



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Випуск 177

Харків 2018

УДК 656.2(062)

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

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

З електронною версією збірника можна ознайомитися на сайті:
http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.

Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (Польща).

З реєстрацією збірника можна ознайомитися на сайті
<http://jml2012.indexcopernicus.com>.

Google Scholar профіль: <https://scholar.google.com.ua>

Веб-сторінка збірника: <http://znp.kart.edu.ua>

Реферативна база

"Наукова періодика України": <http://csw.kart.edu.ua>

ISSN (p) 1994-7852

ISSN (online) 2413-3795

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21515 - 11415ПР від 27.07.2015 р. Друкується за рішенням вченої ради університету, протокол № 4 від 24 квітня 2018 р.

Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту включено до списку друкованих (електронних) періодичних видань, що включаються до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ МОН України від 21.12.2015 р. № 1328 (додаток 8)).

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ УКРАЇНСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

**COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS OF THE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY
TRANSPORT**

Випуск 177

«Збірник наукових праць УкрДУЗТ» включено до списку друкованих (електронних) періодичних видань, що включаються до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ МОН України від 21.12.2015 р. № 1328 (додаток 8)).

Статті друкуються в авторській редакції мовою оригіналу.
Всі статті пройшли подвійне сліпе наукове рецензування.

Відповідальний за випуск Ляник Л. В.

Редактори Третякова К. А.

КВ № 21515 - 11415ПР від 27.07.2015 р. Підписано до друку 24.04.2018 р.
Формат паперу А4. Папір писальний.
Умовн.друк. арк. 12,5. Тираж 105. Замовлення № .

Видавець Український державний університет залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха,7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018р.

Редакційна колегія

Головний редактор – Вовк Руслан Володимирович, доктор фізико-математичних наук, професор, УкрДУЗТ

Залізничний транспорт (273)

Пузир В. Г., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Фомін О. В., д.т.н., доцент (ДУІТ, м. Київ)
Путято А. В., д.т.н., доцент (БДУТ, Білорусь)
Горобченко О. М., д.т.н., доцент (ДУІТ, м. Київ)
Дацун Ю. М., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Мартинов І. Е., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Bureika G., dsc, professor (VG TU, Литва)
Михалків С. В., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Ловська А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

Транспортні технології (275)

Панченко С. В., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Бутько Т. В., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Прохорченко А. В., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Шраменко Н. Ю. д.т.н., професор (ХНТУСГ)
Мороз М. М. д.т.н., професор (КНУ, м. Кременчук)
Кириллова О. В., д.т.н., доцент (ОНМУ, м. Одеса)
Бабаєв М. М., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Даренський О. М., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Лаврухін О. В., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Ходаківський О. М., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

Будівництво та цивільна інженерія (192)

Бліхарський З. Я., д.т.н., проф. (НУ Львівська політехніка)
Борзяк О. С., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Ватуля Г. Л., д.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Лобяк О. В., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Орел Є. Ф., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Плугін А. А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Плугін Д. А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Пушкарьова К. К., д.т.н., професор (КНУБА)
Толмачов С. М., д.т.н., професор (ХНАДУ)
Трикоз Л. В., д.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Шабанова Г. М., д.т.н., професор (НТУ ХПІ)
Шмуклер В. С., д.т.н., професор (ХНУМГ)
Fisher Hans-Bertram., dr. ind., professur (Bauhaus-Universität Weimar F.A., Німеччина)
Опанасенко О. В., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

Механічна інженерія (131, 132, 133)

Астанін В. В., д.т.н., професор (НАУ м. Київ)
Воронін С. В., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Геворкян Е. С., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Ковальова І. М., к.т.н., доцент (НАНБ, Білорусь)
Онопрійчук Д. В., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Стефанов В. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Тимофеев С. С., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Тимофеева Л. А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Федориненко Д. Ю., д.т.н., професор (ЧНТУ, м. Чернігів)

Теплоенергетика (144)

Каграманян А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Мороз В. І., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Фалендиш А. П., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)
Грицук І. В., д.т.н., доцент (ХМДА, м. Херсон)
Сотник М. І., д.т.н., доцент (СДУ, м. Суми)
Дешко В. І., д.т.н., професор (НТУ, м. Київ)
Володарець М. В., к.т.н., старш. викл. (УкрДУЗТ)
Бабіченко Ю. А., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)
Pavlenko A., dsc. tech., profesor (KUT, Poland)
Bartoszewicz J., dsc. tech., profesor (PUT, Poland)
Tomaszewski F., phd, profesor (PUT, Poland)

ЗМІСТ

Транспортні технології (275)

<i>Ковальов А. О., Ковальова О. В., Селютін Ю. О., Романенко М. І.</i> Впровадження прискорених поїздів міжобласного сполучення	6
<i>Яцько С. І., Ващенко Я. В., Сидоренко А. М.</i> Модель тягового асинхронного електропривода в режимі електродинамічного гальмування зі скалярним законом керування	12

Будівництво та цивільна інженерія (192)

<i>Галагура Є. І., Ковальов М. О., Кравців Л. Б., Биченок І. В.</i> Верифікація методу розрахунку позacentрово стиснутих колон в порівнянні з будівельними нормами України	22
--	----

Тези доповідей 80-ї міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»

Напрямок «Інформаційно-керуючі системи та технології»	32
Напрямок «Рухомий склад і тяга поїздів»	56
Напрямок «Транспортне будівництво та залізнична колія»	97
Напрямок «Транспортні технології»	114

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (275)

УДК 656.027.3

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИСКОРЕНИХ ПОЇЗДІВ МІЖОБЛАСНОГО СПОЛУЧЕННЯ

Кандидати техн. наук. А. О. Ковальов, О. В. Ковальова, М. О. Ковальов,
магістранти Ю. О. Селютін, М. І. Романенко

ВНЕДРЕНИЕ УСКОРЕННЫХ ПОЕЗДОВ МЕЖОБЛАСТНОГО СООБЩЕНИЯ

Кандидаты техн. наук. А. А. Ковалев, О. В. Ковалева, М. А. Ковалев
магистранты Ю. А. Селютин, М. И. Романенко

THE IMPLEMENTATION OF ACCELERATED TRAINS OF INTERREGION CONNECTION

Phd. tehn. A. Kovalov, O. Kovalova, M. Kovalov, master students Y. Seliutin, M. Romanenko

Запропоновано підходи до скорочення часу перебування пасажирів у дорозі при перевезеннях у міжобласному сполученні. Виявлено і проаналізовано причини, що обмежують швидкість руху на залізничній ділянці. Запропоновано математичну модель призначення схеми зупинок прискорених поїздів міжобласного сполучення, що складається з економії в експлуатаційних витратах, економії у витратах пасажирів, які знаходяться в поїзді в результаті скасування зупинки, і витрат, обумовлених додатковим часом очікування пасажирів зупинного пункту, що скасований, пізнішого поїзда.

Ключові слова: прискорений поїзд, пасажирські перевезення, зупинний пункт, схема зупинок, економія витрат.

Предложены подходы к сокращению времени пребывания пассажиров в пути при перевозках в межобластном сообщении. Выявлены и проанализированы причины, ограничивающие скорость движения на железнодорожном участке. Предложена математическая модель назначения схемы остановок ускоренных поездов межобластного сообщения, состоящая из экономии в эксплуатационных расходах, экономии в расходах пассажиров, находящихся в поезде в результате отмены остановки, и расходов, обусловленных дополнительным временем ожидания пассажирами остановочного пункта, который отменен, более позднего поезда.

Ключевые слова: ускоренный поезд, пассажирские перевозки, остановочный пункт, схема остановок, экономия затрат.

One of the main directions of improving the efficiency of passenger transportation is the introduction of a system of accelerated trains of inter-regional traffic, subject to the abolition of stops at separate points, which give a slight accumulation of passenger traffic. The paper proposes approaches to reducing the time spent by passengers on the road when traveling in interregional traffic. Reducing the passage time of a passenger train can be provided in two ways: as a result of organizational and technical measures, such as the temporary cancellation of stops at separate

points, which give a slight accumulation of passenger traffic and as a result of modernization of permanent devices, which, if necessary, includes and rebuild.

The reasons limiting the speed of movement at the railway station are revealed and analyzed. As a result of the cancellation of stops at separate points, the operating costs associated with the additional mechanical work of rolling stock in the process of acceleration, deceleration and parking will be reduced; expenses connected with delay of passengers on the way in the train; but on the other hand, the costs of additional waiting and passage of passengers residing at the stopping point will be increased.

To solve the problem, a mathematical model for the scheme of stopping of accelerated trains of interregional communication was developed. To solve, that is, to identify possible stops in a small number of permissible solutions, it is possible to use a method of perforation with a constraint that provides a rigorous approach. The application of this method is based on the following: the criterion, in which the overall effect is taken, weakens the property of addiction, as well as a relatively small number of possible solutions (given the fact that a certain number of stops persists, as well as the fact that achieving a given time reduction the course of canceling one stop is not provided, and at least four or five, the number of possible solutions is further reduced).

Stopping points at which stops are canceled are selected based on the maximum effect due to cancellation of the stop, as well as the possibility of modernization of permanent stopping devices.

Key words: accelerated train, passenger transport, stopping point, stop scheme, cost savings.

Вступ. Одним із основних напрямків підвищення ефективності пасажирських перевезень є впровадження системи прискорених поїздів міжобласного сполучення за умови скасування зупинок на роздільних пунктах, що дають незначне накопичення пасажиропотоку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пасажирські перевезення залізничним транспортом по швидкісних і високошвидкісних магістралях створюють досить значну конкуренцію іншим видам транспорту (автомобільному та авіаційному), особливо на середніх відстанях [1, 2]. Розвиток в Україні швидкісних пасажирських перевезень дозволить значно підвищити значення залізниць у транспортній системі та отримати перевізником значний прибуток.

Дослідження розвитку швидкісних і високошвидкісних магістралей Китаю та Європи [3] свідчить про зростання економічного потенціалу держави, отже такі підходи можуть бути використані і в Україні, особливо в період реформування транспортної галузі.

Результати досліджень, наведені в роботі [4], вказують на можливість у

кожному конкретному випадку здійснення реконструкції лінії для введення швидкісного пасажирського руху встановити критичний пасажиропотік або кількість швидкісних поїздів, при якому забезпечується ефективне використання капітальних вкладень. Але при впровадженні швидкісного руху треба враховувати і додаткові фактори, що впливають на ефективність пропозицій.

Визначення мети та завдання дослідження. Основна мета дослідження – скорочення часу перебування пасажирів у дорозі при організації міжобласного сполучення. Основними завданнями дослідження є визначення основних вихідних даних, проведення аналізу обмежень швидкості на залізничному полігоні, розроблення математичної моделі призначення схеми зупинок прискорених поїздів міжобласного сполучення.

Основна частина дослідження. Скорочення часу ходу пасажирського поїзда може бути забезпечено двома способами:

- у результаті організаційно-технічних заходів, таких як тимчасове скасування

зупинок на роздільних пунктах, що дають незначне накопичення пасажиропотоку;

- модернізації постійних пристроїв, яка в разі необхідності включає і реконструкцію.

Перший етап включає в себе формування вихідної інформації, яка полягає в необхідності виявлення і аналізу причин, що обмежують швидкість, а також наявності існуючих зупинок і часу, що витрачається на ці зупинки. Аналіз охоплює обмеження швидкості, залежні від стану постійних пристроїв, скорочення часу ходу в результаті зняття цих обмежень, економію в часі ходу при скасуванні зупинок.

Одночасно з виявленням причин, які обмежують швидкість, визначаються і можливі заходи щодо їх ліквідації, а також капіталовкладення, необхідні для реалізації заходів [4].

Вихідні дані для вибору раціональної схеми зупинок на умовних роздільних пунктах включають у себе:

- кількість існуючих зупинок;
- кількість пасажирів на станціях відправлення;
- кількість пасажирів на проміжних роздільних пунктах;
- час, необхідний на розгін, уповільнення і стоянку поїздів на кожному зупинному пункті.

Вихідні дані для конкретного полігону можливо отримати за допомогою методів математичної статистики та реальних умов роботи полігону.

Другий етап включає в себе проведення розрахунків з метою визначення існуючого часу ходу, а також максимально можливого скорочення часу ходу при знятті всіх обмежень швидкості.

Можливість введення прискорених поїздів міжобласного сполучення ґрунтується на аналізі технічних характеристик і причин, що обмежують швидкість.

На рисунку представлені фактори, що обмежують швидкості руху.

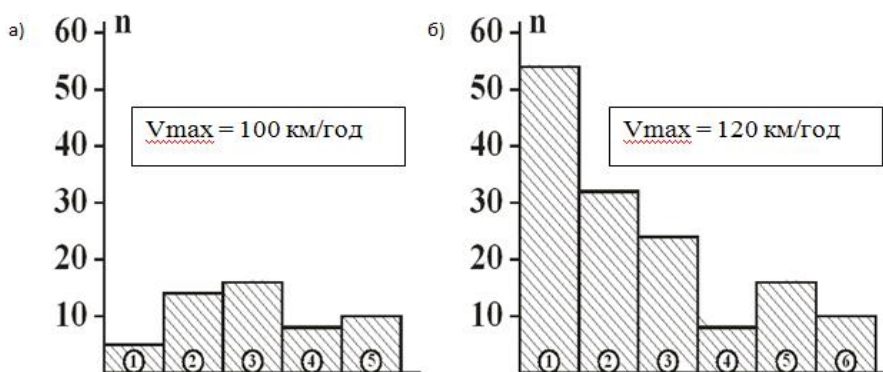


Рис. Фактори, що обмежують швидкості руху:
а – при швидкості 100 км/год; б – при швидкості 120 км/год

Аналіз обмежень швидкості на умовному полігоні П – Д показав, що при рівні $V_{max} = 100$ км/год найбільш поширеними є обмеження швидкості по станціях, де марка стрілочного переводу не відповідає цьому рівню швидкості і при розташуванні стрілочного переводу в кривій, а також обмеження, пов'язані з недостатнім підвищенням зовнішньої рейки

в кривих і недостатнім радіусом кривих. При збільшенні швидкості до 120 км/год значно зростає кількість обмежень швидкості через недостатню величину підвищення зовнішньої рейки в кривих на перегонах і невідповідність марки стрілочного переводу рівню максимальної швидкості на станціях.

Відповідно до теоретичних положень скорочення часу ходу досягається за рахунок комплексу взаємопов'язаних заходів щодо формування оптимальної схеми зупинок і вдосконалення параметрів постійних пристроїв.

На напрямках міжобласного значення, що мають невелику протяжність і, як правило, велику кількість зупинок, скорочення часу ходу, що досягається за рахунок вдосконалення параметрів постійних пристроїв, не може забезпечити заданий рівень, оскільки довжина цих напрямків, як зазначено вище, невелика, а отже, і кількість обмежень швидкості, при знятті яких скорочується час перебування пасажирів в дорозі, може виявитися теж невеликим і не дасть необхідного ефекту в економії часу.

Умовні позначення до рисунку: 1 – недостатнє підвищення зовнішньої рейки; 2 – недостатній радіус кривої; 3 – стрілочні переводи; 4 – штучні споруди; 5 – пасажирські платформи; 6 – земляне полотно.

Тому створення умов, що необхідні для введення прискорених поїздів міжобласного сполучення і полягають у забезпеченні мінімального часу перебування пасажирів в дорозі, повинно здійснюватися комплексно за рахунок організаційно-технічних заходів і вдосконалення параметрів постійних пристроїв.

При досягненні економії в часі за рахунок організаційно-технічних заходів шляхом тимчасової відміни зупинок на деяких роздільних пунктах, пасажирів, які проживають там, будуть відчувати певні соціальні незручності, що при призначенні схеми зупинок необхідно по можливості звести до мінімуму.

З урахуванням вищевикладеного поставлене завдання можна сформулювати так: призначити таку схему зупинок, яка при максимальній їх кількості забезпечила б рівень середньої швидкості, при якому досягається необхідне скорочення часу ходу в даному напрямку.

У результаті скасування зупинок на роздільних пунктах скоротяться експлуатаційні витрати, пов'язані з додатковою механічною роботою рухомого складу в процесі розгону, уповільнення і стоянки; витрати, пов'язані з затримкою пасажирів в дорозі, що знаходяться в поїзді, але, з іншого боку, збільшаться витрати, зумовлені додатковим часом очікування і проїзду пасажирів, які проживають на зупинному пункті, що скасовується.

Математична модель призначення схеми зупинок прискорених поїздів міжобласного сполучення складається з окремих елементів, що визначають перераховані вище фактори і характеризують процес у цілому:

1) економія в експлуатаційних витратах ΔC_{ocm} , яка обумовлена економією в енергетичних витратах, пов'язаних з додатковою механічною роботою, що витрачається в процесі розгону, уповільнення і стоянки поїзда, млн грн:

$$\Delta C_{ocm} = \sum_{i=1}^p M_i, \quad (1)$$

де P – кількість зупинок на проміжних роздільних пунктах, що відміняються;

M_i – економія в експлуатаційних витратах, яка обумовлена економією в енергетичних витратах, пов'язаних з механічною роботою рухомого складу в результаті скасування зупинки на i -му роздільному пункті, млн грн;

2) економія у витратах пасажирів ΔZ_{nac} , які знаходяться в поїзді, у результаті скасування зупинки на i -му роздільному пункті, млн грн:

$$\Delta Z_{nac} = \frac{a_{nz}}{60} \sum_{i=1}^p (n_0 + \sum_{i=1}^{m-p} n_i) \Delta t_{i(ocm)}, \quad (2)$$

де m – кількість всіх існуючих зупинок на цьому напрямку;

a_{nz} – вартість пасажиро-години, млн грн/пас.год;

n_0 – кількість пасажирів, які сіли в поїзд на станції відправлення, пас;

n_i – кількість пасажирів, які сіли в поїзд на i -му роздільному пункті, де зупинка поїзда збережена, пас;

$\Delta t_{i(ocm)}$ – економія в часі в результаті скасування зупинки на i -му роздільному пункті, хв;

3) витрати $\Delta \Pi_{nac}$, обумовлені додатковим часом очікування пасажирів зупинного пункту, що скасований, пізнішого поїзда і додатковим часом перебування їх на шляху прямування за рахунок різниці в швидкостях руху

прискореного міжобласного і звичайного пасажирського поїзда, млн грн:

$$\Delta \Pi_{nac} = \frac{a_{nz}}{60} \sum_{i=1}^p n_i (\tau_i + \Delta t_{cl(i)}), \quad (3)$$

де τ_i – додатковий час очікування пасажирів i -го роздільного пункту пізнішого поїзда у зв'язку зі скасуванням зупинки, хв;

$\Delta t_{cl(i)}$ – додатковий час перебування на шляху прямування пасажирів зупинного пункту, що відміняється, хв.

Відповідно до вищевикладеного математичну модель вибору схеми зупинок можна подати в такому вигляді:

$$\sum_{i=1}^p A_i = \Delta C_{(ocm)} + \Delta Z_{(nac)} - \Delta \Pi_{(nac)} \rightarrow \max \quad (4)$$

за умови

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^p \Delta t_{i(ocm)} \geq \Delta t_{z(ocm)} \\ n_0 > 0 \\ n_i > 0 \end{cases}, \quad (5)$$

де ΣA_i – сумарний ефект, отриманий у результаті скасування деяких зупинок, млн грн;

$\Delta t_{z(ocm)}$ – необхідне скорочення часу ходу за рахунок скасування зупинок, хв.

Метою поставленого завдання є досягнення максимального сумарного ефекту ΣA_i при забезпеченні необхідного скорочення часу ходу за рахунок скасування зупинок $\Delta t_{z(ocm)}$.

Для вирішення проблеми, тобто виявлення можливих схем зупинок при невеликій кількості допустимих рішень, можна використовувати метод перебору з обмеженням, що забезпечує строгий підхід. Застосування цього методу ґрунтується на такому:

- у критерії, у якості якого прийнято сумарний ефект ΣA_i , ослаблено властивість адитивності;

- порівняно невелика кількість можливих рішень (з огляду на ту обставину, що певна кількість зупинок зберігається, а також те, що досягнення заданого скорочення часу ходу скасуванням однієї зупинки не забезпечується, мінімум – чотирма чи п'ятьма, кількістю можливих рішень додатково скорочується).

Зупинні пункти, на яких відміняються зупинки, обираються виходячи з максимального ефекту за рахунок відміни на ньому зупинки, а також з можливості модернізації постійних пристроїв зупинного пункту.

Висновок. У роботі визначено основні вихідні дані для розроблення математичної моделі прискорення руху поїздів, проаналізовано обмеження швидкості на залізничному полігоні при різних швидкостях руху, запропоновано математичну модель призначення схеми зупинок прискорених поїздів міжобласного сполучення, яка дозволить скоротити час перебування пасажирів у дорозі.

Список використаних джерел

1. Wan, Y. Airlines' reaction to high-speed rail entries: Empirical study of the Northeast Asian market [Text] / Y. Wan, H. Hun-KooH, Y. Yoshida, A. Zhang // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2016. – Vol. 94. – P. 532-557.
2. Wang, L. A two-layer optimization model for high-speed railway line planning [Text]/ Li Wang, Li-min Jia, Yong Qin, Jie Xu, Wen-ting Mo// Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering). – 2011. – Vol. 12. – Is. 12. – P. 902-912.
3. Cheng, Y. High-speed rail networks, economic integration and regional specialization in China and Europe [Text] / Yuk-shing Cheng, Becky P.Y. Loo, Roger Vickerman // Travel Behaviour and Society. – January 2015. – Vol. 2. – Issue 1. – P. 1-14.
4. Ковальов, А. О. Визначення раціонального числа швидкісних пасажирських поїздів на залізничній лінії [Текст] / А. О. Ковальов, О. В. Гуляєв // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – Вип 173. – С. 75-80.

Ковальов Антон Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (096)410-67-26.
E-mail: kovalovanton1979@gmail.com.

Ковальова Оксана Володимирівна, канд. техн. наук, старший викладач кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (067)252-31-85.
E-mail: okamadovijajes@gmail.com.

Ковальов Максим Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)633-50-81.
E-mail: maks_kov@ukr.net.

Селютін Юрій Олександрович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV). Тел.: (050)643-53-91.
E-mail: Yurii1goga@gmail.com.

Романенко Максим Ігорович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV). Тел.: (095)510-84-88.
E-mail: kingofstreets@ukr.net.

Ковалев Антон Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління грузовою і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (096)410-67-26.
E-mail: kovalovanton1979@gmail.com.

Ковалева Оксана Володимирівна, канд. техн. наук, старший викладач кафедри управління грузовою і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (067)252-31-85. E-mail: okamadovijajes@gmail.com.

Ковалев Максим Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)633-50-81.
E-mail: maks_kov@ukr.net.

Селютін Юрій Олександрович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV). Тел.: (050)643-53-91.
E-mail: Yurii1goga@gmail.com.

Романенко Максим Ігорович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV). Тел.: (095)510-84-88.
E-mail: kingofstreets@ukr.net.

Kovalov Anton, Ph. D., associate Professor of the office of freight and commercial work of the Ukrainian state University of railway transport. Tel.: (096)410-67-26. E-mail: kovalovanton1979@gmail.com.

Kovalova Oksana, Ph. D., Senior Lecturer of the office of freight and commercial work of the Ukrainian state University of railway transport. Tel.: (067)252-31-85. E-mail: okamadovijajes@gmail.com.

Kovalov Maksym, Ph. D., associate Professor of the office of structural mechanics and hydraulics of the Ukrainian state University of railway transport. Tel.: (050)633-50-81. E-mail: maks_kov@ukr.net.

Seliutin Yurii, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV). Tel.: (050)643-53-91. E-mail: Yurii1goga@gmail.com.

Romanenko Maxim, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV). Tel.: (095)510-84-88. E-mail: kingofstreets@ukr.net.

Статтю прийнято 20.04.2018 р.

УДК 629.4-592

МОДЕЛЬ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА В РЕЖИМІ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ЗІ СКАЛЯРНИМ ЗАКОНОМ КЕРУВАННЯ

Кандидати техн. наук С. І. Яцько, Я. В. Ващенко, асп. А. М. Сидоренко

МОДЕЛЬ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ СО СКАЛЯРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Кандидаты техн. наук С. И. Яцко, Я. В. Ващенко, асп. А. Н. Сидоренко

MODEL OF THE TRACTION ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE IN THE MODE ELECTRODYNAMIC BRAKING WITH A SCALAR CONTROL SYSTEM

PhD in technical science С. I. Yatsko, Y. V. Vaschenko,
postgraduate student А. М. Sydorenko

Дана стаття присвячена проблемі роботи тягового асинхронного електропривода (ТАЕП) у штатних та аномальних умовах у режимі електродинамічного гальмування. Запропонована імітаційна модель дозволяє проводити дослідження динамічних процесів, які виникають у тяговому асинхронному електроприводі при русі на ділянках з різним коефіцієнтом зчеплення колісних пар з рейкою з урахуванням основного та додаткового опорів руху.

Ключові слова: асинхронний двигун, гальмування, математична модель, електропривод.

