розвитку особистості необхідною є домінанта духовних цінностей. Під духовним вихованням у науковій педагогіці розуміють процес формування ціннісного ставлення до життя, що забезпечує гармонійний розвиток людини. Основою формування національних духовних цінностей сучасної особистості є морально-світоглядні цінності українського етносу. В основу Концепції національного виховання покладено національну ідею, що сприяє національній ідентифікації і розвитку культури української молоді, оволодінню нею цінностями суспільного життя, а також забезпечує формування в молодого покоління національної свідомості та почуття патріотизму. Категорії морального і духовного виховання тісно пов'язані між

собою, адже моральність людини є складовою її духовного зростання. Моральні норми найбільшою мірою визначають внутрішній світ людини, його сутнісні характеристики. Сьогодні можна говорити про те, що упродовж останніх двадцяти років у нашому суспільстві склався новий образ моралі, можливо, саме через свою неузгодженість із моральною практикою. Тепер мораль мислиться і сприймається як докорінна ознака культури, її смислове ядро, спрямовуюча сила. У пошуках універсальї, здатних заповнити простір духовного життя особистості, сучасна українська культура звертається в першу чергу до традиційних цінностей.

Виховання – це процес утворення моральної і духовної основи людської особистості, а освіта – процес розвитку розумових здібностей. Думати, що освіта дає людині й моральний розвиток, немає жодних підстав. Метою освіти має стати розвиток у молоді потреби морального самоудосконалення та культивування духовних цінностей. У контексті розбудови України як демократичної, правової держави актуалізується проблема морального виховання молоді, адже поступальний розвиток суспільства значною мірою залежить від рівня моральності і соціальної зрілості його громадян.

СОЦІАЛЬНИЙ ЧАС ЯК ОСОБЛИВА РЕАЛЬНІСТЬ

SOCIAL TIME AS SPECIAL REALITY

Хоч людина завжди жила в мінливому світі, поняття часу в його теперішньому змісті сформувалось не відразу. Тим більше, не відразу була усвідомлена специфіка протікання часу в системі суспільного буття. Від самого початку становлення цивілізації люди користувались астрономічним часом, який визначається природними процесами, тими ж, наприклад, порами року. Щорічне відродження, оспіване у веснянках, є тому підтвердженням. Час – категорія філософії, що відображає плинність. Визначається вона тривалістю певного матеріального процесу. Так, наприклад, календарний рік – це тривалість обертання Землі навколо Сонця. Доба – тривалість обертання Землі навколо своєї осі і т. п.

З розвитком суспільства прийшло усвідомлення особливого характеру суспільного буття. Уже софісти помітили, що протікання процесів у суспільстві відрізняється від таких у сфері природи. Ними, по суті, проблема буття суспільства була усвідомлена як особлива сфера. Елейці своїми роздумами про відсутність руху поставили питання про час і простір, які ніяк не могли поєднати. А єдність простору і часу якраз і складає сутність руху, як пізніше ця істина була сформульована в німецькій класичній філософії. Як би там не було, але тривалий розвиток людського суспільства привів до

усвідомлення того, що соціальний час, протікання процесів у суспільстві не є рівномірним. За один і той же проміжок часу, який вміщує певний обсяг подій (наприклад, ті ж пори року, яких не може бути ні більше, ні менше за період обертання Землі навколо Сонця), у суспільстві можуть відбутись різні за характером, обсягом і результатами події. Іншими словами, їх може бути більше чи менше як у кількісному, так і в якісному відношенні. Так з'явилась думка про «ущільнення» соціального часу, який характеризується тенденцією до прискорення. А це означає, що за один і той же календарний час у суспільстві відбуваються різні за насиченістю події. Таким чином, природний або астрономічний і суспільний час не збігаються. Даний висновок впливає з визнання того, що час визначається через взаємовідношення реальних процесів, реальних подій. Суспільний час, хоч і обчислюється астрономічно, не є астрономічним, природним часом. Суспільство репрезентує вищий ступінь розвитку універсуму в порівнянні з природою. Воно є особливою, вищою формою руху. Суспільному буттю притаманна темпоральність, яка означає протяжність у часі. У сучасну філософську культуру поняття темпоральності увійшло через екзистенціальну традицію.

УДК 130.121:159.9.019.2

Т.В. Количева.
T.V. Kolycheva

СУЧАСНІТЬ І ГЕШТАЛЬТ

GESTALT AND MODERN TIMES

Поняття «гештальт», як відомо з психології та філософії, означає структуру, форму, конфігурацію. Гештальт-підхід спрямований на підтримку та розвиток будь-якого утворення. Дуже широкої популярності набуває гештальт-психологія і психотерапевтичні прийоми, які виходять з неї. Однак, як вважав Ф. Перлз, «цей метод надто гарний, щоб використовувати його тільки у випадку захворювань і відхилень». Можна сказати, що гештальт-підхід може бути застосованим у будь-якій галузі. С. Гінгер також висловлює думку, що гештальт-терапія адресована будь-якій людині, яка намагається максимально розвинути свій латентний потенціал.

Гештальт являє собою своєрідну філософію, яка впроваджує ідею життя в аутентичному контакті з собою. Гештальт закликає особливим чином поглянути на взаємодію людини та світу – сприйняти себе як неповторну особистість у контакті з багатьма елементами, які мають вплив на власне життя та події. Потрібно побудувати з цієї взаємодії цілісну структуру, яка буде існувати за своїми законами.

Така ідея розповсюджується на всі сфери життя в сучасному світі. По-перше, звісно, це є психотерапія, у якій робиться акцент на підтриманні людиною власної цілісності. Також є така галузь, як соціогештальт – особливий підхід до розвитку соціальних інститутів. Окрім того, ідеї гештальту можуть використовуватись у самопізнанні, що передбачає знаходження змістової єдності та встановлення границь самоідентичності. Дуже цікава галузь, яка використовує гештальт, – це дослідження в програмі штучного інтелекту, за допомогою яких наука намагається відповісти на питання стосовно можливості імітації машиною інтелекту людини та доцільності цього. Важливою в цьому є думка про недостатнє врахування в програмі штучного інтелекту гештальт-феномену свідомості – феномену цілісності.

Можна зробити висновок, що завдяки формулюванню головних закономірностей гештальт-теорії, механізмів дії гештальту, а також, специфіці його застосування відкриваються нові перспективи вивчення участі гештальту в різних сферах життя людини.

УДК 1 (091)

А.І. Кривий
A.I. Kryvyi

ПРОБЛЕМА ВІДЧУЖЕННЯ В ІСТОРІЇ ФІЛОСОФІЇ

PROBLEM OF SEPARATION IN THE HISTORY OF PHILOSOPHY

Проблема відчуження є однією з актуальних філософських проблем. Її формулювання на рівні всезагального, як і введення у науковий обіг самого поняття

„відчуження”, пов’язано з філософськими дослідженнями видатного німецького філософа XIX століття Г. Гегеля. Але змістовно коріння цієї проблеми, як і

багатьох інших, знаходиться у філософії античного періоду. У найбільш чіткій формі в античний період вона проявляється в сократівсько-платонівській концепції всезагального, яка більшою мірою опирається на вчення про єдине і неділиме буття елеатів і вчення про числа піфагорійців.

Серцевиною філософії Платона є вчення про ідеї, які розглядаються як універсальні сутності існуючого, як чисте буття. Ідеї – це загальні поняття, що не лише відчужуються Платоном від предметного світу, а і відриваються від самого людського мислення і перетворюються на самостійний суб'єкт, який починає диктувати свою волю (стає сутністю) предметному світу.

У філософській концепції Аристотеля відчуження постає як протиставлення матерії і форми. Причому остання набуває статусу всезагальності лише в тій мірі, в якій відчужується (очищується) від матеріальності. У соціальному плані таке відчуження призводить до втрати особистістю своїх прав і свобод поза межами громадянства. Основною рисою людини стає її полісність. Традиція

протиставлення матерії і форми (тілесності і духовності) не лише зберігається, а стає домінуючою протягом всього Середньовіччя і лише в пантеїстичній філософії Відродження та Нового часу знаходить деяке компромісне рішення.