Данная статья посвящена проблеме работы тягового асинхронного электропривода в штатных и аномальных условиях в режиме электродинамического торможения. Предложенная имитационная модель позволяет проводить исследования динамических процессов, возникающих в тяговом асинхронном электроприводе при движении на участках с разным коэффициентом сцепления колесных пар с рельсом, а также с учетом основного и дополнительного сопротивлений движения.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, торможение, математическая модель, электропривод.

This article is devoted to the problem of traction asynchronous electric drive operation in normal and abnormal conditions in the mode of electrodynamic braking. The proposed simulation model allows us to study the dynamical processes that arise in a traction asynchronous electric drive while driving on sections with different coupling coefficient of wheel pairs with a rail. The simulation model is rather versatile, which allows us to analyze in detail the electromagnetic and electromechanical processes occurring in a frequency controlled driven asynchronous electric drive taking into account changing conditions of rolling stock operation in electrodynamic braking, to evaluate the energy and operational parameters, to investigate the influence of parameters of the frequency converter, traction engine, parameters links of direct current to the nature of the transition processes, using modern methods of mathematics some simulation. As an example, the

results of the simulation of a traction asynchronous electric motor with a scalar control law in the mode of electrodynamic braking with stabilization of the voltage in the DC link and the control of the braking effort, depending on the coupling coefficient of the wheel coupling with the rail, are given. The proposed system of protection against excessive slipping and skid wheel pairs can prevent the occurrence of abnormal operating mode of the traction asynchronous electric drive in the mode of traction and electrodynamic braking with a sharp change in the coupling coefficient of the wheel coupling with a rail, to identify the restoration of a satisfactory coupling coefficient and to analyze the need for adjusting the traction and braking torque of the traction asynchronous electric motor depending on the condition of the surface of the rails.

Key words: asynchronous motor, braking, mathematical model, electric drive.

Вступ. Останнє десятиріччя характеризується світовою тенденцією розширення сфери застосування регульованого електропривода змінного струму. Це обумовлено в основному двома обставинами: по-перше, наявністю технічних розробок у сфері регульованого електропривода змінного струму; по-друге, необхідністю впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій [1]. Однак, як показує досвід застосування таких систем на залізничному транспорті в нашій країні і за кордоном і велика кількість публікацій з даної проблематики, багато наукових і практичних проблем ще не вирішено. Це стосується і дослідження різних режимів роботи ТАЕП, у тому числі режиму електричного гальмування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження у сфері тягового асинхронного електропривода ведеться багатьма науковцями, до яких належать А. М. Муха [2], А. Б. Воронко [3] та багато інших. Значний внесок у сфері частотно керованого асинхронного електропривода з урахуванням режиму електродинамічного гальмування зробили З. М. Воронова, розглянувши питання розроблення асинхронних двигунів з урахуванням перехідних процесів при електродинамічному гальмуванні [4], В. С. Копирін, провівши досить глибоке дослідження гальмівних режимів системи перетворювач частоти - двигун [5], а також А. О. Ткачук, дослідивши перехідні процеси електродинамічного гальмування асинхронного двигуна

при живленні від перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією [6].

Провідні фірми, такі як Siemens, General Electric, продовжують роботи з дослідження відомих і нових систем управління, при цьому обмежуючи доступ до алгоритмів роботи. Тому розвиток власної наукової бази проектування надійного та конкурентного тягового рухомого складу потребує проведення широкого спектра досліджень, у тому числі шляхом імітаційного моделювання.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою роботи є дослідження режимів роботи ТАЕП зі скалярним законом керування при електродинамічному гальмуванні в штатних та аномальних умовах шляхом створення імітаційної моделі та моделювання руху поїзда з частотно керованим тяговим асинхронним електроприводом на ділянках з різним потенціальним значенням коефіцієнта зчеплення колісних пар з рейкою. Для досягнення визначеної мети вирішувалися такі завдання:

- встановлення особливостей роботи ТАЕП зі скалярним законом керування при електродинамічному гальмуванні;
- розроблення математичної моделі ТАЕП з урахуванням роботи рухомого складу на ділянках з різним коефіцієнтом зчеплення колісних пар з рейкою;
- проведення імітаційного моделювання математичної моделі ТАЕП з урахуванням роботи рухомого складу на ділянках з різним коефіцієнтом зчеплення колісних пар з рейкою.

Основна частина дослідження. Як правило, сучасний тяговий асинхронний електропривод є електромеханічним комплексом, що включає в себе в якості основних елементів, крім тягових асинхронних двигунів, інвертора, ланки постій-

ного струму та гальмівного модуля, датчики швидкості, датчики струму та напруг, систему керування, драйвери керування силовими напівпровідниковими ключами (рис. 1), а також механізм, що передає і перетворює крутний момент двигуна.

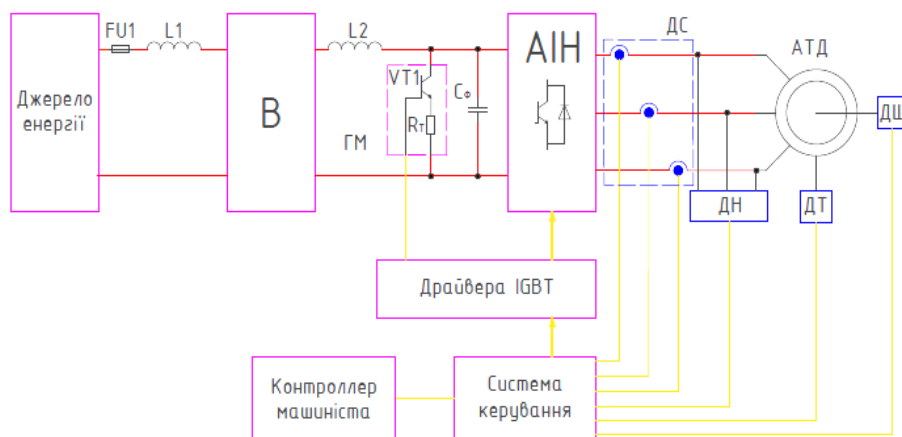


Рис. 1. Структурна схема сучасного тягового асинхронного електропривода:

FU1 – захисне обладнання; L1 – вхідний (мережевий) реактор; B – вхідний випрямляч; L2 – дросель постійного струму; ГМ – гальмівний модуль; C_{ϕ} – конденсатор фільтра ланки постійного струму; АІН – трифазний мостовий інвертор напруги; АТД – асинхронний тяговий двигун; ДС – датчики фазних струмів; ДН – датчики лінійних напруг двигуна; ДШ – цифровий датчик швидкості; ДТ – датчик температури тягового асинхронного двигуна

Електродинамічне гальмування є різновидом електричного гальмування, при якому гальмівний ефект створюється за рахунок перетворення накопиченої кінетичної енергії рухомого складу в електричну завдяки електромеханічному перетворювачу, що працює в генераторному режимі. У загальному випадку даний тип гальмування супроводжується генерацією енергії, що призводить до зростання напруги в ланці постійного струму у зв'язку з односторонньою провідністю нереверсивного випрямляча B. Для підтримання необхідного рівня напруги в ланці постійного струму використовують так званий гальмівний модуль ГМ, що по суті є гальмівним резистором у поєднанні з напівпровідниковим керованим ключем, ввімкнених послідовно, для розсіювання енергії гальмування. При цьому електрична енергія витрачається на покриття втрат в АТД, в

елементах АІН та гальмівному резисторі R_r . Отже, у режимі електродинамічного гальмування АТД працює в генераторному режимі з самозбудженням через АІН.

Основну роль у реалізації електродинамічного гальмування відіграє АІН. Він виконує дві функції: задає частоту обертання електромагнітного поля статора АТД, що дозволяє забезпечувати необхідне проковзування, і забезпечує обмін необхідною реактивною енергією між фазами двигуна. Для нормальної роботи ТАЕП на вході АІН використовується конденсатор великої ємності C_{ϕ} , який створює коло для протікання реактивного струму АТД, що дозволяє забезпечувати необхідне проковзування, і забезпечує обмін необхідною реактивною енергією між фазами двигуна. Для нормальної роботи ТАЕП на вході АІН використовується конденсатор великої ємності C_{ϕ} , який створює коло для протікання реактивного струму АТД. На C_{ϕ} виникають пульсації напруги, але вони дуже малі і складають частки або одиниці відсотків. Це дозволяє при аналізі і розрахунку встановленого режиму електродинамічного гальмування не враховувати

ємність C_ϕ , а лише взяти до уваги, що є ніби джерело реактивного струму, яке забезпечує в будь-якому режимі роботи реактивну складову струму статора АТД [5].

Фізична картина перехідних процесів в АТД дещо відрізняється від встановленого режиму. Енергія, накопичена в масах привода, електромагнітному полі АТД і конденсаторі C_ϕ , розсіюється в тих же елементах, що і у встановленому режимі електродинамічного гальмування. Однією з відмінних рис перехідного процесу є активна роль при гальмуванні конденсатора фільтра в ланці постійного струму C_ϕ . Його ємність багато в чому визначає вид перехідного процесу. На характер протікання перехідного процесу електродинамічного гальмування АТД впливають також опір гальмівного резистора R_r ; темп зниження частоти на виході АІН, який у більшості випадків визначає тривалість гальмування, момент інерції привода; момент опору руху і параметри АД [5].

При здійсненні математичного моделювання ТАЕП прийнято загальноприйняті (класичні) допущення в моделюванні. У трифазному короткозамкненому асинхронному двигуні статорні та роторні обмотки всіх трьох фаз симетричні та однакові; повітряний проміжок між статором і ротором залишається незмінним при роботі двигуна (відсутність ексцентриситету і дисбалансу); не враховується неоднорідність магнітного кола двигуна (синусоїдальний розподіл вздовж повітряного проміжку); активні

опори та індуктивності схеми заміщення асинхронного двигуна в процесі роботи залишаються незмінними; трифазна система симетрична (відсутній нульовий струм); характеристика намагнічування машини лінійна; не враховуються втрати на вихрові струми та гістерезис у сталі асинхронного двигуна [7]. При моделюванні статичних перетворювачів їх подають у вигляді комутаційних функцій [8], логічної моделі [9] або з застосуванням уточнених моделей, відповідних типу транзистора (діода) [10]. Основним є питання про спосіб моделювання напівпровідникових вентилів: ідеалізованими (спрощене моделювання ідеальними ключами) або деталізованими напівпровідниковими пристроями, що в останньому випадку може призводити до ускладнення моделі. При моделюванні вхідного випрямляча, гальмівного модуля, АІН прийнято таку систему допущень: напівпровідникові пристрої приймаються безінерційними, тобто процеси їх комутації (переходу з закритого стану у відкритий і навпаки) не враховуються; часовими затримками перемикачів можна нехтувати (перемикач напівпровідникових пристроїв проходить миттєво); транзисторні ключі управляються імпульсними впливами одиначної амплітуди ($g=1$); ключі IGBT мають малий опір у відкритому стані ($R_\phi=10^{-2}$ Ом) і великий опір у закритому стані ($R_\phi=10^6$ Ом) [10].

Узагальнена система рівнянь для математичного опису асинхронного двигуна має вигляд

$$\begin{cases} \bar{U}_s = R_s \bar{i}_s + \frac{d\bar{\psi}_s}{dt} + j\omega_k \bar{\psi}_s \\ \bar{U}_r = R_r \bar{i}_r + \frac{d\bar{\psi}_r}{dt} + j(\omega_k - \omega) \bar{\psi}_r \\ \bar{\psi}_s = L_s \bar{i}_s + L_m \bar{i}_r \\ \bar{\psi}_r = L_m \bar{i}_s + L_r \bar{i}_r \\ M_\delta = \frac{3}{2} p_{II} \frac{L_m}{L_r} \cdot \text{Mod}(\bar{i}_s \times \bar{\psi}_r) \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{(M_\delta - M_c)}{J} \end{cases} \quad (1)$$

де \vec{U}_s – вектор напруги статора;
 R_s – активний опір статора;
 \vec{i}_s – вектор струму статора;
 $\vec{\psi}_s$ – вектор потокозчеплення статора;
 ω_k – швидкість обертання поля;
 R_r – активний опір ротора;
 \vec{i}_r – вектор струму ротора;
 $\vec{\psi}_r$ – вектор потокозчеплення ротора;
 ω – швидкість обертання ротора;
 L_s – індуктивність статора;
 L_m – індуктивність намагнічування;
 L_r – індуктивність ротора;
 M_δ – електромагнітний момент двигуна;
 p_Π – кількість пар полюсів;
 M_c – момент опору руху;
 J – момент інерції двигуна.

Процеси, що відбуваються в ланці постійного струму при електродинамічному гальмуванні, описуються такою системою рівнянь [5]:

$$\begin{cases} i_{C_\phi} = C_\phi \cdot \frac{du_{dc}}{dt} \\ i_T = g_T \cdot u_{dc} \\ i_{C_\phi} + i_T + i_{dc} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

де i_{C_ϕ} – струм конденсатора фільтра C_ϕ ;
 C_ϕ – конденсатор фільтра ланки постійного струму;
 u_{dc} – напруга ланки постійного струму;
 i_T – струм гальмівного модуля;
 g_T – провідність силового резистора гальмівного модуля;
 i_{dc} – вхідний струм АІН.

Дану систему рівнянь можна привести до одного диференціального рівняння

$$\frac{C_\phi}{g_T} \cdot \frac{du_{dc}}{dt} + u_{dc} = -\frac{1}{g_T} \cdot i_{dc}. \quad (3)$$

Для визначення гальмівного зусилля ТАЕП, що реалізується, передбачена модель зчеплення колісних пар з рейкою.

Поточне значення коефіцієнта зчеплення визначається як [11, 12]

$$\psi_i = R_i \cdot \psi_{0i} \cdot \psi_{\delta i}, \quad (4)$$

де R_i – коефіцієнт, який враховує зміну умов зчеплення i -ї колісної пари ($0 < R_i \leq 1$);

ψ_{0i} – потенціальне значення коефіцієнта зчеплення i -ї колісної пари;

$\psi_{\delta i}$ – значення коефіцієнта зчеплення в часткових одиницях i -ї колісної пари, визначеного за універсальною характеристикою зчеплення $\psi_\delta = \psi/\psi_0 = f(u/v)$, де $u_i = v_i - v$ – величина проковзування i -ї колісної пари; v – швидкість руху.

Щодо величини проковзування i -ї колісної пари відносно рейки, то вона визначається шляхом розв'язування диференціального рівняння

$$\frac{dv_i}{dt} = \frac{(F_i - P_i \cdot \psi_i)}{J_i}, \quad (5)$$

де F_i – тягове (гальмівне B_i) зусилля на ободі колісної пари, створюване тяговим електричним двигуном;

P_i – вага локомотива, що припадає на i -ту колісну пару;

ψ_i – реалізований коефіцієнт зчеплення;

J_i – момент інерції, приведений до осі i -ї колісної пари;

v_i – дотична (лінійна) швидкість i -ї колісної пари;
 i – номер колісної пари.
 У свою чергу швидкість руху рухомого складу визначається як

$$\frac{dv}{dt} = \frac{(\sum P_i \cdot \psi_i + \sum W)}{(1 + \gamma) \cdot \sum M}, \quad (6)$$

де v – швидкість руху;

$\sum P_i \cdot \psi_i$ – сумарне тягове (гальмівне) зусилля, що реалізується;
 $\sum W$ – сумарний опір руху поїзда;
 $\sum M$ – сумарна маса поїзда.
 $(1 + \gamma)$ – коефіцієнт інерції обертових мас.

На рис. 2 наведена структурна схема скалярної системи керування, що дозволяє формувати необхідне співвідношення між f і U .

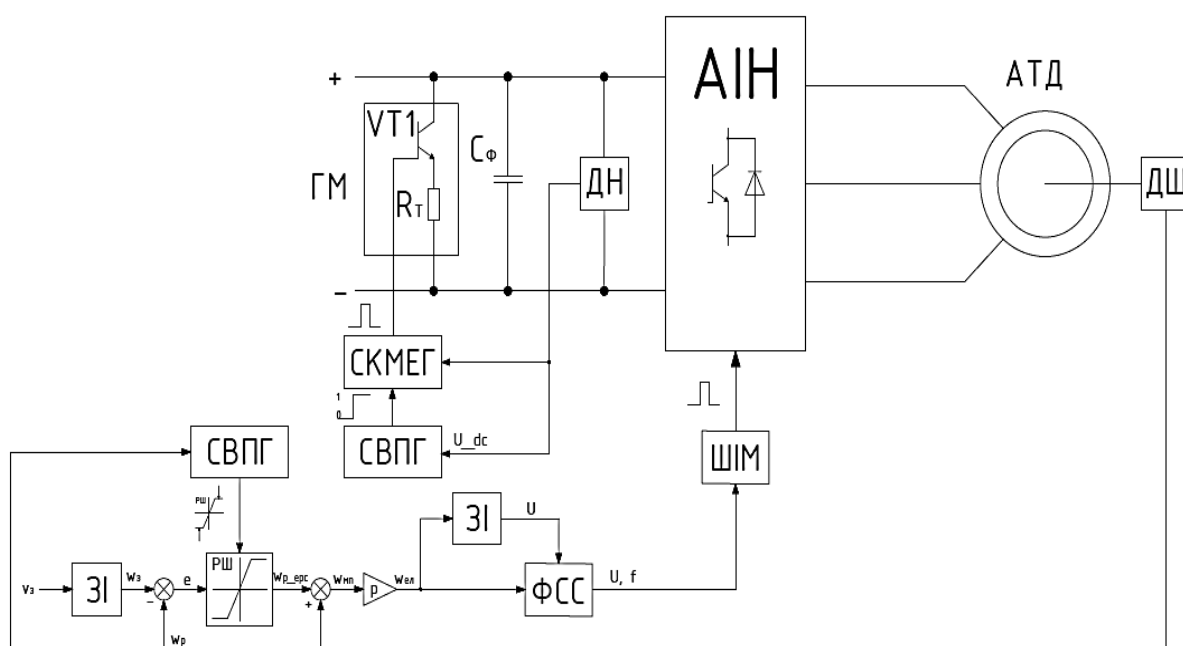


Рис. 2. Структурна схема скалярної системи керування тягового асинхронного електропривода:

ЗІ – задавач інтенсивності; РШ – регулятор швидкості; СЗНП – система захисту від надлишкового проковзування та юза колісних пар; СВПГ – система з визначення переходу в режим електродинамічного гальмування; СКМЕГ – система керування модулем електродинамічного гальмування; ФП – функціональний перетворювач; ФСС – формувач синусоїдальних сигналів; ШІМ – модуль формування сигналів керування АІН

Формування частоти напруги статора f здійснюється шляхом сумування частоти обертання ротора і частоти роторної ЕРС з урахуванням кількості пар полюсів двигуна. Формування величини роторної ЕРС здійснюється регулятором швидкості

(РШ), вхідним сигналом якого є різниця між швидкістю задавання руху на виході задавача інтенсивності (ЗІ) і дійсною швидкістю руху рухомого складу w_p . Регулятор швидкості являє собою

пропорційно-інтегральний регулятор з обмеженням сигналу керування. Коефіцієнти пропорційної і інтегральної частини $K_{II} = 15$, $K_I = 0,02$. Обмеження сигналу в режимі тяги відбувається на рівні 1,6 рад/с, а в режимі гальмування – 1,2 рад/с, що необхідно для запобігання перевищенню величини струму статора при великих змінах сигналу задавання швидкості та підтримання проковзування двигуна. У цій схемі також передбачений функціональний перетворювач (ФП), який залежно від значення частоти напруги живлення формує сигнал задавання величини діючої фазної напруги U та забезпечує співвідношення $f/U = const$. Після формування сигналів частоти і

величини діючої фазної напруги статора вони подаються на формувач синусоїдальних сигналів (ФСС), де генеруються три сигнали потрібної синусоїдальної обвідної і мають між собою 120° , при порівнянні яких у модулі формування сигналів керування АІН (ШІМ) з опорним сигналом двополярної пилкоподібної напруги частотою 1 кГц формуються сигнали керування для керування ключів інвертора.

Для проведення імітаційного моделювання в якості тягового двигуна взято трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором АД906. Його основні параметри наведені в таблиці.

Таблиця

Технічні характеристики асинхронного електродвигуна АД-906

Параметр	Значення
Номінальна потужність P_n , кВт	240
Номінальна діюча фазна напруга статора U_s , В	665
Номінальний діючий фазний статорний струм I_s , А	135
Номінальний діючий струм ротора I_r , А	128
Номінальна частота статорної напруги f_n , Гц	33,8
Номінальна частота обертання ротора n_n , об/хв	1000
Номінальний електромагнітний момент, Н·м	2366
Номінальне абсолютне ковзання s_n , %	2
Активний опір статора R_s , Ом	0,083
Активний опір ротора R_r , Ом	0,068
Індуктивність розсіювання ротора $L_{\sigma r}$, Гн	0,001615
Індуктивність розсіювання статора $L_{\sigma s}$, Гн	0,001403
Індуктивність намагнічування L_μ , Гн	0,0866
Номінальний ККД η , %	93,7
Номінальний коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, в. о.	0,93

Наведені математичні моделі дозволяють створити повноцінну математичну модель ТАЕП та дослідити його роботу в штатних та аномальних

умовах в режимі електродинамічного гальмування шляхом імітаційного моделювання в програмному середовищі Matlab (рис. 3) [13].

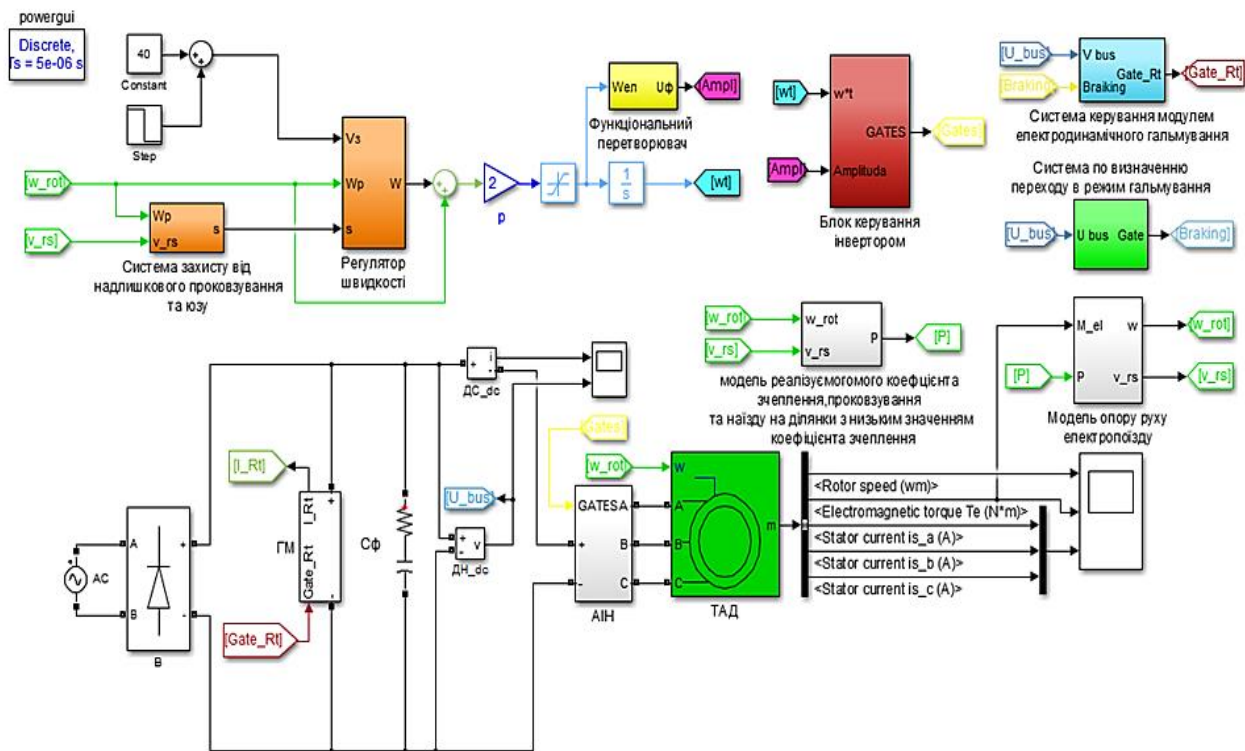


Рис. 3. Імітаційна модель, виконана в програмному середовищі Matlab

Система з визначення переходу в режим електродинамічного гальмування (СВПГ) аналізує величину напруги ланки постійного струму та в разі необхідності активує роботу системи керування модулем електродинамічного гальмування.

Система керування модулем електродинамічного гальмування (СКМЕГ), опір резистора якого становить 6 Ом, забезпечує підтримання заданих умов режиму гальмування (уповільнення, максимально допустима напруга в ланці постійного струму) незалежно від гальмівного моменту двигуна. Вона побудована на основі ШІМ регулятора зі зворотним зв'язком по напрузі в ланці постійного струму.

Система захисту від надлишкового проковзування та юза здійснює обмеження електромагнітного моменту двигуна в разі виникнення надлишкового проковзування чи юза колісної пари. Рівень обмеження електромагнітного моменту визначається двома показниками, величиною проковзування та швидкістю його зростання.

Визначення моменту закінчення ділянки шляху з низьким коефіцієнтом зчеплення та зняття обмеження здійснюється за темпом зміни прискорення колісної пари.

На рис. 4 наведено осцилограми роботи в штатних та аномальних умовах для рухомого складу з ТАЕП в режимі електродинамічного гальмування, де в якості тягового ТАД взято АД906, АІН з синусоїдальною широтно-імпульсною модуляцією з опорною частотою 1 кГц. Наїзд на ділянку шляху довжиною 20 м з низьким коефіцієнтом зчеплення імітується з 4,8–7 с.

Висновки. Аналіз отриманих результатів імітаційного моделювання підтвердив коректність розробленої математичної моделі ТАЕП у всіх режимах роботи. Це дозволило провести повноцінне дослідження електромагнітних та електро механічних процесів, що виникають у штатних та аномальних умовах в режимі електродинамічного гальмування. Розроблена модель буде використана при розробленні заходів з підвищення енергоефективності тягового рухомого складу.

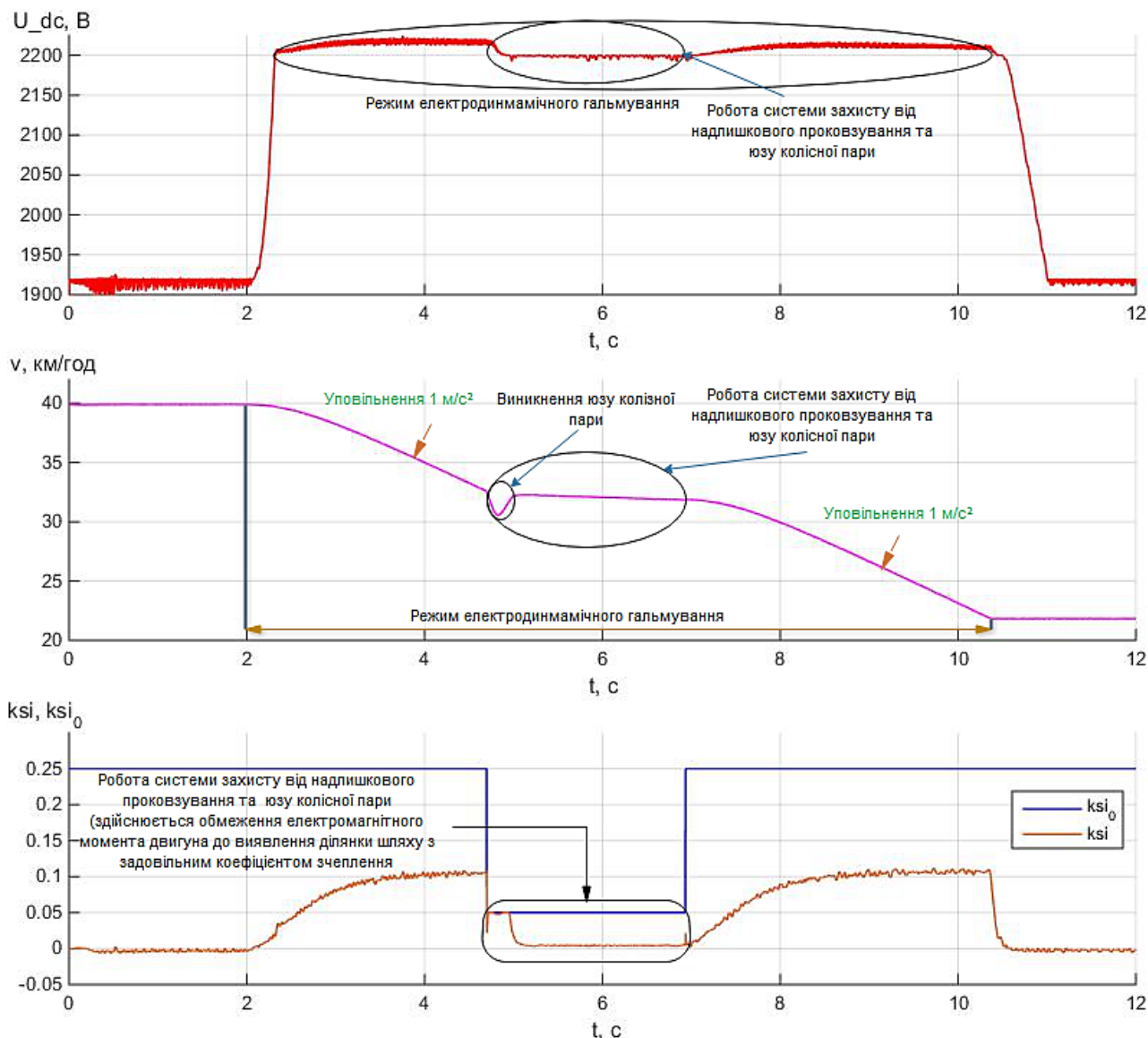


Рис. 4. Осцилограми роботи в штатних та аномальних умовах рухомого складу з частотно керованим тяговим асинхронним електроприводом

Список використаних джерел

1. Frilli, A. “Energetic optimization of regenerative braking for high speed railway systems [Text] / A. Frilli, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi, and A. Rindi // Energy Conversion and Management. – Dec. 2016. – vol. 129. – P. 200–215.
2. Муха, А. М. Структурна надійність тягового перетворювача для багатосистемного електровоза з асинхронними тяговими двигунами [Текст] / А. М. Муха // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУЗТ, 2009. – Вип. 28. – С. 40-47.
3. Воронко, А. Б. Алгоритм формування заданого потокосцеплення в системах векторного управління асинхронними двигателями в режимі ослаблення поля для транспортних применений [Текст] / А. Б. Воронко // Техническая электродинамика. – 2014. – № 5. – С. 121.

4. Воронова, З. М. Разработка асинхронных двигателей с учётом переходных процессов инверторного торможения [Текст] : автореф. дисс... канд. техн. наук. – М. : МЭИ, 1988. – 25 с.
5. Копырин, В. С. Тормозные режимы преобразователь частоты – двигатель [Текст] / В. С. Копырин, В. И. Лихошерст, М. М. Соколов. – М. : Энергоатомиздат, 1985 – 72 с.
6. Ткачук, А. А. Исследование переходных процессов инверторного торможения асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты с широтно-импульсной модуляцией [Текст] : автореф. дисс... канд. техн. наук. – Екатеринбург : УПИ, 1999. – 25 с.
7. Электроподвижной состав с асинхронными тяговыми двигателями [Текст] / Н. А. Ротанов [и др.]. – М. : Транспорт, 1991. – 336 с.
8. Полторац, С. Н. Методы расчета и способы реализации защит электропередачи тепловоза с асинхронными двигателями [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.07, 05.09.03 / Полторац Сергей Натанович. – Харьков, 1988. – 201 с.
9. Ергучев, Л. А. Повышение контролепригодности асинхронного тягового привода тепловоза [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Ергучев Леонид Александрович. – М. : РГБ, 2007. – 196 с.
10. Колпахчян, П. Г. Методология комплексного моделирования и способы управления асинхронным тяговым приводом магистральных электровозов [Текст] : дисс. ... д-ра техн. наук: 05.09.03 / Колпахчян Павел Григорьевич. – Новочеркасск, 2006. – 398 с.
11. Дяченко, В. С. Побудова моделі електропередачі дизель-поїзда ДЕЛ-02 [Текст] / В. С. Дяченко, О. О. Шкурпела, С. І. Яцько // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків : УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 141. – С. 226-230.
12. Болжеларський, Я. В. Тягові розрахунки при нетипових умовах гальмування [Текст] / Я. В. Болжеларський // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 2. – С. 36-40.
13. Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 [Текст] / С. Г. Герман-Галкин. – СПб. : КОРОНА принт, 2001. – 320 с.

Яцько Сергій Іванович, канд. техн. наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-75. E-mail: ua.yatsko@gmail.com.

Вашченко Ярослав Васильович, канд. техн. наук, старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)728-21-92. E-mail: yaroslav.vashchenko@gmail.com.

Сидоренко Анатолій Миколайович, аспірант кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (095) 008-92-96. E-mail: sidorenko58@gmail.com.

Яцко Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетики, электротехники и электромеханики Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (057) 730-10-75. E-mail: ua.yatsko@gmail.com.

Вашченко Ярослав Васильевич, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры электроэнергетики, электротехники и электромеханики Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (050) 728-21-92. E-mail: yaroslav.vashchenko@gmail.com.

Сидоренко Анатолий Николаевич, аспирант кафедры электроэнергетики, электротехники и электромеханики Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (095) 008-92-96. E-mail: sidorenko58@gmail.com.

Yatsko Serhii, cand. tech. sciences, associate professor Department of electric power engineering, electrical engineering and electromechanics Ukrainian State University of Railway Transport. Phone: (057) 730-10-75. E-mail: ua.yatsko@gmail.com.
Vashchenko Yaroslav, cand. tech. sciences, Senior lecturer Department of electric power engineering, electrical engineering and electromechanics Ukrainian State University of Railway Transport. Phone: (050) 728-21-92. E-mail: yaroslav.vashchenko@gmail.com.

Sydorenko Anatolii, postgraduate student Department of electric power engineering, electrical engineering and electromechanics Ukrainian State University of Railway Transport. Phone: (095) 008-92-96. E-mail: sidorenko58@gmail.com.

Статтю прийнято 23.04.2018 р.

БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ (192)

УДК 624.072.31:075.23

ВЕРИФІКАЦІЯ МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТИХ КОЛОН ПОРІВНЯНО З БУДІВЕЛЬНИМИ НОРМАМИ УКРАЇНИ

Кандидати техн. наук Є. І. Галагурия, М. О. Ковальов, Л. Б. Кравців, студ. І. В. Биченок

ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДА РАСЧЕТА ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ КОЛОНН ПО СРАВНЕНИЮ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ НОРМАМИ УКРАИНЫ

Кандидаты техн. наук Е. И. Галагурия, М. А. Ковалёв, Л. Б. Кравцев, студ. И. В. Быченко

VERIFICATION OF THE METHOD OF CALCULATION OF EXTRA-PRESSURE COMPRESSED COLUMNS COMPARED WITH THE CONSTRUCTION NORMS OF UKRAINE.

Phd. tehn. E. I. Galagurya, phd. tehn. M. O. Kovalov, phd. tehn. L. V. Kravtsiv, student I. V. Buchenok

У статті наведено верифікацію розрахунку позацентрово стиснутих колон порівняно з будівельними нормами України. Розрахунок колон довжиною 3 і 6 м виконувався для трьох розрахункових схем: колона, жорстко закріплена знизу, шарнірно обіперта зверху та навантажена ексцентрично прикладеною силою на верхньому торці; колона, жорстко закріплена знизу, навантажена на вільному кінці ексцентрично прикладеною силою; колона, шарнірно закріплена, навантажена на верхньому торці ексцентрично прикладеною поздовжньою силою. Граничне навантаження визначалося методом безпосереднього інтегрування. Отримані результати з похибкою до 19 % свідчать про можливість застосування запропонованих формул.

Ключові слова: колона, позацентровий стиск, граничне навантаження, небезпечний переріз, прогин.

В статье приведена верификация расчета внецентренно сжатых колонн в сравнении со строительными нормами Украины. Расчет колонн длиной 3 и 6 м выполнялся для трех расчетных схем: колонна, жестко защемленная снизу и шарнирно закрепленная сверху, нагруженная эксцентрично приложенной продольной силой на верхнем торце; колонна, жестко защемленная снизу, нагруженная на свободном конце эксцентрично приложенной силой; колонна, шарнирно закрепленная, нагруженная на верхнем торце эксцентрично приложенной продольной силой. Предельная нагрузка определялась методом непосредственного интегрирования. Полученные результаты с погрешностью до 19 % свидетельствуют о возможности применения предложенных формул.

Ключевые слова: колонна, внецентренное сжатие, предельная нагрузка, опасное сечение, прогиб.

In the works published earlier were obtained dependence which allows to obtain the value of the maximum force (the second group of limiting States) depending on the geometric characteristics

of eccentrically compressed columns. This article will be a comparison of the proposed method the calculation method of the State construction norms of Ukraine.

As the sample was adopted square steel cold formed electrically welded pipe section $50 \times 50 \times 2$ mm length $l = 3000$ mm $l = 6000$ mm.

The calculation was performed for the three design schemes: a hinged column, loaded at one end eccentrically applied force F ; the column is rigidly fixed at the bottom, hinged at the top and abbert loaded eccentrically applied force on the upper end; a column rigidly fixed at the bottom, loaded at the free end of the eccentric applied force.

In the proposed equations the value of the maximum power to obtain analytically, we can not, but knowing the geometrical characteristics of columns and using the method of direct integration it is possible to obtain the values of the ultimate strengths. The calculation process is organized as follows: set the step load in each approximation calculated deflection. The calculation continues until the load at which the obtained value of the deflection derevovolos limiting value thus. Calculated load is taken for the maximum force F which characterizes the bearing capacity of the columns.

After analyzing the results of the calculations, and received the error that does not exceed 19 %, we can talk about the possibility of using the proposed formulas for calculation of the maximum posacenere because they can afford to automate the process and reduce the computation time. The proposed formulas allow to obtain the maximum power depending on the preset value of deflection.

Keywords: column, eccentric compression, ultimate load, dangerous cross-section, deflection.

Вступ. При проектуванні металевих конструкцій необхідно враховувати методику розрахунку за граничними станами та рекомендації Державних будівельних норм України. При розрахунку на стійкість позacentрово стиснутих сталевих колон дуже складно автоматизувати процес розрахунку за методикою, викладеною в ДБН. Для вирішення цієї проблеми було вирішено використовувати диференціальне рівняння вигнутої осі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначенню значень граничних навантажень позacentрово стиснутих колон присвятили свої роботи Чихладзе Е. Д. [1–3], Ватуля Г. Л. [3], Кітов Ю. П. [3] та інші вчені. Але в даних працях недостатньо вивчена робота статично визначених і статично невизначених колон, навантажених з ексцентриситетом. У роботах [4, 5] була отримана залежність, яка дозволяє отримати значення граничної сили (по другій групі граничних станів) залежно від геометричних характеристик позacentрово стиснутих колон.

Визначення мети та завдання дослідження. Основною метою статті є розроблення методики розрахунку позacentрово стиснутих колон, використовуючи диференціальне рівняння вигнутої осі. Завдання дослідження полягає в проведенні порівняння запропонованої методики розрахунку з рекомендаціями, викладеними в ДБН [6].

Основна частина дослідження. У якості зразка була прийнята сталеві квадратна електрозварна холоднодеформована труба (рис. 1) довжиною $l = 3$ м та $l = 6$ м.

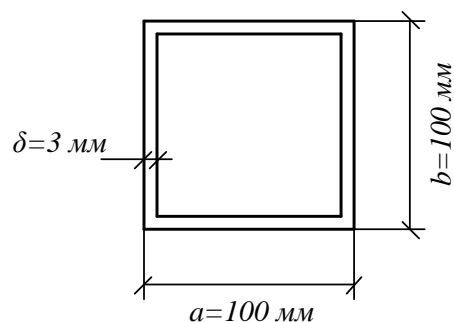


Рис. 1. Схема поперечного перерізу зразка

Розрахунок виконувався для трьох розрахункових схем (рис. 2): шарнірно закріплена колона, навантажена на одному торці ексцентрично прикладеною силою F (рис. 2, а); колона, жорстко закріплена внизу, шарнірно обіперта зверху і

навантажена ексцентрично прикладеною силою на верхньому торці (рис. 2, б); колона, жорстко закріплена внизу, навантажена на вільному кінці ексцентрично прикладеною силою (рис. 2, в).

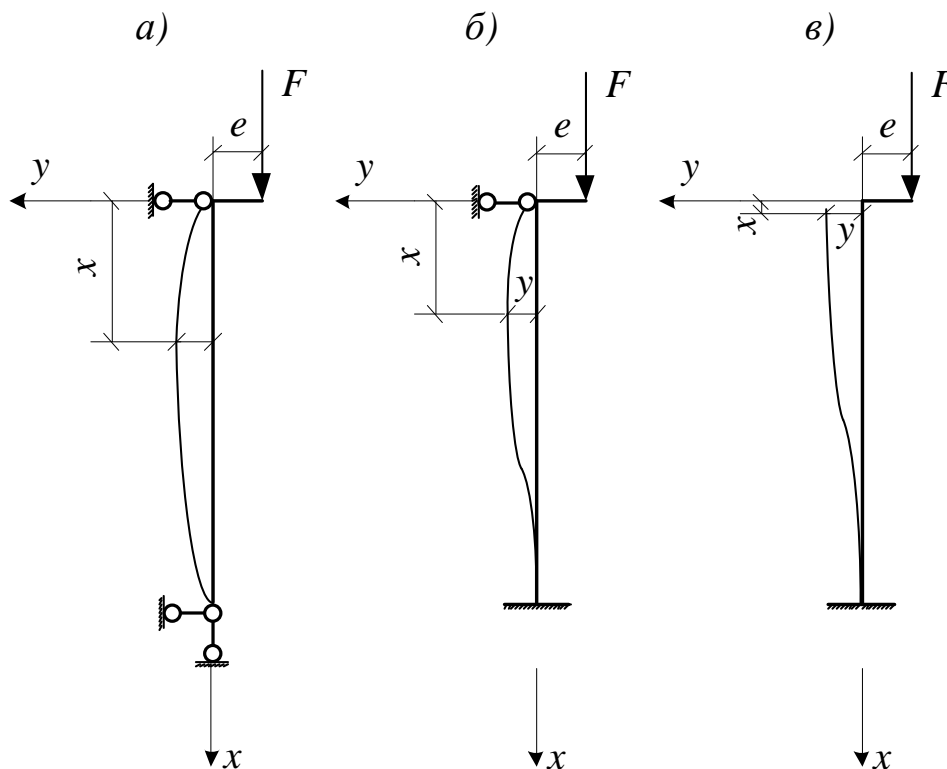


Рис. 2. Розрахункові схеми колон

1. Шарнірно закріплена колона, навантажена на одному торці ексцентрично прикладеною силою F (рис. 2, а).

Розрахунок колони за запропонованою методикою

Диференціальне рівняння вигнутої осі

$$y'' + k^2 \cdot y = \frac{k^2 \cdot e \cdot x}{l} - k^2 \cdot e, \quad (1)$$

де

$$k^2 = \frac{F}{EI}. \quad (2)$$

Розв'язання рівняння (1):

$$y = e \cdot \left[\cos kx - \operatorname{ctg} kl \cdot \sin kx - 1 + \frac{x}{l} \right], \quad (3)$$

Небезпечним буде перетин з максимальним прогином. Для визначення небезпечного перетину необхідно знайти точки екстремуму функції (3), тобто прирівняти першу похідну нулю та визначити значення x . Для цього використовуємо програму на ЕОМ і знаходимо перетин, де буде максимальний прогин:

$$x = \frac{2 \operatorname{arctg} \left(\frac{kl \cdot \operatorname{tg} kl - \sqrt{\frac{k^2 l^2 - 1}{\cos^2(kl)^2} + 1}}{kl + \operatorname{tg} kl} \right)}{k}, \quad (4)$$

З урахуванням рівнянь (4) та (2) рівняння (3) набуває вигляду (5)

$$y = e \cdot \cos \left(2 \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\frac{F}{EI}} l \cdot \operatorname{tg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l - \sqrt{\frac{\frac{F}{EI} l^2 - 1}{\cos^2 \left(\sqrt{\frac{F}{EI}} l \right)^2 + 1}}}{\sqrt{\frac{F}{EI}} l + \operatorname{tg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l} \right) \right) -$$

$$- e \cdot \operatorname{ctg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l \cdot \sin \left(2 \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\frac{F}{EI}} l \cdot \operatorname{tg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l - \sqrt{\frac{\frac{F}{EI} l^2 - 1}{\cos^2 \left(\sqrt{\frac{F}{EI}} l \right)^2 + 1}}}{\sqrt{\frac{F}{EI}} l + \operatorname{tg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l} \right) \right) -$$

$$\frac{-e + e}{\sqrt{\frac{F}{EI}} l} \left(2 \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{\frac{F}{EI}} l \cdot \operatorname{tg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l - \sqrt{\frac{\frac{F}{EI} l^2 - 1}{\cos^2 \left(\sqrt{\frac{F}{EI}} l \right)^2 + 1}}}{\sqrt{\frac{F}{EI}} l + \operatorname{tg} \sqrt{\frac{F}{EI}} l} \right) \right). \quad (5)$$

Оскільки в рівнянні (5) функція не визначена, то значення граничної сили аналітично отримати ми не зможемо, але,

знаючи геометричні характеристики колони та використовуючи метод послідовних наближень, можна отримати

значення граничної сили. Процес розрахунку організовано таким чином: задаємо крок по навантаженню, у кожному наближенні розраховується прогин, який порівнюється з граничним значенням відповідно до роботи [7]. Розрахунок продовжується до того навантаження, при якому отримане значення прогину дорівнювало граничному значенню [7]. Розраховане таким чином навантаження приймається за граничну силу F , яка характеризує несучу здатність колон. Результати розрахунку представлені в табл. 1.

Розрахунок за ДБН [6]

Розрахунок за державними будівельними нормами України виконувався для суцільностінчастих елементів постійного по довжині коробчастого перерізу при стиску зі згином у двох головних площинах (п. 10.2.10) [6].

Розрахункова формула

$$\frac{F \cdot \gamma_n}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} - \frac{M \cdot \gamma_n}{c \cdot \delta \cdot W \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (6)$$

де F – поздовжня сила;

M – згинальний момент;

γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю, визначається відповідно до роботи [8] (при оцінюванні даних випробувань коефіцієнт відповідальності $\gamma_n=1$);

φ_e – коефіцієнт стійкості при згині зі стиском визначається відповідно до дод. Ж [6] залежно від значень умовної гнучкості $\bar{\lambda}$ та приведенного відносного ексцентриситету m_{ef} ;

A – площа перерізу брутто, $A=11.6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$;

W – момент опору перерізу, $W_c=36.5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$;

R_y – розрахунковий опір сталі розтягу, стиску і згину за границею текучості, $R_y = 245 \text{ МПа}$;

γ_c – коефіцієнт умов роботи, який визначається відповідно до роботи [6], $\gamma_c = 1.05$;

c – коефіцієнт, який визначається відповідно до дод. М [6], $c=1.07$;

δ – коефіцієнт, що визначається за формулою

$$\delta = 1 - \frac{0.1 \cdot F \cdot \bar{\lambda}^2}{A \cdot R_y}. \quad (7)$$

З урахуванням рівняння (7) і приймаючи, що $M=F \cdot e$, рівняння (6) набуває такого вигляду:

$$\frac{F \cdot \gamma_n}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} - \frac{F \cdot e \cdot \gamma_n}{c \cdot \left(1 - \frac{0.1 \cdot F \cdot \bar{\lambda}^2}{A \cdot R_y} \right) \cdot W \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (8)$$

Коефіцієнт стійкості при позацинровому стиску φ_e слід визначати відповідно до дод. Ж [6] залежно від значень умовної гнучкості $\bar{\lambda}$ та приведенного відносного ексцентриситету m_{ef} , який обчислюється за формулою

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (9)$$

де E – модуль пружності сталі, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

λ – гнучкість, що визначається за формулою

$$\lambda = \frac{l_{np}}{i}, \quad (10)$$

де i – радіус інерції

$$i = \sqrt{\frac{I}{A'}} \quad (11)$$

де I – момент інерції, $I = 18.3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$;
 l_{np} – приведена довжина колони,

$$l_{np} = \mu \cdot l, \quad (12)$$

де l – довжина колони;
 μ – коефіцієнт приведення, $\mu = 1$.

$$m_{ef} = \eta \cdot m, \quad (13)$$

де η – коефіцієнт впливу форми перерізу, приймається відповідно до роботи [6],

$$\eta = (1.75 - 0.1 \cdot m) - 0.02(5 - m)\bar{\lambda}, \quad (14)$$

де m – відносний ексцентриситет,

$$m = \frac{e \cdot A}{W_c}, \quad (15)$$

де e – ексцентриситет, $e = 0.025 \text{ м}$;
 W_c – момент опору перерізу,
 $W_c = 36.5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

Результати розрахунків зведемо до табл. 2.

2. Колона, жорстко закріплена знизу, шарнірно обіперта зверху та навантажена ексцентрично прикладеною силою на верхньому торці (рис. 2, б).