У Новий час на передній план виступає соціальний аспект проблеми відчуження. Популярна в цей час концепція соціального договору більшою (Т. Гоббс) чи меншою (Дж. Локк) мірою обґрунтовує відчуження природних прав і свобод людини. У подальшому в німецькій класичній філософії проблема відчуження ставиться в повній формі і розглядається як на рівні одиничного, так і на рівні всезагального (як відчуження одиничних форм буття всезагального).

У марксизмі відчуження розглядається як природне – виділення людини з природи, так і соціальне – відчуження від людини продукту та процесу праці і відчуження від людини її людської сутності та перетворення її на товар.

Така тенденція аналізу цієї проблеми зберігається і в сучасній філософії.

УДК 316.323:141.7

В.М. Овчаренко
V.M. Ovcharenko

ФІЛОСОФСЬКІ ПРОБЛЕМИ ГЛОБАЛІСТИКИ ЯК НОВОЇ НАУКИ

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF NEW SCIENCE GLOBALISTICS

Глобалістика – різнобічне вчення про тенденції й направленості розвитку сучасного світу, яке стосується всіх сфер життя суспільства, усіх сторін розвитку сучасної цивілізації, яка примушує переосмислити зміст взаємовідносин Сходу і Заходу, держав-лідерів і держав третього світу. Незважаючи на різноманіття моделей суспільно-політичного устрою різних країн, їхні культурні традиції й життєвий устрій,

усі вони виявляються включеними сьогодні в процес у стратегічному плані незворотніх перетворень, які чекають негайного свого осмислення. Увесь світ прийшов у рух, народи всіх континентів відчувають на собі вплив нових глобальних цивілізаційних процесів, що відбуваються настільки ж стихійно, наскільки й закономірно. Тому глобалістика представляє проблеми радикальної перебудови світу, різні

погляди й оцінки змін, що відбуваються в ньому. Філософські проблеми глобалістики пов'язані, в першу чергу, зі зміною місця і ролі людини в сучасній державі, а, потім – зі зміною місця самої держави в сучасному світі. Філософія допомагає нам виявити певні закономірності та зрозуміти ту безліч змін, що відбуваються в сучасному світі. Для того щоб зрозуміти ці процеси, недостатньо констатації того, що відбувається, важливо проаналізувати співвідношення між собою синхронічного і діахронічного процесів. Тільки широка історична перспектива і включення досвіду новітньої історії у єдиний історичний процес дають змогу виявити закономірний характер у кристалізації нової моделі світу. Процес глобалізації швидкоплинний і закономірний. Він впливає з цивілізаційної моделі, яка склалася в західних державах, і яка, незважаючи на наявність зворотніх зон розвитку, продовжує утверджувати свою

привабливість, зміцнювати свою перевагу. До зворотніх зон слід віднести деякі закриті і маргінальні державні утворення, поширення міжнародного тероризму, міжнародні антиглобалістські рухи, екологічні та гуманітарні катастрофи.

Виявлення закономірних рис так званої «вестернізації», про яку писав ще в першій половині минулого століття англійський філософ історії Арнольд Джозеф Тойнбі, потрібне як основа розуміння підвалин сучасного процесу модернізації всіх країн світу. Модернізація окремих країн пов'язана з вибудовуванням єдиного економічного простору, розбудовою й розвитком принципів ліберальної демократії з її глобальними наслідками для всієї світової співдружності. Глобалізм означає усунення кордонів, вільне переміщення капіталу, технологій, можливість реалізації творчого потенціалу як суспільства, так і окремої особистості.

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УКРАЇНСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

**ZBIRNIK NAUKOVIH PRAC' UKRAINS'KOI DERZAVNOI
AKADEMI ZALIZNICNOGO TRANSPORTU**

Випуск 136

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 р.)

Статті друкуються мовою оригіналу.

Відповідальний за випуск Янченко Л.В.

Редактори Буранова Н.В., Ібрагімова Н.В.,
Еткало О.О., Решетилова В.В.

КВ № 8617 від 06.04.2004 р. Підписано до друку 12.04.2013 р.
Формат паперу 60x84 1/8. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 25,25. Тираж 105. Замовлення № 200.
Видавець Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.
Виготовлювач ТОВ «Енергозберігаючі технології»
61050, Харків, Харківська набережна, 8.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1360 від 19.05.2003 р.