Розрахунок колони за запропонованою методикою

Диференційне рівняння вигнутої осі

$$y'' + k^2 \cdot y = \frac{k^2 \cdot e \cdot x}{2 \cdot l} - k^2. \quad (16)$$

Розв'язання рівняння (16):

$$y = e \left(\cos kx - \left(\frac{\cos kl + 0.5}{\sin kl} \right) \cdot \sin kx - 1 + \frac{x}{2 \cdot l} \right). \quad (17)$$

Для визначення небезпечного перетину необхідно знайти екстремум функції (17). У результаті отримаємо

відстань x до перетину з максимальним прогином:

$$x = \frac{1}{k} \cdot 2 \arctg \left(\frac{-4k \lg(0.5kl)}{k \lg(0.5kl)^2 - 3kl - 6 \lg(0.5kl)} \right) + \frac{\sqrt{k^2 l^2 \lg(0.5kl)^4 + 10k^2 l^2 \lg(0.5kl)^2 + 9k^2 l^2 - 36 \lg(0.5kl)^2}}{k \lg(0.5kl)^2 - 3kl - 6 \lg(0.5kl)}. \quad (18)$$

З урахуванням виразів (18), (17) отримуємо вираз, у якому функція не визначена та значення граничної сили аналітично ми вивести не зможемо, але,

знаючи геометричні характеристики колони та використовуючи метод, запропонований раніше, ми зможемо визначити значення сили.

$$\begin{aligned}
 & y = e \cdot \cos \left(2 \operatorname{arctg} \left(\frac{l \sqrt{\frac{F}{EI}} \operatorname{tg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right) - \sqrt{\frac{Fl^2}{EI \cos^2 \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)^2 + 1} - \frac{1}{\cos \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)^2}}}{l \sqrt{\frac{F}{EI}} + \operatorname{tg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)}} \right) \right) - \\
 & - e \operatorname{ctg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right) \sin \left(2 \operatorname{arctg} \left(\frac{l \sqrt{\frac{F}{EI}} \operatorname{tg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right) - \sqrt{\frac{Fl^2}{EI \cos^2 \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)^2 + 1} - \frac{1}{\cos \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)^2}}}{l \sqrt{\frac{F}{EI}} + \operatorname{tg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)}} \right) \right) - \\
 & - e + e \frac{2 \operatorname{arctg} \left(\frac{l \sqrt{\frac{F}{EI}} \operatorname{tg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right) - \sqrt{\frac{Fl^2}{EI \cos^2 \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)^2 + 1} - \frac{1}{\cos \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)^2}}}{l \sqrt{\frac{F}{EI}} + \operatorname{tg} \left(l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)}} \right)}{l \sqrt{\frac{F}{EI}}} \quad (19)
 \end{aligned}$$

Результати розрахунків представлено в табл. 1.

Розрахунок за ДБН [6] ведеться аналогічно за формулами з попереднього пункту.

3. Колонна, жорстко затиснена знизу, навантажена на вільному кінці ексцентрично прикладеною силою (рис. 2, в).

Розрахунок колони за запропонованою методикою

Диференціальне рівняння вигнутої осі має такий вигляд:

$$y'' + k^2 y = -k^2 e. \quad (20)$$

Розв'язання рівняння (20):

$$y = e \left(\cos kx + \frac{1 - \cos kl}{\sin kl} \sin kx - 1 \right). \quad (21)$$

Прирівнявши першу похідну функції (21) до 0, визначимо значення x , при якому функція добігає максимального значення (тобто знаходимо перетин з максимальним прогином). Для цього використовуємо ЕОМ.

$$x = - \frac{\operatorname{arctg} \left(\frac{\cos(0.5kl) - 1}{\sin(0.5kl)} \right)}{k}. \quad (22)$$

З урахуванням виразу (22) рівняння (21) набуває такого вигляду:

$$y = e \cdot \cos \left(-\operatorname{arctg} \left(\frac{\cos \left(0.5l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right) - 1}{\sin \left(0.5l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)} \right) \right) + e \cdot \left(\frac{1 - \cos l \sqrt{\frac{F}{EI}}}{\sin l \sqrt{\frac{F}{EI}}} \right) \sin \left(-\operatorname{arctg} \left(\frac{\cos \left(0.5l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right) - 1}{\sin \left(0.5l \sqrt{\frac{F}{EI}} \right)} \right) \right) - e. \quad (23)$$

З рівняння (23) виразимо значення критичної сили F за допомогою ЕОМ.

$$F = \frac{4 \operatorname{arctg} \left(-\frac{2e \cdot \sqrt{2ey + y^2}}{(y + e)^2} \right)^2 EI}{l^2}. \quad (24)$$

Результати розрахунків подано в табл. 1.

Розрахунок за ДБН [6] ведеться аналогічно за формулами з п. 1.

4. Результати розрахунків
У табл. 2 подано результати розрахунків колон довжиною 3 та 6 м за ДБН [6].

Таблиця 1

Порівняння результатів розрахунків за запропонованими формулами порівняно з методикою ДБН

Розрахункова схема	Розрахунок колон довжиною 3 м			Розрахунок колон довжиною 6 м		
	запропонована формула	за ДБН	похибка	запропонована формула	за ДБН	похибка
Рис. 2, а	273.39	310.67	12	43.69	49.94	12.5
Рис. 2, б	669.7	609.83	9.8	169.65	167.92	10
Рис. 2, в	40.95	49.94	18	20.18	24.92	19

Таблиця 2

Результати розрахунків за ДБН

Параметр	Колони довжиною 3 м			Колони довжиною 6 м		
	Рис. 2, а	Рис. 2, б	Рис. 2, в	Рис. 2, а	Рис. 2, б	Рис. 2, в
1	2	3	4	5	6	7
γ_n	1	1	1	1	1	1
φ_e	0.363	0.4	0.22	0.22	0.304	0.08
$A, \text{м}^2$	$11.6 \cdot 10^{-4}$	$11.6 \cdot 10^{-4}$	$11.6 \cdot 10^{-4}$	$11.6 \cdot 10^{-4}$	$11.6 \cdot 10^{-4}$	$11.6 \cdot 10^{-4}$

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
$W_c, \text{ м}^3$	$36.5 \cdot 10^{-6}$	$36.5 \cdot 10^{-6}$	$36.5 \cdot 10^{-6}$	$36.5 \cdot 10^{-6}$	$36.5 \cdot 10^{-6}$	$36.5 \cdot 10^{-6}$
$R_y, \text{ МПа}$	245	245	245	245	245	245
γ_c	1	1	1	1	1	1
c	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
$\bar{\lambda}$	2.585	1.81	5.17	5.17	3.62	10.35
λ	75.76	53.03	151.52	151.52	106.06	303.03
$i, \text{ м}$	0.0396	0.0396	0.0396	0.0396	0.0396	0.0396
$l_{пр}, \text{ м}$	3	2.1	6	6	4.2	12
$l, \text{ м}$	3	3	3	6	6	6
μ	1	0.7	2	1	0.7	2
$I, \text{ м}^4$	$18.3 \cdot 10^{-7}$	$18.3 \cdot 10^{-7}$	$18.3 \cdot 10^{-7}$	$18.3 \cdot 10^{-7}$	$18.3 \cdot 10^{-7}$	$18.3 \cdot 10^{-7}$
η	1.45	1.52	1.3	1.3	1.366	1.3
m	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
$e, \text{ м}$	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
m_{ef}	1.15	1.2	1.027	1.027	1.08	1.027
$F, \text{ кН}$	310.67	609.83	49.94	49.94	167.92	24.92

Висновки. Проаналізувавши результати розрахунків та отримавши похибку, яка не перевищує 19 %, можна вважати можливим використання запропонованих

формул для розрахунку граничної позacentрової сили, оскільки вони можуть дозволити автоматизувати процес і скоротити час розрахунку.

Список використаних джерел

1. Чихладзе, Э. Д. Расчёт сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при внецентренном сжатии и изгибе [Текст] / Э. Д. Чихладзе // Тр. ХИИТа. – 1993. – Вып. 21. – С. 23–25.
2. Чихладзе, Э. Д. Расчёт сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при внецентренном сжатии и изгибе [Текст] / Э. Д. Чихладзе, А. Д. Арсланханов // Строительство : Известия вузов. – 1992. – № 1. – С. 6–10.
3. 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. – 136 с.
4. Особенности расчета критической силы для внецентренно-сжатых колонн [Текст] / Е. И. Галагурия, М. А. Ковалёв, Л. Б. Кравцов // Вісник ОДАБА. – Одеса : Атлант, 2016. – Вип. 63. – С. 32–37.
5. Determination of the critical load of eccentrically compressed columns by the second group of limit states [Text] / E. Galagurya, M. Kovalov, L. Kravtsiv, I. Bychenok // Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering – DYN-WIND'2017. - Volume 107, 00050 (2017).
6. Сталеві конструкції. Норми проектування [Текст] : ДБН В.2.6-198:2014. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 205 с.

7. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування [Текст] : ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – Офіц. вид. – К.: МІНБУД УКРАЇНИ, 2006. – 9 с.

8. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст] : ДБН В.1.2-14-2009. – Офіц. вид. – К.: МІНРЕГІОНбуд України, 2009. – 24 с.

Галагура Євгеній Іванович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (067)9384346. E-mail: evgeniygalagurya@gmail.com.
Ковальов Максим Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)6335081. E-mail: maks_kov@ukr.net.
Кравців Лариса Богданівна, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)1606224. E-mail: Laura_Kravtsiv@ukr.net.
Биченок Ігор Володимирович, студент будівельного факультету Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (063)7060722. E-mail: igor-buchenok2111@yandex.ru.

Галагура Евгений Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики и гидравлики Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (067)9384346. E-mail: evgeniygalagurya@gmail.com.
Ковалёв Максим Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики и гидравлики Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (050)6335081. E-mail: maks_kov@ukr.net.
Кравцев Лариса Богдановна, канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики и гидравлики Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (050)1606224. E-mail: Laura_Kravtsiv@ukr.net.
Быченко Игорь Владимирович, студент строительного факультета Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (063)7060722. E-mail: igor-buchenok2111@yandex.ru.

Galagurya Evgeniy, PhD in Technical Sciences, associate professor Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: (067)9384346. E-mail: evgeniygalagurya@gmail.com.
Kovalov Maksym, PhD in Technical Sciences, associate professor Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: (050)6335081. E-mail: maks_kov@ukr.net.
Kravtsiv Larisa, PhD in Technical Sciences, associate professor Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: (050)1606224. E-mail: Laura_Kravtsiv@ukr.net.
Bychenok Igor, student Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: (063)7060722. E-mail: igor-buchenok2111@yandex.ru.

Статтю прийнято 24.04.2018 р.

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
80-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«РОЗВИТОК НАУКОВОЇ ТА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
НА ТРАНСПОРТІ»

НАПРЯМОК
«ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 621.391

*О. С. Жученко, С. І. Приходько,
С. В. Сколота, М. А. Штомпель*

КОМБІНОВАНЕ ДЕКОДУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ЗГОРТКОВИХ КОДІВ
ПЕРЕМЕЖУВАННЯ

*O. S. Zhuchenko, S. I. Prihodko,
S. V. Skolota, M. A. Shtompel*

COMBINED DECODING OF ALGEBRAIC INTERLEAVED
CONVOLUTIONAL CODES

Передача інформації у безпроводових телекомунікаційних системах часто здійснюється через канали зв'язку з пам'яттю. Для виправлення помилок у даних каналах доцільно використовувати алгебраїчні згорткові коди перемежування. Для підвищення ефективності декодування даних кодів пропонується спільне застосування біонічних процедур пошукової оптимізації та адаптивного ітеративного декодування на основі розповсюдження довіри. На першій стадії запропонованого методу декодування алгебраїчних згорткових кодів перемежування здійснюється пошук передбачуваного кодового слова з використанням обраної біонічної

процедури. Якщо знайдене кодове слово має ненульовий синдром, то відбувається перехід до другої стадії – декодування з використанням оновленої інформації про надійність прийнятих символів та модифікованої перевіркової матриці. Після цього знову відбувається перехід до першої стадії запропонованого методу з метою декодування зміненого кодового слова. За результатами імітаційного моделювання зроблено висновок, що запропонований комбінований метод декодування алгебраїчних згорткових кодів перемежування забезпечує достатньо низьку ймовірність втрат і має прийнятну обчислювальну складність.

МЕТОД КВАЗИОРТОГОНАЛЬНОГО ДОСТУПУ НА ПІДНЕСНИХ ЧАСТОТАХ

METHOD OF QUASI-ORTHOAGONAL ACCESS ON SUBCARRIER FREQUENCIES

Когнітивне радіо — це передова технологія на шляху до більш раціонального використання радіочастотного спектра, що здатна вирішити питання його дефіциту.

При розробленні, впровадженні та експлуатації систем когнітивного радіо потребує вирішення завдання спільного використання багатьма користувачами когнітивної радіомережі спектральних дір. Для цього пропонується використати

розроблений метод квазіортогонального частотного мультиплексування каналів (Quasiorthogonal frequency-division multiplexing – QOFDM).

Метод QOFDM дозволить підвищити ефективність використання частотного ресурсу для систем когнітивного радіо завдяки застосуванню нелінійного розподілу піднесних частот, при цьому може незначно погіршитись якість передачі інформації.

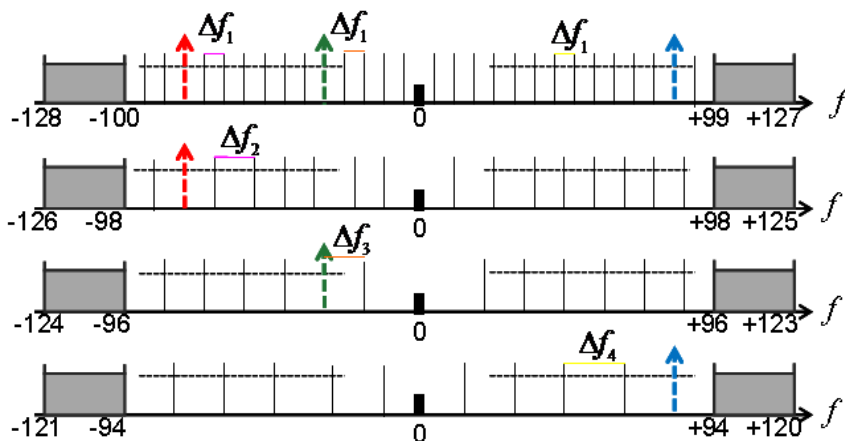


Рис. Схема частотного розподілу піднесних

В QOFDM-сигналі реалізовано нелінійний розподіл піднесних частот, тобто величина рознесення між квазіортогональними піднесними не є однаковою. Смуга частот, у якій відбувається мультиплексування (ΔF) для

всіх сигналів, однакова. Завдяки паралельній формі передачі з використанням безлічі піднесних технологія QOFDM дозволяє безпроводовим мережам функціонувати на доволі високій швидкості.

УДК 621.327

А. Р. Мазіашвілі, Н. А. Корольова

**ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО КОДУВАННЯ ПРИ КОМПРЕСІЇ
ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ІЄРАРХІЧНОЇ ГРАТЧАСТОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ**

А. R. Maziashvili, N. A. Korolyova

**APPLICATION OF STATISTICAL CODING AT COMPRESSION OF IMAGES BASED
ON IRRADIATIVE GRATCHAST INTERPOLATION**

На даний час обсяги інформації, що відповідають зображенням, продовжують збільшуватися. Прикладом може бути тривале зростання обсягів даних при зйомці будь-яких динамічних характеристик. Якщо раніше були поширені тільки знімки статистичних зображень, що містять одну або кілька компонент, то в даний час доводиться мати справу з мультиспектральними і гіперспектральними даними, які можуть містити сотні великоформатних каналів високої чіткості, при використанні космічного сегмента. Звичайно, використання динамічних моделей для залізничного транспорту не є єдиним прикладом. Збільшення дозволу і кількості зображень має місце в різних галузях знань, таких як гео-інформатика, медицина, поліграфія і т. п. Використання компресії зображень у такій ситуації не має альтернативи, а актуальність підвищення ефективності методів компресії не викликає сумнівів.

При компресії на основі ієрархічної гратчастої інтерполяції (ГІ) пікселі зображення інтерполуються на основі проріджених версій того ж самого зображення, помилки інтерполяції (постінтерполяційні залишки) квантуються і кодуються.

У всіх розглянутих випадках у кінцевому підсумку кодування дорівнює якомусь квантованому сигналу. Природньо, етап декореляції у всіх методах компресії будується так, щоб квантований сигнал був якомога зручнішим для кодування («достискання»). Тому квантований сигнал має, як правило, специфічну (істотно нерівномірну) щільність розподілу ймовірностей. Щоб найкращим чином використувати цю нерівномірність для підвищення коефіцієнта компресії, квантований сигнал зазвичай піддається статистичному (ентропійному) кодуванню, тобто кодуванню, що використовує нерівноймовірність відліків сигналу для скорочення обсягу даних.

УДК 621.396

С. В. Індик

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ВИБОРУ ОПТОВОЛОКОННОЇ СИСТЕМИ ЗАЛЕЖНО
ВІД КОНКРЕТНИХ УМОВ**

S. Indyk

**ESTIMATION OF QUALITY OF CHOICE OF FIBER OPTIC SYSTEM DEPENDING
ON SPECIFIC CONDITIONS**

У сфері радіоелектронних систем відомо багато прикладів вирішення завдань за допомогою залежностей ефективності

від вартості. Така постановка дає повноту й об'єктивність інформації для реальних систем. Проблемою є постановка та

вирішення завдань загальної оптимізації оптоволоконних систем зв'язку, за всіма показниками якості, всіма обмеженнями, у тому числі за вартістю. Метою є визначення методів і шляхів виявлення зв'язків показника вартості з показниками якості та технічними параметрами, що є актуальним завданням для оцінки якості вибору оптоволоконної системи залежно від конкретних умов.

Основною властивістю вартості є те, що вона – нечітка множина, оскільки для ринкової ціни неможливо мати закон розподілу ймовірності.

Нечіткість вартості є істотним недоліком, з яким можна боротися двома шляхами: використати теорію нечітких множин за методом Л. Заде або наведений далі метод перетворення нечіткої множини ціни у випадкову величину, що вже має

математичне очікування і дисперсію. Тому доцільно використовувати другий шлях.

Сучасна маркетингова статистика дає підстави встановити характер залежності технічних параметрів системи від її вартості, як обмежень, і шукати глобальний екстремум узагальненої або умовної цільової функції. Правда, при цьому точність таких залежностей обмежена і залежить від представництва вибірки.

Подання обмежень за вартістю на параметри у вигляді безперервних функцій середньоквадратичної регресії є найкращим у цих умовах способом формалізації завдання оцінки якості вибору оптоволоконної системи залежно від конкретних умов. Тим більше, що такий спосіб має ряд переваг: універсальність програми оптимізації, інваріантність до багаторозмірності, швидку збіжність, результат отримується в аналітичному вигляді.

УДК 656.254.16

А. О. Єлізаренко, І. О. Єлізаренко (ХФ УДЦР)

РОЗРОБЛЕННЯ НОВОГО ЧАСТОТНОГО ПЛАНУ МЕРЕЖ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

А. Yelizarenko, I. Yelizarenko

DEVELOPMENT OF A NEW FREQUENCY PLAN FOR RAILWAY TECHNOLOGICAL RADIO COMMUNICATION

Впровадження радіозв'язку на залізничному транспорті розпочалося у 1947 р. і тривалий період використовувались виключно канали в гектометровому діапазоні радіохвиль. Важливим етапом розвитку стало розроблення на початку 80-х системи залізничного технологічного радіозв'язку "Транспорт", яка була розрахована на роботу у смугах частот гектометрового і метрового діапазонів. Подальший розвиток технологічного радіозв'язку буде пов'язаний із впровадженням сучасних цифрових систем DMR, GSM-R, LTE-R і

додатковим освоєнням нових діапазонів радіохвиль згідно із міжнародними рекомендаціями.

Актуальним завданням є розроблення нового частотного плану технологічного радіозв'язку, який встановлює єдиний порядок використання виділеного радіочастотного ресурсу та розподіл каналів між різними службами. В роботі розглянуто пропозиції з частотного планування перспективних мереж технологічного радіозв'язку різного призначення.

Для організації цифрових мереж DMR передбачається використовувати існуючі смуги частот 151,725-156,000 МГц без виділення додаткових частот. Необхідно передбачити використання сітки робочих частот із рознесенням 12,5 кГц та організацію дуплексних радіоканалів. Системи DMR можуть використовуватись в аналогових і цифрових мережах і не мають обмежень при впровадженні на мережах технологічного радіозв'язку та передачі даних для всіх категорій дільниць, окрім високошвидкісних.

Для мереж GSM-R на залізницях передбачається використання смуг частот для каналів вгору 876-880 МГц і 921-925 МГц для ліній вниз. Системи GSM-R

доцільно використовувати для залізничних ліній із швидкісним рухом поїздів.

Стандарт радіозв'язку, здатний найбільш повно відповідати новим зростаючим вимогам за швидкістю передачі, повинен бути широкосмуговим і підтримувати нові додатки. Як перспективний напрямок розглядається технологія LTE (Long-Term Evolution). Радіозасоби LTE-R орієнтовані на застосування на ділянках високошвидкісного руху пасажирських поїздів із використанням автоматизованих систем керування, які вимагають великих обсягів і швидкостей передачі інформації. Для систем LTE-R передбачається використовувати смуги частот у діапазоні 1800 МГц.

УДК 621396

Г. В. Алошин

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ

G. V. Aloshin

MEASURING THEORY

Известный ученый Д. И. Менделеев говорил, что наука немыслима без измерений. С тех пор теория, методы и средства измерений достигли таких значительных успехов, что казалось, ничего нового предложить невозможно. Стали известны методы и средства измерений в метрологии: нуль-метод, разностный, компенсационный, мостовой метод, метод замещения, нониусный метод, цифровые методы и другие. При разработке средств измерений особое внимание уделялось вариантам использования различных физических явлений, придающих измерителям лучшую чувствительность. При измерениях частоты сигналов используется явление резонанса, при измерении углового положения цели – острая диаграмма направленности антенн, при измерениях задержки сигнала –

короткий импульс или многошкальные фазовые измерения. Однако успехи радиоэлектроники предъявили новые требования, которые явились стимулом для нового витка развития.

Появилась потребность не только в точных измерителях, но и в их большом априорном диапазоне измерений. Измерители стали также автоматическими следящими дискриминаторами по любому параметру, которые разрешают противоречие между точностью и априорным диапазоном. Однако они стали более сложными, двухэтапными: первый этап – поисковый, второй – автоматическая точная подстройка дискриминатора как объекта управления.

В результате современная радиоэлектроника требует от измерителей следующих показателей качества: 1) точности

измерений, 2) произвольно большого априорного диапазона, 3) быстродействия, или малого времени измерений, 4) надежности оценки и 5) требуемого отношения сигнала к шуму. Дальнейшие исследования показали, что именно этот состав показателей качества измерителей и требуется для оптимального выбора типа измерителя и соответствующего метода измерений.

Следующим известным типом измерителя любого параметра стал многоканальный измеритель, комбинация его с поисковым (панорамным) измерителем, многошкальный фазовый измеритель, пеленгатор с разнесенной базой и многоэтапный измеритель.

Таким образом, полная классификация типов измерителей включает следующий состав:

- 1) функциональный, или дискриминаторный измеритель;
- 2) поисковый (панорамный);
- 3) измеритель;
- 4) многошкальный;
- 5) многоэтапный с однотипными измерителями шкал;

б) многоэтапный комбинированный с разнотипными шкалами.

Кроме того, все типы измерителей могут быть следящими и неследящими, аналоговыми или цифровыми. Следящие измерители могут иметь дополнительный измеритель для, например, преобразования параметра в цифровую форму.

Современная теория измерений [1-3] содержит полученные с единых позиций взаимосвязи показателей качества указанных измерителей, методы их оптимизации и оптимального выбора.

Список использованных источников

1. Алешин, Г. В. Оцінка якості інформаційно-вимірювальних систем [Текст] / Г. В. Алешин. – Харків : УкрДАЗТ, 2009. – 300 с.

2. Алешин, Г. В. Эффективность сложных радиотехнических систем [Текст] / Г. В. Алешин, Ю. А. Богданов. – К. : Наукова думка, 2008. – 288 с.

3. Альшин, Г. В. Ефективність інформаційно-вимірювальних радіотехнічних систем [Текст] / Г. В. Алешин. – Харків : ХУПС, 2005. – 294 с.

УДК 621.391

К. А. Трубчанінова, І. В. Ковтун

ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ЗБІЛЬШЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ WDM СИСТЕМ

К. А. Trubchaninova, I. V. Kovtun

PERSPECTIVE METHODS FOR IMPROVING SPECTRAL EFFICIENCY OF WDM SYSTEMS

Дослідження у сфері нових методів збільшення спектральної ефективності багатохвильових систем передач DWDM базуються на вивченні нових багатопозиційних форматів модуляції, до яких належать: багатопозиційна амплітудна маніпуляція (ASK); багатопозиційна фазова

маніпуляція (PSK); модернізовані лінійні коди NRZ і RZ та ін.

З точки зору завадозахищеності, одним із перспективних форматів модуляції є маніпуляція PSK. Однак застосування транспондерів з даним форматом модуляції здорожує систему DWDM, крім цього,

відсутні експериментальні результати дослідження впливів нелінійних явищ, які проявляються в оптоволокну, на коефіцієнт помилок при PSK у системах DWDM. Ще одним із нових методів покращення спектральної ефективності систем DWDM є міжканальне кодування з інверсією логічного елемента суміжного каналу у фазовій площині групового сигналу DWDM, у подальшому – перехресне міжканальне кодування IC-coding (Inter-Channel coding). Якщо для заданого DWDM сигналу застосувати IC-coding на передачі, то передбачається, що міжканальна інтерференція буде відсутня, а внутрішньоканальна залишиться, але проявиться меншою мірою, ніж до кодування методом IC-

coding. Можна припустити, що такий підхід дозволить щонайменш у два рази збільшити спектральну ефективність системи DWDM. Показано, що алгоритм IC-coding дозволить збільшити спектральну ефективність багатохвильових систем передач. Крім того, алгоритм IC-coding безпосередньо можна інтегрувати у транспондери DWDM обладнання з меншими економічними витратами, тим самим зменшити вартість мультиплексорів DWDM, на відміну від впровадження нових форматів модуляції оптичної несучої системи DWDM. Однак на практиці цей метод доцільно використовувати спільно із сучасними методами модуляції оптичної несучої системи DWDM.

УДК 621.391.2

С. В. Родіонов

МЕТОД ОЦІНКИ РІВНЯ ПЕРЕШКОД НА ПІДСТАВІ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЩОДО КОРЕЛЯЦІЇ ІЗ СИГНАЛОМ

S. Rodionov

METHOD OF ESTIMATION OF LEVEL OF OBSTACLES ON FOUNDING OF THEIR PROPERTIES IN RELATION TO CORRELATION WITH SIGNAL

Для вирішення ряду завдань моніторингу частотного діапазону при синтезі перспективних систем управління та зв'язку, пунктів і вузлів зв'язку, які діють в умовах різних впливів, в тому числі і радіоперешкод, особливо важливим є аналіз електромагнітної обстановки. Існуючими на цей час конструктивними методами для забезпечення електромагнітної сумісності радіозасобів стали оптимальні методи лінійної фільтрації у просторі станів. Зокрема, їх застосування дозволило синтезувати оптимальні, за середньоквадратичним критерієм, аналізатори-екстраполятори радіочастотної обстановки, які входять до складу сучасних адаптивних радіокомплексів. Ці пристрої

мають просту апаратну реалізацію на мікропроцесорах і дозволяють забезпечити потенційну поточну оцінку впливу перешкод і шумів, а також здійснювати прогноз рівня перешкод в умовах дії шумів, що виникають у радіометричних блоках при аналого-цифровій обробці результатів вимірювань.

Однак оптимальні сучасні аналізатори-екстраполятори чутливі до змін у кореляційних властивостях перешкод, що в свою чергу приводить до збільшення оцінки похибки результатів вимірювань. Наприклад, ця ситуація може виникнути у процесі частотного радіочастотного моніторингу на групі радіостанцій, що випромінюють різні частоти, на яких

процеси зміни рівня перешкод у часі протікають на різних швидкостях. Використання на цей час оптимальних алгоритмів приведе до того, що похибка вимірювання рівня перешкод на різних частотах виявиться різною, і, як наслідок, достовірність вибору покращених для надійного зв'язку частот буде нижче, ніж хотілося б.

З метою забезпечення необхідної достовірності аналізатора-екстраполятора в умовах впливу радіоперешкод зі змінними кореляційними властивостями пропону-

ється рекурентний метод оцінки рівнів випадкових радіоперешкод у поширеному діапазоні з урахуванням зміни їх кореляційних властивостей. Приведено функціональну схему алгоритму, який реалізує цей метод. Отримані в процесі подальшого імітаційного моделювання результати дозволили дістати покращені оцінки щодо точності (достовірності) вимірювань та їх меншої чутливості відносно кореляційних властивостей радіоперешкод у порівнянні з існуючими методами оптимального приймання сигналів.

УДК 621.391

Я. Я. Обіход, В. П. Лусечко

МЕТОД ВИБОРУ КАНАЛІВ У КОГНІТИВНОМУ РАДІО ПІД КЕРУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Y. Obikhod, V. Lysechko

SELECTING CHANNELS METHOD IN COGNITIVE RADIO UNDER THE CONTROL OF THE NEURAL NETWORK

Когнітивний радіоприймач (КР) стає основною частиною телекомунікаційних систем зв'язку (ТСЗ-ІОЕ), тому що здатен вирішити питання дефіциту спектра та впровадження інтелектуальних функцій. Вибір каналу з множинним доступом Первинних користувачів (ПК) та Вторинних користувачів (ВК) є головною проблемою стандарту. Через конкуренцію каналів відбувається взаємний вплив пакетів ПК і ВК. Необхідно розробити метод, який передбачає спільне співіснування користувачів для виключення колізії (впливів) пакетів між ПК та ВК, а також збір даних аналізу спектра ВК для спільного співіснування. Для зменшення конкуренції каналів серед ВК також розроблено гібридну модель передачі даних під керуванням нейронної мережі для одного ВК. Ця модель може працювати у двох режимах:

- суміщення із зайнятими каналами з використанням технології «Energy harvesting» (Е.Х.);

- перекриття.

Було розроблено метод на основі конкуренції каналів між ВК, для досягнення мінімальної кількості помилок у каналах із ПК, у мережі КР із безліччю ВК і ПК. На сьогодні немає ефективного вирішення конкуренції каналів між декількома ВК і ПК. Таким чином, ґрунтуючись на методі виявлення та концепції конкуренції каналів, отримано можливість покращити точність аналізу спектра і пропускну здатність ВК. Також завдяки розробленому методу ВК можна «збирати» радіочастотну енергію із зайнятих каналів, використовуючи технологію «Energy harvesting».

УДК 004.822

А. О. Каргін

РЕАЛІЗАЦІЯ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ СПРИЙНЯТТЯ У МОДЕЛЯХ НЕЧІТКОГО СИТУАЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ

А. Kargin

IMPLEMENTATION OF COGNITIVE PERCEPTION FUNCTIONS IN FUZZY SITUATIONAL CONTROL MODELS

Когнітивна робототехніка – сучасний міждисциплінарний напрямок дослідження, у тому числі інформаційних технологій, що засновані на моделях когнітивної психології. Моделі сприйняття інформації, що запозичені у живої природи, знаходять втілення у розумних машинах різного призначення у вигляді вбудованих когнітивних систем.

У доповіді розглядається підхід щодо моделювання засобами традиційної нечіткої логіки таких когнітивних функцій, як увага, мотив і контекст у завданнях керування переміщеннями робота вздовж заданого маршруту з перешкодами. Модель ситуаційного керування переміщеннями

робота подана у вигляді нечіткої системи з лінгвістичними змінними. Когнітивні функції такої нечіткої системи ситуаційного керування реалізовані шляхом управління рівнем довіри до окремих правил бази знань. Наведені рекомендації щодо формування бази знань нечіткої системи, яка підтримує зазначені когнітивні функції.

Показано, що реалізація когнітивних функцій у моделях нечіткого ситуаційного керування знімає вимогу щодо повноти бази правил, і, як наслідок, значно розширюються можливості застосування методів нечіткого керування до складних динамічних об'єктів.

УДК 681.513.6

В. О. Бриксін

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ

V. O. Bryksin

SETTING THE SYNTHESIS PROBLEM OF THE TRANSMISSION MANAGEMENT SYSTEM

Основною вимогою до систем управління рухом є забезпечення виведення поїзда на задану швидкість при мінімальних витратах енергоресурсів або за мінімальний час при дотриманні обмежень, передбачених графіком руху, конструктивними та експлуатаційними вимогами, що висуваються до систем управління, енергетичного устаткування

локомотива та ін. В даний час автоматично здійснюється тільки екстрене гальмування.

Перспективні системи здатні видавати нескінченне число градацій, проте, як і раніше, в цьому ланцюжку передавальною і вкрай ненадійною ланкою є людина. Виключення людини з ланцюга управління шляхом створення системи забезпечить безпосередню взаємодію трьох систем: СЦБ, автомашиніст, локомотив.

У роботі запропоновано систему автоведення з використанням моделі нечіткої корекції швидкості рухомої

єдиниці, яка може функціонувати в режимі реального і прискореного часу.

УДК 656.2:004

Є. О. Лученцов

СТВОРЕННЯ ХМАРНОГО СХОВИЩА НА БАЗІ МІКРОКОМП'ЮТЕРА RASPBERRY PI 3

E. Luchentsov

CREATION OF CLOUD STORAGE ON THE RASPBERRY PI 3 MICRO COMPUTER BASE

Революція Industry 4.0 характеризується впровадженням у виробництво розумних систем (розумних машин і розумних речей), які об'єднуються в єдину мережу, щоб мати можливість обмінюватися інформацією і знаннями один з одним у режимі реального часу на основі технології міжмашинної взаємодії. Для реалізації даної технології на кафедрі інформаційних технологій УкрДУЗТ створено апаратно-програмний комплекс, який складається із мікрокомп'ютерів, мікроконтролерів із модулями Wi-Fi ESP8266, інтелектуальних сенсорів та актуаторів. Для забезпечення ефективної обробки великих обсягів сенсорних даних, що надходять від множини розумних машин, даний комплекс включає до себе хмарне сховище.

У роботі запропоновано модель створення власного хмарного сховища на базі мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3, що ґрунтується на рекомендаціях [1]. Для розгортання хмарного сховища на базі мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3 та жорсткого диска об'ємом 8 Гб було використано клієнт-серверне програмне забезпечення Nextcloud, технології PHP 7 та SQLite. Вибір SQLite обґрунтовується можливістю зберігання бази даних у вигляді звичайного файлу.

Список використаних джерел

1. Baladhandapani, T. Rasbi cloud: Raspberry Pi [Text] / T. Baladhandapani, V. Kumar // International journal of research in computer applications and robotics. – 2017. – Vol. 5, Issue 4. – P. 1-4.

УДК 681.513.6:621.337.1: 004

Б. Т. Ситнік

ПРОЕКТУВАННЯ НЕЙРОННИХ І НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ ГАРАНТОВАНОЇ ТОЧНОСТІ

B. Sytnik

DESIGN OF THE NEURON AND FUZZY MODELS OF THE GUARANTEED ACCURACY

Застосування штучних нейронних мереж (ШНМ), апарата нечітких безлічей,

нечіткого моделювання дозволяє керувати об'єктами в ситуаціях, коли традиційні

методи малоефективні через відсутність знання про об'єкт керування. При реалізації нечітких моделей виникає проблема задавання числа вхідних і вихідних нечітких змінних, числа нечітких і лінгвістичних правил, числа термів відповідних нечітких і лінгвістичних змінних, координат модальних значень на осях вхідних і вихідних нечітких змінних, числа нейронів у ШНМ, що забезпечують гарантовану точність реалізації моделі, процесів моделювання і керування. На даний час відсутні методи визначення складності моделей залежно від заданої точності їхньої реалізації. У роботі [1], наприклад, при реалізації нечіткої продукційної моделі число термів вхідних і вихідних змінних рекомендується вибирати від 5 до 7, із посиланням на дослідження із психології (людина із середніми здібностями може одночасно зберігати в пам'яті від 5 до 9 інформаційних гранул (термів)). Однак ці рекомендації і

формули не мінімізують число термів нечітких змінних або число нейронів у проміжному шарі ШНМ залежно від необхідної точності реалізації моделі.

Модель системи визначається у вигляді відрізків прямих ліній, що проходять через точки з координатами x_1, y_1 і x_2, y_2 , заданими таблицею лінгвістичних правил, що знаходяться на кривій другого порядку. Тобто йдеться про апроксимацію кривої другого порядку відрізками прямих, що проходять через дві точки з координатами x_1, y_1 і x_2, y_2 кривої із заданою максимальною похибкою Δ_{\max} . У таблиці наведено залежність числа необхідних ділянок апроксимації n і числа термів m нечітких змінних від заданої у відсотках похибки апроксимації Δ_{\max} .

Список використаних джерел

1. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст] / А. Пегат. - М. : Бином, 2009. – 798 с.

$\Delta_{\max}^2, \%$	0.5^2	0.25^2	0.15^2	0.125^2	0.1^2	0.05^2	0.025^2
n	1	2	3	4	5	10	20
m	2	3	4	5	6	11	21

УДК 656.2:004

Т. Г. Петренко

ПОБУДОВА МОДЕЛІ РОЗУМНОГО ВАГОНА ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА

T. Petrenko

CONSTRUCTION OF A SMART RAIL CAR MODEL BASED ON DIGITAL TWIN TECHNOLOGY

Сучасна система залізничного транспорту (Railway Transport System – RTS) – це об'єднання цифрових технологій і фізичної інфраструктури. Взаємодія підсистем та елементів RTS є складною. Способи вирішення складності полягають у моделюванні різних точок зору на RTS.

Технологія цифрового двійника (Digital Twin – DT) дозволяє побудувати симулятивні програмні моделі елементів RTS та інтегрувати їх у підсистеми більш високого рівня. Кожна симулятивна модель подається як сукупність інтелектуальних моделей та даних. Підхід DT забезпечує

розуміння процесів функціонування RTS ще до її фізичної реалізації.

У роботі наведено модель розумного вагона як DT сучасного вагона. Розумний вагон, як елемент розумного поїзда, має підсистеми: речей (фізичні об'єкти, які включають до себе сенсори й актуатори), мережевої, хмарової інфраструктур і шлюзів. Перераховані підсистеми забезпечують архітектуру Інтернету Речей (Internet of Things – IoT) розумного вагона. DT технологія, у свою чергу, забезпечує побудову програмної системи, яка дозволяє моделювати середовище та життєві цикли об'єктів у їх фізичному середовищі (за допомогою хмар), адаптуючи моделі до середовища, що змінюється. Основними напрямками DT технології для побудови

моделі розумного вагона є збір та аналітика даних від сенсорів, віртуальне прототипування, передбачення аварійних ситуацій.

Аналітика даних від сенсорів у моделі розумного вагона виконується на першому етапі за допомогою мікропроцесорів у реальному часі. Другий етап – обробка даних засобами штучного інтелекту (нечіткої логіки) з метою виявлення тенденцій та вузьких місць системи. У роботі також використовується система Watson компанії IBM, яка дозволяє аналізувати дані, що розміщуються у хмарі.

DT технологія забезпечує цифрову трансформацію сучасного залізничного вагона до його цифрового двійника – моделі розумного вагона.

УДК 004.822

О. І. Іванюк

ОБРОБКА ПЕРВИННИХ СЕНСОРНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ У ГРАНУЛЯРНИХ СТРУКТУРАХ

О. Іванюк

PROCESSING OF RAW SENSORY DATA FOR PRESENTATION IN GRANULAR STRUCTURES

Гранулярна структура (GS) – модель подання знань і метод обробки даних, заснований на принципах абстрагування та категоризації [1]. Ключовим поняттям GS є інформаційна гранула (IG) – порція знань, що описує ситуацію. GS являє собою багаторівневий граф, де вершини нульового рівня – IG, що описують значення сенсорних даних, а вершини вищих рівнів – IG, що описують дані різного рівня абстрагування.

Кожна IG характеризується нечіткою характеристикою та швидкістю старіння інформації $v \in [0, 1]$.

У доповіді розглядається метод формування IG нульового рівня. На нульовому рівні GS виконується

гранулювання первинних сенсорних даних. Сенсорам ставиться у відповідність множина IG, кожна з яких відповідає певному інтервалу значень з діапазону можливих показань сенсора. Розмір IG доцільно визначати на основі технічних характеристик сенсора, враховуючи похибку вимірювання.

Гранулювання діапазону сенсорних значень розглянуто на прикладі сенсора вологості і температури DHT11. З технічного опису отримано діапазон вимірювання вологості 20-80 % із похибкою ± 5 %, діапазон вимірювання температури 0-50 °C із похибкою ± 2 °C. Визначено кількість IG для кожної з вимірюваних величин:

$$n_h = \frac{80 - 20}{2 \cdot 5} = 6; \quad n_t = \frac{50 - 0}{2 \cdot 2} = 12,5 \rightarrow 13 \quad (1)$$

Таким чином, нульовий рівень GS, що базується на показаннях сенсора DHT11, має складатися із 19 IG.

Список використаних джерел

1. Каргин, А. А. Абстрагирование и категоризация в умных машинах на основе

гранулярных вычислений [Текст] / А. А. Каргин, Т. Г. Петренко // Вестник НТУ «ХПИ». Сер. Информатика и моделирование. – 2017. – Вып. 50 (1271). – С. 57-68.

УДК 656.2:004

М. О. Лавров

МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЇЗДУ ПЕРЕШКОД МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ

M. Lavrov

SIMULATION OF OBSTACLE AVOIDANCE BY MOBILE ROBOT

На сьогоднішній день у багатьох завданнях використовують мобільні колісні роботи, які ефективні, якщо необхідно дістатися до певної точки. Наприклад, роботи, які застосовуються для отримання додаткової інформації при виникненні пожежонебезпечної ситуації; вони отримують інформацію від датчиків диму, вогню, вологості і температури.

У доповіді розглядається метод ситуаційного керування переміщеннями робота при об'їзді перешкод. При виникненні пожежонебезпечної ситуації у певній точці мобільний робот повинен дістатися до точці загоряння і при цьому об'їжджати перешкоди, які виникли у нього на шляху, робот має датчики для ситуаційного керування у просторі.

Датчики розташовані в передній частині мобільної платформи робота. Вони реагують у різних площинах: передній датчик дивиться тільки вперед, датчик праворуч реагує на перешкоду тільки справа, а зліва – на перешкоду тільки з лівого боку.

Щоб уникнути зіткнень із динамічними перешкодами, необхідно визначати поточне їх положення і передбачати зміни у траєкторії руху. Це завдання вирішується із застосуванням методу нечіткого ситуаційного керування [1].

Нижче наводиться приклад бази знань ситуаційного керування у вигляді правила руху вперед.

ЯКЩО сенсор лівий – перешкода відсутня,

сенсор правий – перешкода відсутня,

сенсор передній – перешкода на середній дистанції,

ТО стан мобільної платформи – вперед,

кут повороту – не потрібен,

швидкість – низька.

Список використаних джерел

1. Каргин, А. А. Введение в интеллектуальные машины [Текст]. Кн. 1. Интеллектуальные регуляторы / А. А. Каргин. — Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. — 526 с.

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ

S. E. Bantyukov

PSYCHOPHYSIOLOGICAL CONTROL AND ANALYSIS OF OPERATORS ACTIVITIES

Професійний відбір операторів належить до інженерно-психологічних досліджень і використовується для психофізіологічного контролю та аналізу діяльності операторів.

Згідно зі статистикою найбільша кількість відмов технічних систем прямо чи опосередковано пов'язана з помилками людини. Помилка людини визначається як невиконання поставленого завдання, що може бути пов'язано з пошкодженням обладнання, порушенням технологічного процесу і т. д.

Надійність людини-оператора технічних систем визначається його здатністю виконувати в повному обсязі покладені на нього завдання. Таку здатність має далеко не кожна людина через свої розумові, фізичні та інші особливості. Тому на кожному виробництві введено професійний відбір, завданням якого є визначення придатності людини до тієї чи іншої роботи.

Професійний відбір являє собою спеціально організоване дослідження, засноване на чітких якісних і кількісних оцінюваннях, що дозволяють не тільки виявити, але і виміряти притаманні людині властивості, щоб зіставити їх із

нормативами, що визначають придатність до професії.

При проведенні професійного відбору розрізняють готовність і придатність до роботи за професією. Професійна готовність визначається виходячи з рівня освіти, досвіду і підготовки. Професійна придатність встановлюється з урахуванням ступеня відповідності індивідуальних психофізіологічних якостей даної людини до конкретного виду діяльності.

Відомі та застосовувані способи психофізіологічного контролю та аналізу діяльності операторів мають ряд недоліків, основними з яких є невисока ймовірність достовірності інформації про роботу оператора й об'єктивність оцінювання підготовки оператора до виконання заданої роботи, оскільки аналіз роботи виконується при відсутності достатнього обсягу інформації про реакції оператора.

Підвищення якості психофізіологічного контролю та аналізу діяльності операторів можна досягти за рахунок застосування способів підвищення достовірності інформації про роботу оператора, які дозволяють знизити до певного рівня кількість помилок у роботі операторів, а отже, зменшити економічні збитки.

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО ВІДБОРУ ОПЕРАТОРІВ

S. O. Bantyukova

DEVICES FOR EVALUATION AND PROFESSIONAL SELECTION OF OPERATORS

Пристрої для оцінювання діяльності операторів належать до автоматики й обчислювальної техніки і призначені для проведення психофізіологічних досліджень, навчання і професійного відбору операторів.

Серед широкого кола пристроїв найбільшої уваги заслуговують наведені нижче.

Пристрої, які визначають часи реакції оператора на сигнали, що з'являються. Сумарний час реакції, помилка регулювання часу реакції та кількість сигналів фіксуються і по них обчислюють середній час реакції та середню помилку регулювання часу реакції, що є узагальненим показником стану психофізичного контуру саморегуляції.

Пристрої, що дозволяють виявити навички сприйняття і тимчасового реагування, правильність реакції оператора на видане завдання – випадкові просторові фігури, що висвічуються протягом заданого часу. Пристрої фіксують помилки оператора відповідно до кількості яких визначається придатність оператора для виконання заданих видів робіт.

Пристрої, що дозволяють виявити ступінь засвоєння зорово-рухових навичок шляхом визначення часу на зорове відшукування зашифрованої випадково запропонованої інформації із наступною руховою дією – відтворенням відповідного їй знака-символу, при цьому окремо фіксуються правильні і неправильні

відповіді. Час тренажу (перевірки) і кількість правильно зашифрованої інформації дають можливість кваліфікувати придатність операторів для роботи на пультах керування технологічними об'єктами

Пристрої, що дозволяють підвищити точність визначення здатності людини-оператора зберігати пильність в умовах впливу монотонних факторів за рахунок контролю пильності з одночасним безперервним контролем природних фізіологічних коливань рівня. При цьому підвищуються функціональні можливості за рахунок визначення ступеня зниження пильності, а також автоматизації визначення моменту зниження рівня пильності до небезпечного і визначення глибини зниження рівня пильності при зниженні рівня пильності.

Наведені пристрої хоч і дають можливість провести деякий професійний відбір і навчання операторів, але мають ряд суттєвих недоліків. Такі пристрої не дозволяють змінювати тривалість інтервалу часу видачі завдання оператору і за допомогою цього визначати граничні можливості оператора по сприйняттю завдань, оцінювати роботу оператора за накопиченими протягом заданого часу результатами, а також оператору в процесі навчання і тренування бачити й аналізувати свої помилки і вибирати більш зручні та ефективні для нього методи формування відповіді на завдання.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ
ВАНТАЖЕННЯ-ВИВАНТАЖЕННЯ**

V. Merkulov, I. Biziuk

**TECHNOLOGY IMPROVEMENT IN SCHEDULING OF LOADING -UNLOADING
OPERATION**

Завданнями оперативного планування поїзної і вантажної роботи для залізниць і мережі в цілому є визначення завдань із:

- навантаження – загального (у вагонах і тоннах) і за основними родами вантажів;
- вивантаження – загального (у вагонах) і за основними родам рухомого складу;
- здачі вагонів – загальної (навантажених і порожніх), порожніх за родом рухомого складу (критих, платформ, піввагонів, цистерн та інших за окремим завданням);
- передачі порожніх вагонів із залізниці на сусідні залізниці (за родом рухомого складу);
- приймання і здачі поїздів по стикових пунктах між залізницями;
- наявності транзитних вагонів.

При побудові оптимального плану вантаження-вивантаження існує безліч непередбачуваних процесів та операцій, умови виконання яких постійно змінюються. Від точності їх визначення залежить достовірність прогнозу. Тому для оперативного планування можна використовувати усереднені технологічні норми. Однак для кожного технологічного процесу доцільно виявити перелік впливаючих на нього факторів і будувати прогноз із урахуванням їх впливу в кожній конкретній ситуації.

Покладена в основу запропонованого програмного забезпечення модель повинна

відповідати цілому ряду вимог і в першу чергу формувати близький до оптимального план розподілу порожняка. Застосування стандартних засобів лінійного програмування ускладнено через різномірну породову приналежність вагонів, що розподіляються, та існуючі технологічні обмеження, які, як правило, мають неформалізований характер і передбачають особисте втручання технолога у процес складення плану. Ручна технологія планування знімала усі обмеження, але потребувала, з одного боку, відповідного підходу до складання планів, а з іншого – була важкою, а плани досить суб'єктивними.

ЕОМ дозволяють використовувати для прогнозування і прийняття керуючих рішень самокоригуючі, самонавчальні і самоорганізуючі моделі. Однією з методик побудови таких моделей є ситуаційно-евристичні методи прогнозування (СЕМП) і нормування (СЕМН). Запропонована методика зводить роль технолога до незначних коректувань плану з метою урахування неформальних обмежень.

Досвід експлуатації автоматизації планування вантажно-вивантажувальних робіт і ведення штатного розкладу служби перевезень у відділі планування перевезень та організації вантажної роботи служби перевезень регіональної філії "Південна залізниця" підтвердив оптимальність і повноту її структури та виконуваних функцій.

УДК 621.391

С. В. Лістровий, В. О. Бруксін, М. С. Курцев

**МОДЕЛЬ РОБОТИ ЛОКАЛЬНОГО ПЛАНУВАЛЬНИКА НА ОСНОВІ
ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ НЕЛІНІЙНОГО БУЛЕВОГО ПРОГРАМУВАННЯ**

S. V. Listrovoy, V. O. Bryksin, M. S. Kurtsev

**MODELING LOCAL SCHEDULER OPERATION BASED ON SOLUTION
OF NONLINEAR BOOLEAN PROGRAMMING PROBLEMS**

Для вирішення великомасштабних обчислювальних завдань у науці, техніці і бізнесі глобальні обчислювальні мережі Grid відкривають перспективу одночасного використання тисяч обчислювальних ресурсів, розташованих у різних адміністративних і географічних областях, які належать різним організаціям. Одним із видів ресурсів Grid є комп'ютерні кластери – група об'єднаних високошвидкісними каналами зв'язку комп'ютерів.

При цьому, розподіляючи ресурси Grid-системи, виникає необхідність визначення мінімальної кількості кластерів, на яких можна виконати задану підмножину завдань та оптимальний розподіл цих завдань всередині самих

кластерів між його обчислювальними вузлами. На першому рівні кілька незалежних брокерів розподіляють обчислювальні завдання на кластери, а на другому рівні кожен кластер розподіляє завдання, присвоєні йому локальним планувальником.

У даних тезах запропоновано процес моделювання роботи кластера Grid-системи з локальним планувальником, який складається із покрокового виконання трьох операцій: 1) імітації надходження завдань на вхід системи; 2) розподілу завдань із черги пулу між ресурсами і повернення тих, що не помістилися, назад у пул; 3) імітації вирішення завдань ресурсами.

УДК 656.2

В. В. Воліков, Д. Ю. Бульдович

**ПОКРАЩЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО
УПРАВЛІННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИМИ ПОЇЗДАМИ**

V. V. Volikov, D. Yu. Buldovych

**IMPROVING AERODYNAMICS AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATED
HUMAN RIGHTS MANAGEMENT**

Сучасний розвиток науки й техніки надає можливість будувати високошвидкісні магістралі для залізничного транспорту, середня швидкість рухомого складу на яких складає 200 км/год, а в окремих випадках понад 550 км/год.

Удосконаленням рухомого складу займаються такі компанії, як Bombardier, Alstom, Siemens, SkyWay та ін. Але актуальною залишається проблема дорожнечі впровадження нових технологій для збільшення швидкості руху поїздів на

залізниці, що й уповільнює розвиток цього напрямку [1, 2].

Для покращення характеристик високошвидкісних поїздів при експлуатації на перспективних високошвидкісних магістралях були проведені дослідження за такими напрямками: 1) удосконалення аеродинаміки форми високошвидкісного рухомого складу; 2) впровадження автоматизованої системи управління, що керує безпілотним рухомим складом та автоматизованою системою охорони й безпеки периметра високошвидкісної магістралі для максимального зниження впливу «людського фактора».

Із застосуванням програмних комплексів SolidWorks Flow Simulation і ANSYS CFD визначено більш досконалу форму головної та хвостової частин високошвидкісного рухомого складу – «качиний ніс», спроектований поїзд має модульне формування, вагони можуть мати від 15 до 52 пас. місць, навантаження на вісь складе близько 12 т/вісь, потужність поїзда для подолання опору середовища при швидкості 400 км/год і масі 395,6 т – 18544 кВт. Зроблено аналіз обтікання поїзда повітряним потоком на швидкості 400 км/год і визначено аеродинамічний коефіцієнт лобового опору, що склав 0,15. Це дозволило вирахувати економічну вигоду при різних моделях руху поїзда з різними швидкісними режимами та зробити

висновки про недоцільність розгону до максимальних швидкостей (350–400 км/год).

Також пропонується застосовувати безпілотне управління спроектованим високошвидкісним поїздом із застосуванням автоматизованої системи управління Sky Way, яка передбачає одночасно управління рухом поїздів, автоматизовану систему охорони та безпеки периметра високошвидкісної магістралі. Комплексний підхід має забезпечити кращі показники експлуатації у порівнянні з традиційною високошвидкісною залізницею, збільшити провізну спроможність і підвищити безпеку руху.

Список використаних джерел

1. Сушков, Ю. С. Проблемы и закономерности развития скоростных железных дорог в мире [Электронный ресурс] / Ю. С. Сушков // Academia. Архитектура и строительство. – 2013. – №1. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-zakonomernosti-razvitiya-skorostnyh-zheleznyh-dorog-v-mire> (дата обращения: 29.03.2018).
2. Струнные технологии Юницкого [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yunitskiy.com> (дата обращения: 29.03.2018).

УДК 004.03

С. І. Доценко

КЛАСИЧНА КІБЕРНЕТИКА: ПРОБЛЕМА САМООРГАНІЗАЦІИ

S. I. Dotsenko

CLASSIC CYBERNETICS: PROBLEMS OF SELF- ORGANIZATION

Н. Вінер визначав кібернетику як теорію про управління в живих організмах і машинах: «Отже, багато нинішніх автоматів мають зв'язок із зовнішнім

світом, що виражається як у сприйнятті вражень, так і у виконанні дій. Вони містять органи чуття, виконавчі органи і якийсь еквівалент нервової системи, що

поєднує передачу інформації від перших до других. Їх цілком можна описувати за допомогою фізіологічних термінів. Не дивно, що автомати і фізіологічні системи можна охопити однією теорією» [1].

При цьому представники наукової школи класичної кібернетики основним предметом дослідження для кібернетичних систем визначали самоорганізацію. У роботі [2] наведено зміст доповідей симпозиуму з проблем самоорганізації, який відбувся у червні 1961 року в університеті Ілінойса. Значення пізнання самоорганізації визначалось так: «За складністю вирішення і наслідками для науки і практики атаки на проблеми самоорганізації можна порівняти з наступом на таємницю атомного ядра. І якщо перша половина ХХ століття увійде в історію науки як епоха фундаментальних відкриттів у галузі ядерної фізики, то друга половина нашого століття, ми сподіваємося, буде ознаменована вирішенням центральної проблеми кібернетики – проблеми самоорганізації» [2, с. 13].

Принцип самоорганізації систем сформовано у доповіді У. Р. Ешбі: «Система

була б такою, яка «самоорганізується», якби позитивний зворотний зв'язок автоматично змінювався б на негативний; вся система перейшла б від поганої організації до гарної. Ясно, що цей тип «самоорганізації» цікавить нас особливо. Що це означає? Перед тим як відповісти на це питання, слід вказати, якщо ми не хочемо постійно перебувати в зняковинні, що жодна машина не може бути такою, яка самоорганізується у цьому сенсі» [2, с. 329].

Виникає проблема, в чому полягає зміст самоорганізації для машин, а також для живих істот?

Список використаних джерел

1. Винер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине [Текст] / Н. Винер. – М. : Советское радио, 1958. – 214 с.
2. Принципы самоорганизации [Текст] / под ред. О. Я. Лернер. – М. : Мир, 1966. – 622 с.

УДК 629.4

М. О. Котов, В. І. Мойсєнко

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

М. О. Котов, В. І. Моїсєнко

IMPROVEMENT OF FUEL AND LUBRICANTS ACCOUNT FOR STORAGE

Кількісні річні дані з використання дизельного палива на Укрзалізниці на 2017 рік склали близько 275 тисяч тонн на тягу поїздів, коли всього з урахуванням виробничих і додаткових потреб використано 318 тисяч тонн. У зв'язку із зростанням цін на дизельне паливо удосконалення методів його обліку і контролю є важливим і актуальним як з боку методів підвищення економічності

використання палива, так і з боку методів підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів.

На Південній залізниці на сьогодні функціонує 10 залізничних депо, які включають до себе від 2 до 8 резервуарів для зберігання дизельного палива. Всього на Південній залізниці задіяно 50 резервуарів із загальною кількістю 16 тисяч тонн для зберігання палива. У цілому ж на

ПАТ «Укрзалізниця» функціонують 83 нафтобази.

З огляду на обсяги і можливий масштаб втрат, сьогодні йде різноманітна автоматизація процесів обліку нафтопродуктів.

Основним недоліком існуючих АРМів і підсистем для автоматизації процесів управління, у тому числі для формування звітностей є введення даних у ручному режимі.

Поряд із цим у зв'язку зі збільшенням кількості вимірювань різних параметрів і характеристик технологічних процесів для їх подальшої обробки та аналізу ми можемо також зіткнутися із проблемою старіння елементної бази комп'ютерних систем і нестачі обчислювальних потужностей.

Ці проблеми пропонується вирішити, використовуючи промисловий (індустріальний) Інтернет речей. Ставка

робиться на впровадження «хмарних» сервісів і максимально можливу автоматизацію технологічних процесів на всіх життєвих циклах підприємства.

Маніпуляція даними датчиків рівня палива, встановленими на вузлах передачі відповідальності, на прикладі локомотивного депо може поліпшити такі показники, як оцінка ефективності роботи маневрових тепловозів, бізнес-логістика і, найважливіше, охорона навколишнього середовища шляхом сигналізації переливів і витоків дизельного палива і подальшого аналізу й усунення виявлених причин.

Мова не йде про обробку швидкодіючих процесів, не кажучи вже про виконавчі, обмежуються лише функціями віддаленого моніторингу та контролю, які не мають при цьому зворотного зв'язку на фізичному рівні.

УДК 65.011.56

Є. П. Павленко

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ТРАНСПОРТІ

Y. Pavlenko

STUDY OF METHODS FOR PROTECTION OF INFORMATION ON COMPUTER SYSTEMS ON TRANSPORT

Специфіка забезпечення інформаційної безпеки суттєво залежить від категорії суб'єкта (державні транспортні підприємства) і спектра інтересів суб'єктів, пов'язаних з використанням інформації. Комплексний підхід до проблеми забезпечення інформаційної безпеки ґрунтується на розробленні для конкретної корпоративної системи політики безпеки, в тому числі способу управління доступом до ресурсів.

Одним із засобів управління інформаційною безпекою є розроблення політики безпеки: сукупність норм, правил

і практичних рекомендацій, що регламентують роботу засобів захисту комп'ютерної системи від заданої множини загроз безпеки. Політика інформаційної безпеки залежить від засобу керування доступом, який визначає порядок доступу до інформації, що використовується при роботі залізничного транспорту.

Для забезпечення цілісності інформації у базах даних комп'ютерних систем необхідно обрати ефективні методи стискання і корекції даних. В основу алгоритмів стискання даних покладено принцип виявлення повторюваних

послідовностей даних і заміни їх простою структурою, в якій вказується код даних і коефіцієнт повторення.

Один із варіантів алгоритму стискання даних передбачає, що у вхідному потоці йде або пара «лічильник - зсув відносно поточної позиції», або лічильник пропущених байтів і їх значення. При розархівзації для пари «лічильник – зсув» копіюються байти з вихідного масиву, отриманого у результаті розархівзації, а число, що дорівнює лічильникові значень пропущених байтів, копіюється до вихідного масиву з вхідного потоку. Даний алгоритм є несиметричним за часом, оскільки вимагає повного перебору буфера

при пошуку однакових підрядків. Складно обробити великий буфер через різке зростання часу компресії. Проте потенційно побудова алгоритму дає можливість стискати всі повторювані підрядки розміром до 32 Кб у буфері розміром 64 Кб.

Процес стискання виглядає так: зчитуються послідовно символи вхідного потоку, виконується перевірка, чи є у створеній таблиці рядків такий рядок; якщо рядок є, то зчитується наступний символ, а якщо рядка немає, то необхідно занести у потік код для попередньо знайденого рядка, занести рядок до таблиці і почати пошук знову.

УДК 538.945+537.312.62

К. А. Котвицька, Л. А. Котвицька

**ПЕРЕХІД ВИДУ МЕТАЛ-ДІЕЛЕКТРИК У МОНОКРИСТАЛАХ
 $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (Re = Y, Ho)**

К. А. Kotvitskaya, L. A. Kotvytska

**METAL-DIELECTRIC TRANSITION IN $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (Re = Y, Ho)
SINGLE CRYSTALS**

У роботі розглянуто вплив структурної релаксації у нестехіометричних купратах на перехід виду метал-діелектрик. Показано, що незалежно від типу іона зменшення вмісту кисню призводить до посилення ефектів локалізації у купратах $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (Re = Y, Ho) та реалізації у системі переходу метал-діелектрик.

Монокристали $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (Re = Y, Ho) вирощували розчин-розплавним методом у золотому тиглі. Для проведення вимірювань були відібрані три кристали: K1, K2 ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$) і K3 ($\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$). Температурні залежності електроопору монокристала K1 у координатах $\ln(\rho ab) - 1/T$ і $1/\rho ab - T^{1/3}$, виміряні безпосередньо після охолодження від високих температур, наведено на рис. 1 кривою 1.

Видно, що критична температура (T_c), яка визначається за серединою надпровідного переходу, дорівнює $T_c \approx 43$ К. При цьому криві 1 були виміряні безпосередньо після зниження температури, а криві 2 і 3 – після поетапного відпалювання при кімнатних температурах протягом 20 годин та витримки зразків при кімнатній температурі протягом 5 діб. Видно, що через 20 годин після витримки зразків при кімнатній температурі їх електроопір знизився, а критична температура зросла. Після подальшої витримки зразків при кімнатній температурі протягом 5 діб електроопір виходив на насичення.

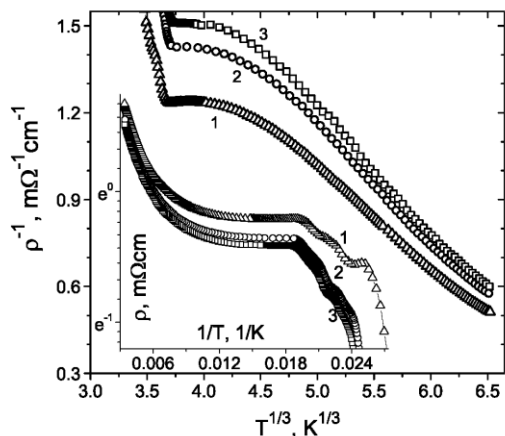


Рис. 1. Температурні залежності електроопору $\rho_{ab}(T)$ монокристала K1 у координатах $\ln(\rho_{ab}) - 1/T$ і $1/\rho_{ab} - T^{1/3}$ для кристала K1

Для аналізу експериментальних кривих $\rho_{ab}(T)$ використали формулу

$$\rho = \frac{\rho_0 + \beta T}{1 - n[1 - \exp(-\Delta E/2kT)]} - \frac{\beta T_c}{T - T_c}, \quad (1)$$

де перше складова описує металевий і напівпровідниковий температурний хід електроопору в нормальному стані, а друга – флуктуаційну надпровідність; n і $1-n$ – частки металевої і напівпровідникової провідності відповідно.

Використовуючи значення параметрів, отриманих з аналізу кривих за

допомогою формули (1), ми розділили вкладення, що відповідають металевій і напівпровідниковій складовим провідності для всіх досліджених зразків. На рис. 2 показані температурні залежності $\sigma_{met}(T)$ і $\sigma_{sc}(T)$, розраховані за формулами (2) з використанням вищезгаданих параметрів:

$$\sigma_1 = \frac{1-n}{\rho_0 + \alpha T} \quad \text{і} \quad \sigma_2 = \frac{n}{(\rho_0 + \alpha T) \exp(\Delta E/2kT)}. \quad (2)$$

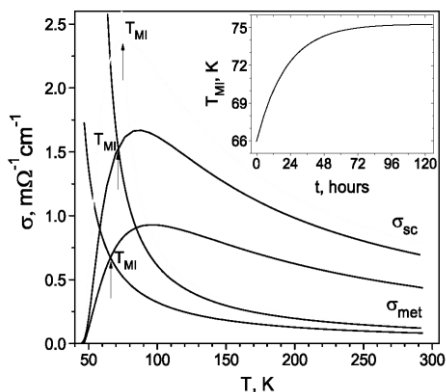


Рис. 2. Температурні залежності металевого і напівпровідникового вкладень провідності $\sigma_{met}(T)$ і $\sigma_{sc}(T)$, виміряні одразу після охолодження зразка від 690 °С та відпалювання при кімнатній температурі протягом 20 годин і 5 днів відповідно. Стрілки вказують температуру переходу метал–діелектрик T_{MI}

Видно, що надпровідний перехід завжди настає після того, як починає

виконуватися нерівність $\sigma_{met} > \sigma_{sc}$. Іншими словами, можна зробити висновок про те,

що в зразках $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($\text{Re}=\text{Y}, \text{Ho}$) надпровідному переходу завжди передують перехід метал–діелектрик. Якщо за точку переходу метал–діелектрик умовно приймати температуру T_{MI} , при якій $\sigma_{\text{met}} = \sigma_{\text{sc}}$, то можна бачити, що збільшення часу відпалювання приводить до істотного зміщення T_{MI} в область високих температур (рис. 2).

На вставці до рис. 2 наведено результати вимірювань часових залежностей релаксації критичної температури для різних фаз у процесі поетапного відпалювання зразків при кімнатній температурі $T_{MI}(t_a)$, де t_a – час відпалювання. Суцільними лініями показані результати розрахунків за формулою

$$T_{MI}(t) = T_{MI}(\infty) + [T_{MI}(0) - T_{MI}(\infty)] \exp[-(t/\tau)^{1/2}] . \quad (3)$$

де $T_{MI}(\infty)$ і $T_{MI}(0)$ – рівноважне і початкове значення температури переходу метал–діелектрик відповідно; τ – характерний час релаксаційного процесу.

Розрахунки, проведені за формулою (3), показали, що досягнення рівноважного значення $T_{MI}(\infty)$ у процесі поетапного відпалювання досягається протягом 8-9 годин. Виявлено, що інтенсивність процесів

структурної релаксації значною мірою залежать від природи рідкоземельного іона. При цьому зниження ступеня допалювання киснем у зразках $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($\text{Re} = \text{Y}, \text{Ho}$) призводить до посилення ефектів локалізації та здійснення у системі переходу метал–діелектрик, який завжди передують надпровідному переходу.

УДК 656.13+621.43+681.51

В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ ДАНИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

V. P. Volkov, I. V. Grytsuk, Yu. V. Grytsuk, Yu. V. Volkov

DETERMINATION OF DATA TYPES OF STRUCTURAL ELEMENTS OF THE INFORMATION SYSTEM OF MONITORING OF THE VEHICLE TECHNICAL STATE

Процес формування та аналізу графів інформаційних структур моделі системи «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» включає до себе такі взаємопов'язані операції: побудову множин структурних елементів на основі моделі предметної області системи; формування матриці семантичної суміжності на множині структурних елементів; побудову орієнтованого графа його інформаційної структури; формування матриці семантичної досяжності на множині структурних елементів; визначення

інформаційних і групових елементів структурних множин; упорядкування груп структурних елементів за рівнями ієрархії; виділення і формування множини ключів та атрибутів у групах даних підсистем; побудову канонічних моделей підсистем баз даних системи.

Визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану транспортного засобу (ТЗ) проводили так: до елементів множини об'єктів автоматизації (O), додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів

автоматизації (V) і відповідним чином індексували їх. У результаті отримали множину елементів для всієї системи моніторингу технічного стану ТЗ:

$$D = \{d \mid l = 1,67\}, P(D) = 67.$$

Елементи множини наведено на рисунку.

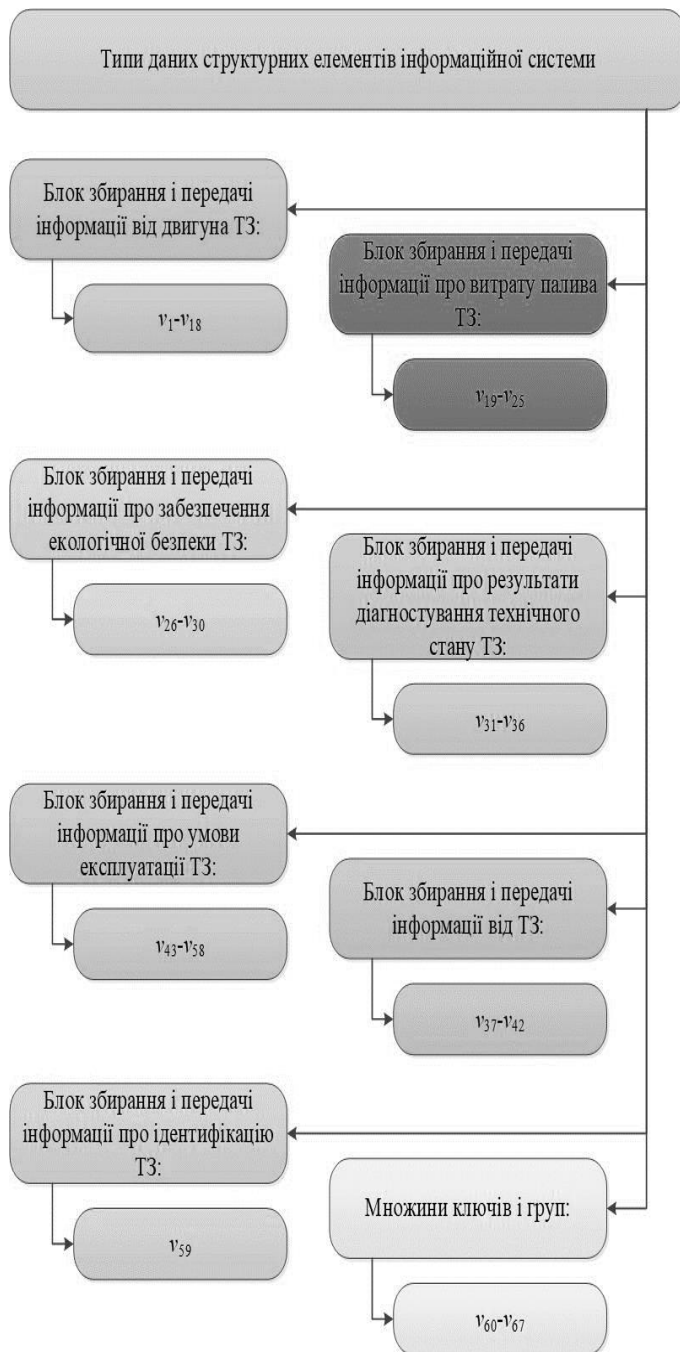


Рис. Типи даних у блоках структурних елементів інформаційної системи

**НАПРЯМОК
«РУХОМИЙ СКЛАД І ТЯГА ПОЇЗДІВ»**

УДК 629.4.083:629.463

Д. І. Волошин, І. М. Афанасенко

**УПРАВЛІННЯ ДИНАМІЧНОЮ СТІЙКІСТЮ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ
З РЕМОНТУ ВАГОНІВ**

D. I. Voloshin, I. N. Afanasenko

**MANAGEMENT DYNAMIC FIRMNESS OF PRODUCTION SYSTEMS
ON REPAIR OF CARS**

В останні роки підприємства залізничного транспорту України функціонують у досить складних умовах з огляду на економічні і технічні фактори. Маючи на увазі, що виробнича система являє собою складну стохастичну систему, додаткова невизначеність зовнішніх умов сприяє накопиченню критичних станів виробництва у часі. Це приводить до ситуації, коли окреме напруження на систему або каскад напружень може «викинути» систему за межі області динамічної стійкості.

Нестационарність поведінки виробничих систем з ремонту вагонів створює передумови до проведення досліджень в області структурної та параметричної адаптації математичного апарата їх формалізації.

У момент часу t для періоду $[t, t + \tau]$ управляюча система з урахуванням передбачуваного стану середовища в цьому періоді $R_{t, t+\tau}$ створює управляючі дії u_t , виходячи з умови досягнення максимуму критерію оптимальності.

Даний критерій може бути формалізований як

$$\Phi(\varphi(x_t, u_t, R_{t, t+\tau})), \quad (1)$$

де φ – функція переходів стану виробничої системи;

x_t – стан виробничої системи в окремий момент часу t .

Тобто виробнича система буде стійкою у часі, якщо для будь-якого наперед заданого $\varepsilon > 0$ існує $\delta > 0$, і при кожних $\tilde{x}_t \in x_t, \tilde{R}_{t, t+\tau} \in R$ з виконання умови

$$\left\| \left(\tilde{x}_t, \tilde{R}_{t, t+\tau} \right) - \left(x_t, R_{t, t+\tau} \right) \right\| \leq \delta, \quad (2)$$

можна визначити

$$\left\| \Phi \left(Y_x(\tilde{x}_{t+\tau}) \right) - \Phi \left(\varphi(x_t, u_t, R_{t, t+\tau}) \right) \right\| \leq \varepsilon, \quad (3)$$

де $\|\dots\|$ – певна виробнича норма;

$Y_x(\tilde{x}_{t+\tau})$ – фактичне значення змінної $x_{t+\tau}$.

При обмеженому відхиленні δ фактичної траєкторії системи від теоретичної показник ефективності її роботи повинен залишатися у межах, які визначаються ε .

Проведені дослідження дають змогу побудови такої технології управління виробничою системою, яка спирається на алгоритми підтримки роботи підприємства в умовах неповної інформації.

УДК 629.42.016.2

Д. С. Жалкін

ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА ПРИБРИДИЗАЦІЇ ЙОГО СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ

D. Zhalkin

DETERMINATION OF THE TRACTION PROPERTIES OF THE DIESEL RAIL VEHICLES DURING THE HYBRIDIZATION OF THE POWER PLANT

Рух дизель-поїзда з комбінованою силовою установкою описується рівнянням балансу сил [4]

$$m \frac{dv}{dt} = F_k - W_k - B, \quad (1)$$

де m – маса дизель-поїзда, кг;
 v – швидкість руху дизель-поїзда, м/с;
 t – значення часу, с;
 F_k – сила тяги, кН;
 B – гальмівна сила, кН;
 W_k – повний опір руху, кН.

Потужність гібридної силової установки, яка використовується для утворення сили тяги F_k , кН

$$N_k = N_{\text{ДВЗ}} \pm E_3 / 3600, \quad (2)$$

де $N_{\text{ДВЗ}}$ – потужність дизеля тепловоза, кВт;
 E_3 – енергія, що витрачається для заряджання накопичувача енергії, мДж.

При використанні додаткової потужності від накопичувача енергії під час розгону дизель-поїзда для забезпечення комфортності пасажирів пропонується урахувати не тільки максимальне допустиме прискорення, але і максимальні допустимі значення ривка j (jerk), м/с³,

$$\vec{j} = \frac{da}{dt} = \frac{\Delta \vec{a}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t^2} = \frac{\Delta x}{\Delta t^3}. \quad (3)$$

Введення обмежень на максимальні значення ривка (до 2-5 м/с³) забезпечує комфортні умови руху пасажирів при скороченні часу руху та витрат палива під час розгону дизель-поїзда.

УДК 629.113.014.9

О. Б. Бабанін, О. В. Буцький

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОВНОПОТОЧНОГО ФІЛЬТРУ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ДИЗЕЛЬНОЇ ОЛИВИ**

О. В. Babanin, O. V. Butskiy

**MATHEMATICAL MODEL FULL STREAM THE FILTER
FOR CLEARING DIESEL OIL**

У процесі роботи дизеля тепловоза постійно відбувається безперервне забруднення оливи та зміна показників її якості. Швидкість забруднення оливи, кількість і склад домішок, що в ній утворюються, безпосередньо впливають на знос і нагароутворення, а в остаточному підсумку на моторесурс і надійність дизеля у цілому [1].

В експлуатації на тепловозах повнопотокові фільтри з елементами "Нарва-6" у системах змащення вузлів тепловозів працюють дуже ненадійно [2]. Виходячи із цього вченими кафедри ЕРРС УкрДУЗТ було запропоновано принципово новий фільтрувальний елемент, виконаний на основі поліпропілену, та розроблено його математичну модель. Основними параметрами цієї моделі є початкове

значення оптичної щільності оливи, швидкість зростання її забрудненості та термін служби фільтра.

На підставі цієї моделі отримано залежності, які дають змогу визначати фільтрувальну здатність поліпропіленових фільтрів від терміну їх роботи на тепловозі.

Список використаних джерел

1. Москалев, П. В. Математическое моделирование пористых структур [Текст] / П. В. Москалев, В. В. Шитов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 214 с.
2. Григорьев, М. А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / М. А. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1993. – 312 с.

УДК 629.424.2:504

С. Г. Жалкін, О. Д. Жалкін

**ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ
З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ**

S. G. Shalkin, O. D. Shalkin

**IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL INDICATORS OF HYBRID
POWER DIESEL TRAINS**

Дизель-поїзди за один оберт мають значну кількість зупинок на станціях і посадкових платформах. Час руху між зупинками може складати 8-10 хвилин, якщо дизель-поїзд працює у приміському русі, а

стоянка – у середньому 3-5 хвилин. На кінцевих станціях (станція обертю) простій може складати декілька годин, а посадка пасажирів відбувається протягом 20-30 хвилин. На стоянках при наближенні до

зупинки, а також при розгоні дизелі потяга працюють на неекономічних режимах з високою питомою витратою палива. На режимах холостого ходу та малих навантаженнях шкідливі речовини мають високий рівень (CO_2 , NO_x та ін.).

При обладнанні дизель-поїзда гібридною силовою установкою роботи на неекономічних режимах під час зупинки на станціях і платформах, наближенні до

зупинки або віддаленні від неї скорочується тривалість роботи на холостому ході, перехідних режимах й малих навантаженнях. Крім економії палива, значно скорочуються викиди шкідливих речовин під час руху по населеному пункту та на зупинках, тому що дизель вимикається, а рух підтримується гібридним гідронакопичувачем енергії.

УДК 629.08: 681.5

Ю. М. Дацун, В. В. Рядковський

ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Y. N. Datsun, V. V. Riadkovsky

FORMATION OF AN ADAPTIVE CONTROL SYSTEM FOR LOCOMOTIVE REPAIR PRODUCTION

Локомотиворемонтні виробництва залізниць України на теперішній час знаходяться у вкрай складному становищі. Тривалий брак коштів призвів до високого ступеня зношеності основних фондів та погіршення кадрового потенціалу виробництв. У той же час у замовленнях на проведення ремонтів окремих вузлів локомотивів починають брати участь невідомчі підприємства різних форм власності. Така ситуація у недалекому майбутньому може призвести до перерозподілення програми ремонту локомотивів на користь невідомчих підприємств.

Підвищення ефективності роботи і конкурентоспроможності локомотиворемонтних виробництв залізниці має здійснюватись завдяки комплексному вирішенню ряду стратегічних питань. У першу чергу необхідна зміна принципів фінансування ремонтної складової, модернізація та оновлення основних фондів, удосконалення систем управління ремонтними виробництвами.

Ефективне вирішення таких питань можливе за рахунок впровадження автоматизованих систем управління та підтримки прийняття рішень. Високий ступінь зношеності локомотивів призводить до того, що до моменту їх надходження у ремонт заздалегідь неможливо визначити необхідний обсяг відновлювальних робіт. У таких умовах особливої актуальності набувають питання розроблення методологічних і методичних основ розвитку адаптивного механізму управління у першу чергу організаційною структурою ремонтних виробництв. Нелінійність таких виробництв обумовлена виникненням синергетичного ефекту функціонування системи як результату спільної дії її підсистем й елементів. Це виражається у тому, що системі притаманні не тільки якості кожної її складової, а й ряд принципово нових властивостей, системних якостей, породжених взаємодією цих частин.

Для формування адаптивної системи управління ремонтними виробництвами пропонується застосування мультиагентних

технологій, що враховують невизначеність щодо обсягу відновлювальних робіт по рухомому складу.

УДК 629.424.2

О. О. Анацький

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПУСКУ ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА ЧМЕЗ

О. О. Anatskyi

MODERNIZATION OF THE DIESEL SYSTEM START OF CHMEZ

Для пуску двигуна внутрішнього згорання використовуються головним чином електрична енергія (електропуск) та енергія стисненого повітря (пневматичний пуск). У рідких випадках застосовується також енергія вибуху (піротехнічний пуск), кінетична енергія обертючих мас (інерційний пуск) або енергія деформованої пружини та ін.

Електростартерна система пуску тепловозних дизелів являє собою найважливішу складову частину систем, що забезпечують запуск дизеля. Від технічного стану системи пуску дизеля залежить безперебійна робота залізничного транспорту в цілому.

Недосконалість систем пуску маневрових тепловозів головним чином пояснюється застосуванням застарілих підходів і методів при їх проектуванні та розрахунках [1].

Вищевказана ситуація визначає актуальність і важливість проведення науково-дослідних робіт, спрямованих на подовження строку служби акумуляторних батарей маневрових тепловозів і застосування нового схемотехнічного рішення системи пуску тепловозних дизелів.

Електростартерна система пуску тепловозних дизелів має недоліки – великий обертальний момент, який

розвивається при пуску дизеля для подолання моменту опору провертання колінчастого вала, призводить до наростання пускових струмів пікових значень. Це тягне за собою зниження строку експлуатації акумуляторної батареї і підвищення зносу пар тертя валопроводів і зубчастих передач [2].

Пропонується під час модернізації пускових і регулювальних систем тепловозів встановлювати декомпресор, що дасть змогу зменшити насосні втрати в циліндрах. Це призведе до зменшення витрати палива та збільшення економічності роботи двигуна, а також підвищить надійність акумуляторних батарей.

Список використаних джерел

1. Диагностика и регулировка тепловозов [Текст] / А. З. Хомич, С. Г. Жалкин, А. Э. Симсон, Э. Д. Тартаковский. – М.: Транспорт, 1977. – 222 с.

2. Анацький, О. О. Аналіз факторів, впливаючих на пускові характеристики дизельних двигунів тепловозів та допоміжних пристроїв для полегшення пуску [Текст] / О. О. Анацький, С. В. Бобрицький // Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту імені Володимира Даля. – Северодонецьк, 2015. – № 1(218). – 215 с.

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДИНАМІКИ СЕРЕДНІХ І РЕГРЕСІЙНИХ РІВНЯНЬ
З ІНДИКАТОРНИМИ ЗМІННИМИ ДЛЯ ОЦІНКИ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ
ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТЕПЛОВОЗІВ**

V. Kovalenko

**APPLICATION OF THE METHOD OF DYNAMICS OF THE MEAN AND REGRESSION
EQUATIONS WITH INDICATOR VARIABLES FOR EVALUATING THE EFFICIENCY
OF RELIABILITY INDICATORS OF LOCOMOTIVES**

Ефективність тягового рухомого складу (ТРС) зумовлюється ефективністю функціонування системи поточного ремонту (ТОР), яка характеризується кількістю несправних одиниць (ТРС) у кожний момент часу. Моделювання системи ТОР тепловозів можна провести на основі нестационарних марківських процесів із безперервним часом, для чого складається система диференціальних рівнянь Колмогорова-Ланчестера. При цьому враховується, що інтенсивності переходу із стану в стан, а також імовірності знаходження тепловозів у кожному із станів залежать від сезону їх експлуатації:

$$\lambda_{ij} = f(t), \quad \mu_{ij} = f(t), \quad P_{ij} = f(t).$$

Інтенсивності потоків λ та μ визначені за статистичними даними про експлуатацію приписного парку тепловозів по різних зонах експлуатації, умовно розділених на Східну, Західну, Південну та Північну. Розв'язання системи рівнянь дозволяє одержати комплексні оцінки показників надійності тепловозів, а отже, і ступень завантаження системи ТОР ТРС для

стаціонарного режиму у різні сезони експлуатації.

Відповідно до вищевказаної методики по зонах експлуатації були проведені розрахунки ймовірностей знаходження тепловозів на технічному обслуговуванні ТО-3 ($P_{ТО-3}$), поточному ремонті ПР-1 ($P_{ПР-1}$), а також неплановому ремонті ($P_{НР}$) – комплексного показника надійності тепловозів, знаючи при цьому, який можна розрахувати коефіцієнт готовності K_G .

Надати кількісну оцінку сезонним змінам K_G можна на основі регресійних рівнянь, в яких результативна ознака Y розглядається залежно від ряду факторів X_i ($i=1,2,K$) і фіктивних змінних d_i ($i=1,2,z$). Останні відображують кількісні розрізнення у формуванні результативної ознаки за окремими класами спостережень.

Відповідно до даної методики були одержані регресійні рівняння з фіктивними змінними, на основі яких кількісно оцінено сезонні коливання K_G по кожній із зон експлуатації тепловозів.

УДК 629.46

О. С. Крашенінін, О. В. Пономаренко

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТРИМАННЯ НЕТЯГОВОГО
РУХОМОГО СКЛАДУ**

О. Krashenin, O. Ponomarenko

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR THE MAINTENANCE
OF NON-TRACTION ROLLING STOCK**

Сучасний нетяговий рухомий склад (вагони) являє собою складну систему, ресурс якої лімітують декілька основних елементів (вузлів).

З нормативної документації залежно від найменування вузлів можна визначити час і витрати на проведення діагностування їх технічного стану, час на можливу заміну при профілактичному ремонті (при відмові), а також вартість кожного вузла, що дозволяє оцінити прибуток від експлуатації вагона за весь термін його використання. А для складних замінюваних вузлів визначити витрати, які залежать від припрацювання після чергової заміни їх зношених деталей. Заміна деяких деталей по мірі їх відмови в більшості випадків економічно недоцільна, оскільки веде до частих зупинок вагона для розбирання вузлів, тривалих простоїв і у зв'язку з цим до зростання витрат на ремонт. Час простоїв, у період яких вагон не працює, не приносить підприємству прибуток, тому замість замін через відмови окремих деталей доцільні профілактичні заходи, що будуються на об'єднанні декількох дострокових замін деталей у вузлах

одночасно. Для вибору варіанта групування деталей при їх одночасній заміні пропонується використовувати критерій мінімуму сумарних витрат на проведення замін для забезпечення ресурсу вагона за базовою деталлю – рамою вагона.

Введення профілактичних замін, з одного боку, зменшує час на заміну, оскільки вона здійснюється групою елементів (або складальними одиницями), зменшує витрати на припрацювання, бо тільки розбирання-збирання елементів вагона (без їх розукомплектування) знижує термін їх використання до 40 % внаслідок порушення характеру сполучень та взаємного розташування поверхонь, які припрацювались. З іншого боку, одночасна заміна декількох елементів різної довговічності приводить до зростання витрат від неповного використання ресурсів деталей та недоотримання прибутку від експлуатації вагона.

Вирішення даного протиріччя є основою створення оптимальної системи замін деталей вузлів вагона, яка забезпечить мінімум витрат на ремонт за весь час експлуатації.

УДК 629.424.3:621.436–61

А. О. Каграманян, Д. О. Аулін, О. В. Басов

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ
ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОЧИЩЕННЯ СИСТЕМ ДИЗЕЛЯ І ТЕПЛОВИЗА**

A. A. Kagramanian, D. A. Aulin, A. V. Basov

**EFFICIENCY IMPROVEMENT OF LOCOMOTIVE-TYPE DIESEL ENGINE
OPERATION DUE TO INTRODUCTION OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES
FOR CLEANING DIESEL AND DIESEL LOCOMOTIVE SYSTEMS**

Під час експлуатації тепловозів на поверхнях елементів систем дизеля і тепловоза відбувається відкладення і накопичення забруднень різного складу та різних механізмів утворення. Накопичення відкладень на елементах систем дизеля і тепловоза призводить до зміни характеристик і показників роботи силової установки, а в окремих випадках може істотно впливати на ресурс дизеля в цілому.

Для вирішення цієї проблеми фахівцями Українського державного університету залізничного транспорту, локомотивного господарства, НВП «ТОР» розроблено й апробовано технологію безрозбірного очищення паливних системи і циліндро-поршневої групи з

використанням спеціальної миючої рідини.

Підсумком експериментальних робіт із застосування технології безрозбірного очищення є обґрунтована періодичність її планового проведення під час технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів, а також рекомендації щодо застосування технології при раптових змінах технічного стану дизелів тепловозів.

Крім того, за алгоритмом, аналогічним із тим, що використовувався при розробленні та впровадженні технології безрозбірного очищення паливних систем і паливної апаратури, доцільним є розроблення технологій безрозбірного очищення для систем охолодження і газоповітряної системи.

УДК 629.4; 621.436

Д. Е. Сулежко, А. П. Фалендиш, А. Л. Сумцов, Д. А. Іванченко

**МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ВИБОРУ СТЕНДА
ДЛЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ**

D. Sulezhko, A. Falendysh, A. Sumtsov, D. Ivanchenko

**MODEL OF DECISION-MAKING CHOICE OF STAND FOR ECOLOGICAL
AND ENERGY TESTS**

Глобальна проблема людства – негативна динаміка зміни екологічного стану атмосфери. Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) є одними з найголовніших

джерел забруднення. У зв'язку з цим постійно проводяться пошуки шляхів покращення екологічних та енергетичних показників роботи ДВЗ.

Для проведення випробувань з вимірювання еколого-енергетичних показників, що включають до себе показники потужності, витрати палива, вмісту шкідливих речовин та димності відпрацьованих газів, існують випробувальні лабораторії. Дані лабораторії мають необхідні випробувальні стенди та за необхідністю газоаналізatori і димоміри.

Велика різноманітність випробувальних стендів, газоаналізatori і димомірів, що представлена на вітчизняному ринку, дає змогу по-різному комбінувати поєднання моделей стендів і приладів. Тому залежно від необхідних умов проведення еколого-енергетичних випробувань слід обирати найбільш відповідне поєднання моделей.

До головних критеріїв вибору випробувального стенда, газоаналізatori та димоміра можна віднести вартість, час проведення випробувань і вагу пристроїв.

Для створення моделі прийняття рішення з вибору необхідного стенда розраховані раціональні коефіцієнти головних критеріїв для усіх проаналізованих варіантів. На основі даних коефіцієнтів можливо визначити оптимальний варіант проведення еколого-енергетичних випробувань або варіант, що найбільше підпадає під певний критерій.

Оптимальним поєднанням випробувального стенда, газоаналізatori та димоміра стане варіант, коли результуючий коефіцієнт, що складається із суми множень вагового коефіцієнта на коефіцієнт критерію, буде мінімальним.

Таким чином, на сьогодні оптимальним варіантом проведення еколого-енергетичних випробувань ДВЗ стане умова використання випробувального стенда моделі КС276-03, газоаналізatori Altair 4X та димоміра МЕТА-01МП 0.2Т.

УДК 621.436

В. І. Мороз, О. В. Братченко

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗМУ ПРИВОДА КЛАПАНІВ ВИСОКОБОРОТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ ШТОВХАЧІВ

V. I. Moroz, O. V. Bratchenko

RESULTS OF THE STUDY ON THE ESTIMATION OF THE EFFICIENCY MECHANISM VALVE OF HIGH-VEHICLE TRANSPORT DIESELS WITH DIFFERENT TYPES OF PUSHERS

Обґрунтовано актуальність науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок, які спрямовані на забезпечення якісних газообмінних процесів у циліндрах чотиритактних транспортних дизелів ДТНА1 вітчизняного виробництва з метою поліпшення їх техніко-економічних показників. Особливістю конструкції привода клапанів таких дизелів є верхнє розташування розподільного вала, безударні газорозподільні кулачки якого взаємодіють із плоскими циліндричними штовхачами. Розглянуто перспективи використання

нових патентозахищених штовхачів. На відміну від існуючих їх конструкція має задану криволінійну увігнуту поверхню контакту з кулачком. Наведено результати порівняльного аналізу законів руху клапанів дизеля ДТНА1 при використанні традиційних і запропонованих штовхачів. Показано, що при використанні нових штовхачів суттєво збільшується час-переріз клапанів на початковій фазі їх руху, що забезпечує поліпшення газообмінних процесів у циліндрах дизеля.

УДК 621.833:629.423.2

А. В. Павшенко

**РОЗРОБЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ДЕКОМПОЗИЦІЙНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ
ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ СУЧАСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

A. V. Pavshenko

**DEVELOPMENT FUNCTIONAL-DECOMPOSITION CLASSIFICATION TRACTION
DRIVERS OF THE MODERN ROLLING-STOCK**

Однією з основних складових частин конструкції тягового рухомого складу (ТРС), що безпосередньо впливає на якість його роботи, є тяговий привід (ТП). На сьогодні існує велика кількість різних конструкцій ТП, що обумовлено особливостями експлуатації ТРС, типом струму та ін. У загальному вигляді конструкцію механічної частини ТП можна розділити на тяговий електричний двигун (ТЕД), тягову зубчасту передачу (ТЗП) та механізми, що з'єднують ТЕД з ТЗП і ТЗП з колісною парою.

Наведено удосконалену класифікацію тягових приводів, яка складається з п'яти ієрархічних рівнів. З них I, III і V описують особливості побудови або конструктивного виконання відповідних декомпозиційних складових верхніх ієрархічних рівнів. У свою чергу II і IV рівні описують відповідно основні модулі конструкції та їх базові елементи.

Такий підхід дозволяє отримати формалізовані описи особливостей конструкції та побудови окремих елементів ТП, що має важливе значення для вирішення завдань їх удосконалення.

УДК 629.424.3

К. В. Іванченко

**ВИКОРИСТАННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ВАЛІВ ДЛЯ
ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕХАНІЗМУ
ГАЗОРОЗПОДІЛУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВОЗІВ З ДИЗЕЛЕМ Д49**

K. Ivanchenko

**USE OF MODERNIZED CAMSHAFTS FOR THE IMPROVEMENT
OF CHARACTERISTICS OF FUNCTIONING OF THE DIESEL POWER PLANTS D49
VALVE CONTROL**

Обґрунтовано актуальність робіт, спрямованих на удосконалення конструкції розподільних валів енергетичних установок з дизелем Д49 на основі запропонованих технологій проектування. Визначено основні параметри базової кривої прискорень штовхача привода впускних і

випускних клапанів. На основі отриманих результатів проведено комплексні дослідження з моделювання характеристик функціонування кулачкових механізмів газорозподілу енергетичних установок тепловозів типу Д49 з удосконаленим розподіленням валом, а також виконано

оцінювання показників механічної напруженості основних елементів конструкції клапанного привода. Розраховано координати конструктивних профілів нових патентозахищених кулачків привода впускних і випускних клапанів енергетичних установок тепловозів з дизелем Д49 із використанням отриманих кінематичних характеристик штовхачів. Отримано таблиці координат, які є базою для виготовлення запропонованих газорозподільних кулачків в умовах залізничних підприємств України. Також проведено моделювання динамічних

характеристик кулачкових механізмів привода впускних і випускних клапанів, результати якого підтверджують виконання умови без розривності кінематичних ланцюгів механізмів привода клапанів.

Отримані результати підтверджують, що використання у конструкції енергетичних установок тепловозів Д49 розподільних валів з новими безударними газорозподільними кулачками забезпечує високі значення «часу-перерізу» клапанів, безударну динаміку клапанного привода при виконанні усіх вимог та обмежень.

УДК 621.81

В. С. Тищенко, В. І. Громов, М. М. Одегов

**ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ
ЙМОВІРНОСТЕЙ ВИНИКНЕННЯ ЗНОСІВ ТЯГОВИХ ЗУБЧАТИХ ПЕРЕДАЧ
МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

V. S. Tishchenko, V. I. Gromov, M. M. Odehov

**DEFINITION AND ANALYSIS OF THE LAWS OF THE DISTRIBUTION OF
PROBABILITIES OF WEAR OF TRACTION GEAR GEARS OF MOTOR-VEHICLE
ROLLING STOCK**

Розглянуто особливості проведення статистичного аналізу результатів обміру зубців шестерен і коліс тягових зубчатих передач електропоїздів EP2, EP2P та EP2T, які експлуатуються на Південній залізниці. За трирічний період експлуатації (2015-2017 рр.) у зведеній таблиці у формі масивів для шестерен і коліс із відповідним номером і серією рухомого складу наведено значення товщин зубців за ділильними хордами. За результатами статистичної обробки наведених масивів

сформовані відповідні матриці, елементами яких є ймовірності появи тих чи інших зносів, відповідні до них математичні очікування, а також загальна дисперсія. З використанням отриманих матриць для тягових зубчатих передач розглянутих серій електропоїздів були побудовані гістограми і відповідні закони розподілу ймовірностей виникнення того чи іншого зносу. Розглянуто перспективи використання отриманих результатів при прогнозуванні залишкового ресурсу.

УДК 621.81

В. В. Захарченко

**РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ЗУБЦІВ ТЯГОВОЇ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ
ШВИДКІСНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА**

V. Zaharchenko

**CALCULATION OF DETECTION OF RAILWAY TRACKS OF TRANSMISSION OF
SPEED ELECTRICITY**

У доповіді розглянуто обґрунтування вибору значень коефіцієнтів динамічного навантаження K_{HV} і K_{FV} при розрахунках зубчастих передач тягових приводів залежно від властивостей різних схем, що застосовуються у конструкціях швидкісних електровозів. Виконано аналіз особливостей технічних рішень швидкісних локомотивів, існуючих систем тягового привода швидкісного рухомого складу та показано, як впливає вибір основних технічних рішень на динамічні показники роботи тягового привода.

Отримано висновки, що по динамічних навантаженнях всіх основних вузлів привода (двигуна, корпусу редуктора, зубчастої передачі, муфти), а

також по навантаженнях на шлях найгіршим за динамічними властивостями виявляється тяговий привід з опорно-осьовим підвішуванням двигуна і жорсткою передачею (класу I), а найкращим – з опорно-рамним підвішуванням двигуна і редуктора (класу III). Приводи класу II займають проміжне положення за всіма показниками.

Виконані розрахунки міцності зубців демонструють вплив значень коефіцієнтів динамічного навантаження K_{HV} і K_{FV} на масогабаритні показники тягової зубчастої передачі при інших рівних умовах. Надано рекомендації щодо вибору вказаних коефіцієнтів при заданих міжосьовій відстані та матеріалі зубчастих коліс.

УДК 531.16:629.4.067

Н. А. Аксьонова, О. В. Оробінський

**АНАЛІЗ КІНЕМАТИКИ РУХУ КОЛІСНОЇ ПАРИ У ВИПАДКАХ
СХОДУ З РЕЙОК**

N. Aksenova, A. Orobinsky

**ANALYSIS OF THE KINEMATICS OF THE MOVEMENT OF A WHEEL PAIR
IN CASES OF DERAILMENT**

Схід вагонів з рейок – найбільш небезпечний інцидент, що приводить до тяжких наслідків. Небезпека полягає у тому, що виявити його для своєчасної зупинки поїзда досить складно, бо в даний час відсутні надійні системи розпізнавання

сходів. Тому вирішення проблеми своєчасного виявлення сходу вагонів має важливе як економічне, так і соціальне значення.

Побудова кінематичної моделі руху колісної пари після її сходу дозволить у

подальшому сформувати основні діагностичні ознаки сходу, а також на базі цієї моделі побудувати діагностичну модель сходу колісної пари.

У роботі визначається траєкторія руху колісної пари після її сходу з рейок, складається аналітичний вираз, що зв'язує рух колеса з параметрами верхньої будови колії (шпальної решітки), та виконується кінематичний аналіз руху колеса по верхній будові колії після сходу.

Висновки:

1. Визначено графічним способом траєкторію руху колеса після сходу його з рейок по шпальній решітці, яка виглядає як циклічна комбінація прямолінійних ділянок і сегментів кіл.

2. Отримано аналітичний вираз, що характеризує сход, пов'язує параметри верхньої будови колії (шпальна решітка) і колеса. Показано, що амплітуда і частота коливань колісної пари при її сході залежать від діаметра колеса, ширини горизонтальної поверхні шпали і відстані між осями шпал.

3. Виконано кінематичний аналіз руху колісної пари після її сходу.

Таким чином, розроблена кінематична модель руху колісної пари після її сходу визначає основні діагностичні ознаки сходу вагонів з рейок і дозволяє використовувати її у подальшому для побудови діагностичної моделі та створення датчиків сходу.

УДК 539.2: 621.9.047.7/785.5, 621.81

О. В. Надтока

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ КОНТАКТНОЇ ВТОМИ В ПІДШИПНИКАХ КОЧЕННЯ

E. Nadтока

FEATURES OF THE MANIFESTATION OF CONTACT FATIGUE IN ROLLING BEARINGS

Контактна втома при коченні – основна причина виходу з ладу підшипників кочення та інших деталей механізмів. На відміну від контактної втоми при коченні, при дослідженні поверхневої контактної втоми при коченні необхідно розглядати область, близьку до поверхні контакту (глибиною кілька мікрометрів), яка сильно піддається впливу локальних поверхневих напружень, пов'язаних з геометричними особливостями поверхні: шорсткістю, відхиленнями форми, вм'ятинами тощо. Вивчається розвиток поверхневого руйнування від втоми роликотідшипників шляхом моделювання механізму поширення руйнування, що спостерігається в експериментах, а також досліджується

розвиток поверхневої контактної втоми при коченні шляхом моделювання контакту та взаємодії з мікроушкодженнями поверхні, які створюють концентрації напружень.

При дослідженні руйнування при контакті кочення виконувалося моделювання початкової вм'ятини на доріжці кочення. За допомогою багатоступінчастого процесу моделювання може бути вивчений процес напружень від втоми для подальшої обробки з урахуванням критеріїв втоми, з метою оцінити руйнування від втоми, накопичене від початку випробування до поточного циклу навантаження. Експерименти проводилися на конічних роликотідшипниках. Експериментальні результати показали, що у випадку конічного роликотідшипника викрашування

поширюється спочатку поперек доріжки кочення, тобто в напрямку, перпендикулярному коченню. У загальному випадку в підшипниках з лінійним контактом найбільші напруження спостерігаються на бічних краях вм'ятини. Ці підвищені напруження стимулюють поперечне поширення ушкодження під час його початкової стадії.

Таким чином, можна зробити висновок, що у підшипнику з попередньо нанесеними вм'ятинами під впливом підвищених напружень на краях ушкодження виникають у напрямку, перпендикулярному до напрямку кочення, тобто первісне викрашування поширюється поперек доріжки кочення.

УДК 539.2: 621.9.047.7/785.5, 621.81

О. В. Оробінський, Н. А. Аксьонова

МЕТОДИКА ПРИСКОРЕНИХ ВИПРОБУВАНЬ НИЖНЬОЇ ГОЛОВКИ ШАТУНА

A. Orobinsky, N. Aksenova

METHOD OF APPROVED TESTS OF THE LOWER PIPE

З метою зменшення витрат мастила транспортного форсованого дизеля були суттєво зменшені кінцеві вирізи в гільзі циліндра, необхідні для повертання шатуна.

У результаті зразковий шатун, потрібний для роботи з циліндром із зменшеними вирізами, значно змінився у зоні сполучення нижньої головки із стержнем. Товщина тіла нижньої голівки в указаній зоні зменшилась з 12 до 3,2 мм, а для збереження жорсткості до серединного ребра серійної головки були додані ще два ребра.

Для порівняльної оцінки надійності серійного та зразкового шатунів розроблено методику прискорених випробувань.

Для обрання схеми навантажень і випробувань проведено статичне тензометрування нижніх головок шатунів.

При стисканні силою 150 кН найбільше стискувальне напруження у серединному ребрі обох шатунів складало 140 МПа. При розтягу силою 15 кН найбільше розтягувальне напруження у ребрі серійного та зразкового шатунів склало відповідно 83 і 140 МПа. Навантаження при тензометруванні відповідало робочому циклу двигуна. У зв'язку із низьким рівнем отриманих напружень порівняно з границею втомленості (380 МПа) для сталі 18Х2Н4ВА та малою різницею у напруженому стані порівнювальних конструкцій прискорені випробування проводились при навантаженні у 5-6 разів вище експлуатаційних. Випробування на розтяг проводились на базі $10 \cdot 10^6$ циклів, а на стиск – $5 \cdot 10^6$ циклів.

Порівняльні шатуни пройшли випробування без нарікань, що дозволило рекомендувати їх до впровадження.

УДК 656.259/519.7

О. М. Ананьєва

ВИДИ ЗАВАД, ЩО ДІЮТЬ У КАНАЛІ ЗВ'ЯЗКУ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

О. М. Ananieva

TYPES OF INTERFERENCES WHICH WORK IN A COMMUNICATION CHANNEL OF SYSTEMS OF RAILWAY AUTOMATIC EQUIPMENT

Найважливішим із показників роботи систем залізничної автоматики є забезпечення завадостійкого приймання інформаційних сигналів, що спостерігаються на тлі сукупності завад, склад і характеристики яких динамічні і малопередбачувані. Всеосяжна модель заводової обстановки містить у собі компоненти, що носять як адитивний, так і мультиплікативний характер. При цьому сукупність заводових компонент, властива залізницям змінного струму, частково відрізняється від аналогічної сукупності, властивій залізницям постійного струму. На залізничному транспорті найпоширенішими завадами є імпульсні завади, викликані намагнічуванням кінців рейок і гостряків стрілок, завади, обумовлені близьким розташуванням залізничної колії та лінії електропередач, а також адитивні стаціонарні випадкові завади, що мають гаусівську щільність розподілу ймовірностей миттєвих значень.

При цьому адитивна суміш спостерігається у вигляді напруги u на затискачах приймальних обладнань (t – час):

$$us(t) + v_P(t) + v_E(t) + n(t), \quad (1)$$

де s – корисний сигнал;

v_P – імпульсна завада;

v_E – завада від ЛЕП;

n – гаусівська стаціонарна випадкова завада.

Завада від ЛЕП може бути описана таким виразом:

$$v_E(t) = U_{mE} \cdot \sin(\omega_E t + \varphi_E), \quad (2)$$

де U_{mE} – амплітуда завади;

ω_E – кутова частота напруги ЛЕП, це відомий параметр;

φ_E – початкова фаза завади від ЛЕП.

УДК 621.391:681.518

*О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв,
В. О. Сотник (Південна залізниця)*

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ РОЗПІЗНАВАННЯ КОДІВ АЛСН

О. М. Ananieva, M. M. Babaiev, V. A. Sotnyk

NEURAL NETWORK MODEL OF RECOGNITION OF CODES OF THE AUTOMATIC LOCOMOTIVE ALARM SYSTEM

Наведено результати розроблення та дослідження нейромережевої моделі розпізнавання часових параметрів

імпульсів, що призначена для побудови ефективного пристрою дешифрування кодів АЛСН.

Показано, що з урахуванням можливої реалізації моделі програмно-апаратними засобами доцільно перейти від безперервного до дискретного часу. Тоді до структури технічних засобів буде входити аналого-цифровий перетворювач сигналу (АЦП), який виконує відображення

$$U_{ALCH}(t) \rightarrow U_{ALCH}(t_i), \quad (1)$$

де період дискретизації АЦП $T = t_{i+1} - t_i$.

Окрім АЦП, дешифратор складається із двох функціональних частин: перетворювача тривалість-амплітуда (ПТА) та нейронного елемента розпізнавання (НЕР). Найбільш простою моделлю

ПТА є вираз, який відтворює лінійну залежність між тривалістю імпульсу або інтервалу:

$$R(t_i) = \begin{cases} R(t_{i-1}) + kT, & \text{якщо } U_{ALCH}(t_i) = 1, \\ R(t_{i-1}) - kT, & \text{якщо } U_{ALCH}(t_i) = 0 \end{cases}, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт нахилу лінійної функції;
 $R(t_{i-1})$ – амплітуда сигналу ПТА в попередній момент часу.

Для реалізації дешифратора обрано нейронну мережу з топологією 1-3-1 та логістичною функцією збудження нейронів. Модель може бути застосовано для розпізнавання інтервалів різної тривалості.

УДК 629.4.083:629.424.2

В. С. Блиндюк, М. М. Бабаєв

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІСКРОВОГО СТРУМУ ТЯГОВОГО ДВИГУНА

V. S. Blyndiuk, M. M. Babaiev

MATHEMATICAL MODEL OF SPARK CURRENT OF THE TRACTION ENGINE

У процесі експлуатації тягових двигунів (ТЕД) взаємопов'язаність електромагнітних процесів дає підстави вважати, що явища, які мають місце на поверхнях контакту щіток із колектором, створюють у струмі живлення специфічні

складові, які містять інформацію як про ці явища, так і про характер комутації окремих секцій або їх груп. Запропоновано схему заміщення ТЕД (рисунок), що дозволило описати інформативну щодо іскріння компоненту живильного струму.

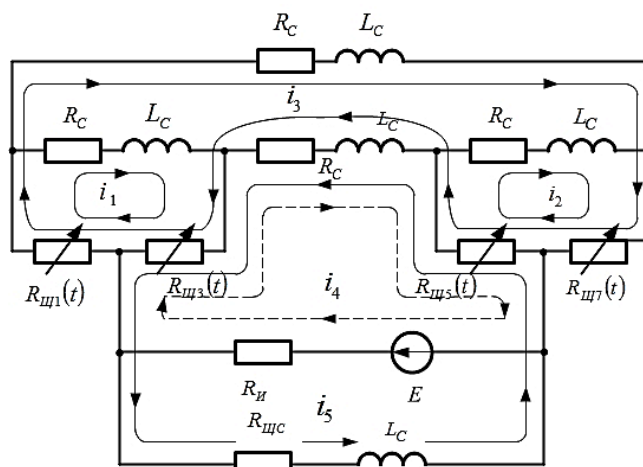


Рис. Спрощена схема заміщення тягового двигуна

Для схеми розроблено математичну модель іскрового струму ТЕД, що дозволяє встановити взаємопов'язаність електромагнітних процесів у двигуні з явищами, які мають місце на поверхнях контакту щіток

із колектором і створюють у струмі живлення специфічні складові, які містять інформацію як про ці явища, так і про характер комутації окремих секцій.

УДК 621.331

*О. І. Семененко, О. Д. Супрун,
В. В. Панченко, Ю. О. Семененко*

ЗАМКНЕНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ З АФС

*О. І. Semenenko, O. D. Suprun,
V. V. Panchenko, Y. O. Semenenko*

CLOSED SYSTEM OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION OF THE TRANSFORMATION UNIT WITH AFS

Ефективність роботи системи тягового електропостачання залізниць постійного струму в умовах зростання швидкостей і вантажопотоків залежить від вирішення проблеми поліпшення електромагнітної сумісності та підвищення якості енергії живлення ЕРС, для чого пропонується застосувати в складі перетворювального агрегату тягової підстанції активний фільтр-стабілізатор (АФС) послідовного типу.

Мостовий перетворювач напруги АФС включений послідовно з основною випрямною установкою тягової підстанції, яка являє собою некерований дванадцятипульсний випрямляч. Система керування АФС з іншими елементами силової ланки АФС утворює замкнену САР, яка забезпечує активну фільтрацію і стабілізацію вихідної напруги тягової підстанції. Живлення перетворювача АФС здійснюється від ємнісного накопичувача енергії, включеного в діагональ моста. Для заряду ємнісного накопичувача передбачений трифазний мостовий

випрямляч потужністю 10 % від потужності основною випрямною установкою.

Пропонується також застосувати m -фазну структуру перетворювача напруги АФС послідовного типу, за рахунок чого буде підвищена в m разів частота ШІМ. При підвищенні частоти модуляції поліпшується якість стабілізації і швидкодія САР в перехідних режимах, а також якість формування напруги компенсації, що дозволить більш ефективно знижувати змінну складову вихідної напруги підстанції.

У результаті досліджень встановлено, що для підвищення ефективності тягового електропостачання постійного струму на ділянках з інтенсивним і швидкісним рухом доцільним є застосування замкненої САР напруги перетворювального агрегату з АФС. Вона забезпечує ефективне подавлення змінної складової вихідної напруги в широкому діапазоні частот, а також в умовах різкозмінних режимів навантаження підтримує її стабільний рівень на виході тягової підстанції.

УДК 629.424

С. Г. Буряковський, А. С. Маслій, Д. П. Помазан

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГІБРИДНОГО ТЕПЛОВОЗА НА ІМІТАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ

S.G. Buriakovskiy, A.S. Maslii, D.P. Pomazan

RESEARCH OF THE WORK OF THE HYBRID DIESEL LOCOMOTIVE ON THE SIMULATION MODEL

Для різних умов експлуатації раціональні режими водіння поїздів мають суттєві особливості. Це не дозволяє рекомендувати один режим ведення поїзда як оптимальний для всіх практично можливих умов руху по ділянці, оскільки навіть на одній і тій самій ділянці ці умови часто змінюються. Крім того, характеристики електричних машин і конкретних локомотивів залежно від їх технічного стану можуть у певних межах

відрізнятися від відповідних паспортних даних. Все це разом із відсутністю досвіду експлуатації гібридних тепловозів на залізницях України обумовлює необхідність створення імітаційної моделі такого локомотива для дослідження його експлуатаційних та економічних показників.

У результаті проведеного дослідження розроблено імітаційну модель гібридного тепловоза, функціональна схема якої наведена на рисунку.

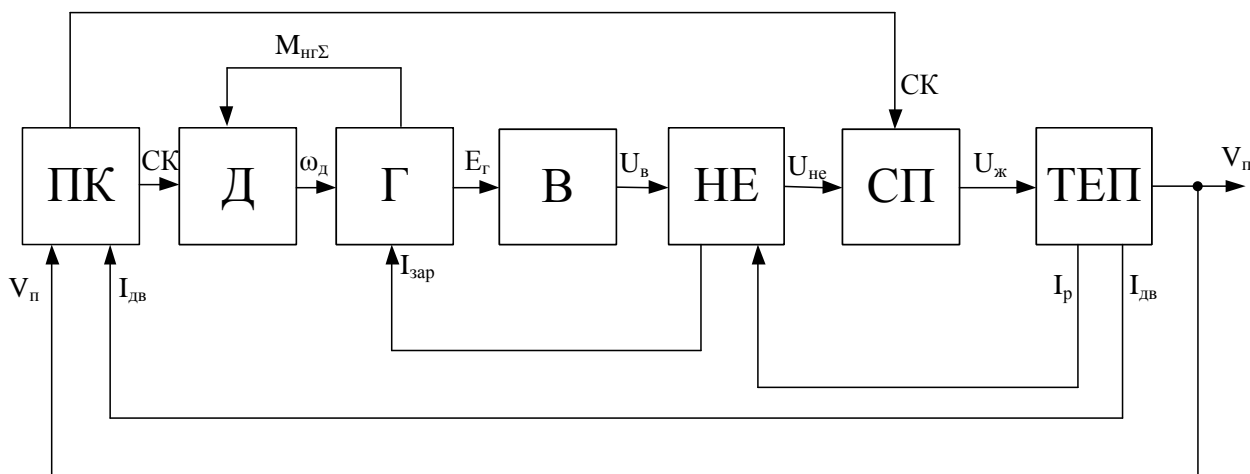


Рис. Функціональна схема імітаційної моделі гібридного тепловоза:
 ПК – пульт керування; Д – дизель; Г – генератор; В – випрямляч; НЕ – накопичувачі енергії;
 СП – статичний перетворювач; ТЕП – тяговий електропривод

У результаті моделювання отримані осцилограми основних параметрів роботи тепловоза на ділянці Харків – Мерефа, що дозволяє зробити у подальшому

порівняльний аналіз запропонованої системи та базового маневрового тепловоза ЧМЕЗ.

УДК 629.4-592

С. І. Яцько, Я. В. Ващенко, А. М. Сидоренко

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ІЗ
СКАЛЯРНИМ ЗАКОНОМ КЕРУВАННЯ У РЕЖИМІ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОГО
ГАЛЬМУВАННЯ**

С. І. Yatsko, Y. V. Vaschenko, A. M. Sydorenko

**RESEARCH OF TRACTION ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH SCALAR
CONTROL SYSTEM IN THE MODE OF ELECTRODYNAMIC BRAKING**

Приведена розроблена математична модель тягового асинхронного електропривода зі скалярною системою керування з урахуванням процесу зчеплення колеса з рейкою, на основі якої проведено імітаційне моделювання даного типу привода в штатних та аномальних умовах роботи та запропоновано систему захисту від надлишкового проковзування та юза колісних пар. Її робота ґрунтується на обмеженні електромагнітного моменту тягового двигуна в разі виникнення надлишкового проковзування чи юзу колісної пари. Рівень обмеження електромагнітного моменту визначається двома показниками: величиною проковзування і швидкістю його зростання.

Неможливість прогнозування стану рейкового полотна в даний момент часу свідчить про складність визначення ділянок із задовільним коефіцієнтом зчеплення. Запропонована система захисту має декілька особливостей. Однією із них є визначення моменту закінчення ділянки шляху з низьким коефіцієнтом зчеплення за темпом зміни прискорення колісної пари,

що частково вирішує проблему визначення ділянок. Іншою особливістю є критеріальна оцінка умов подальшого розвитку надлишкового проковзування чи юза колісної пари. Це дає змогу оцінити необхідність подальшого коригування гальмівного моменту двигуна при проїздах достатньо малих ділянок з поганими умовами зчеплення коліс із рейкою. На рисунку приведено осцилограми перехідних процесів у тяговому електроприводі при наїзді на ділянку з низьким коефіцієнтом зчеплення довжиною 20 м у режимі електродинамічного гальмування.

Аналіз отриманих результатів імітаційного моделювання підтвердив коректність розробленої математичної моделі ТАЕП у всіх режимах роботи. Це дозволило провести повноцінне дослідження електромагнітних та електромеханічних процесів, що виникають у штатних та аномальних умовах у режимі електродинамічного гальмування і підтвердити ефективність роботи системи захисту від надлишкового проковзування і юза колісної пари.

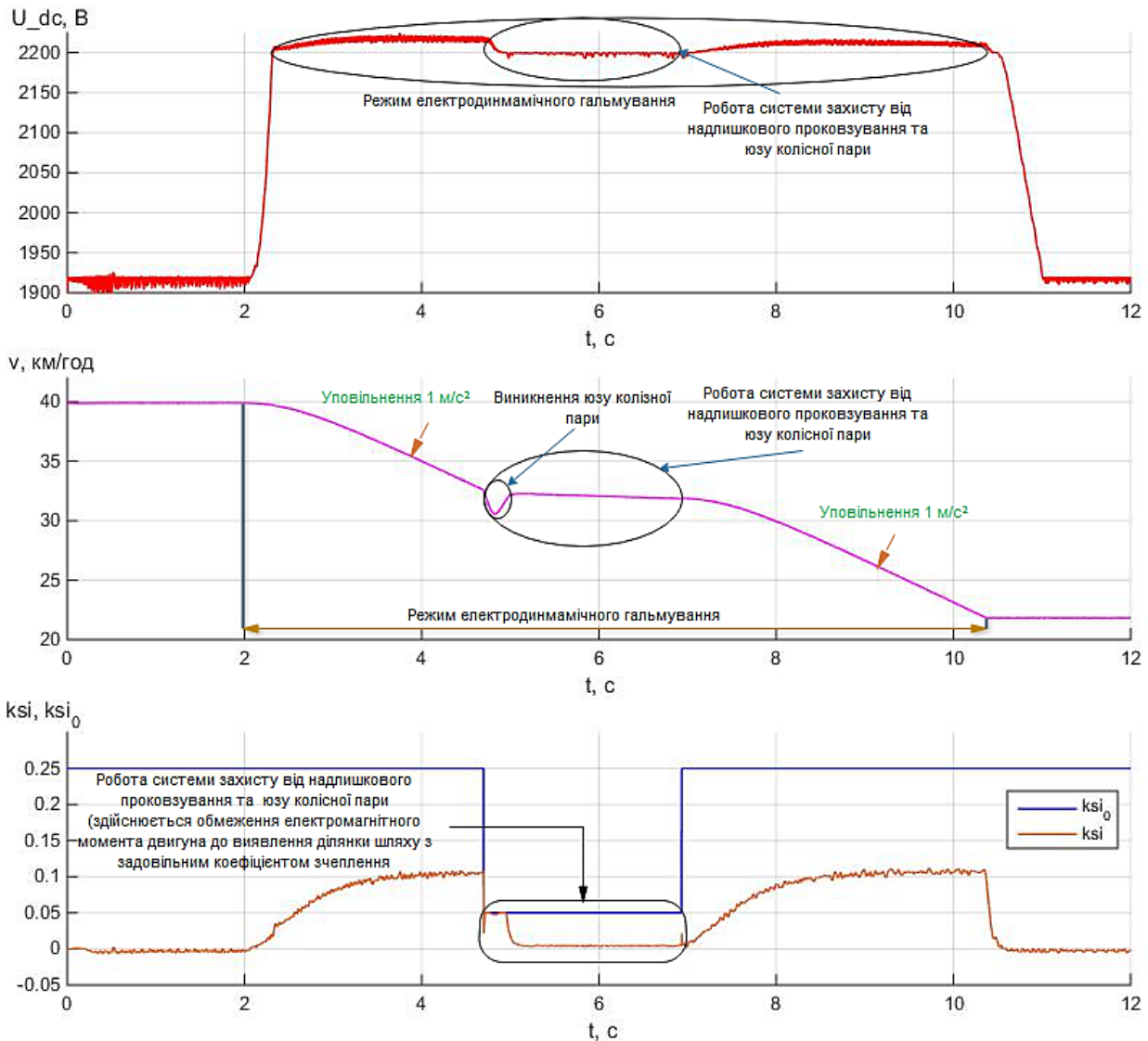


Рис. Осцилограми перехідних процесів у тяговому електроприводі при наїзді на ділянку з низьким коефіцієнтом зчеплення довжиною 20 м у режимі електродинамічного гальмування

УДК 621.3.015

О. І. Акімов, Ю. О. Акімова, Д. Л. Сушко

ОЦІНКА МЕХАНІЧНОЇ МІЦНОСТІ ОПН В ПОЛІМЕРНИХ КОРПУСАХ

A. I. Akimov, U. O. Akimova, D. L. Sushko

EVALUATION OF THE MECHANICAL STRENGTH OF OPN IN POLYMER HOUSINGS

Для захисту ізоляції пристроїв електропостачання та електричної тяги залізничного транспорту від перенапруг у теперішній час застосовуються обмежувачі

перенапруг нелінійні (ОПН) з високонелінійними резисторами – варисторами, які поміщаються у конструкцію з полімерного корпусу. Такі варіанти виконання ОПН

мають деякі недоліки. Усунення цих недоліків – актуальне завдання.

ОПН в полімерних корпусах можуть застосовуватися як в опорному (починаючи з напруги 330 кВ), так і в підвісному виконаннях (у тому числі на залізниці). Для обох варіантів виконання ОПН існує проблема підбору варисторів з однаковими характеристиками в усьому діапазоні можливих змін струму через них. Тому вони мають велику площину для забезпечення пропускної здатності. При цьому збільшується і висота колонки варисторів. Так, для найбільшої робочої напруги ОПН 252 кВ ця висота буде 1,45 м, але в такому випадку вони можуть

руйнуватися під дією власної ваги і зовнішніх факторів.

Виходячи з цього доцільним є проведення оцінки їх механічної міцності. Запропоновано оцінювати руйнівне навантаження підвісного ОПН за механічною міцністю склопластикових циліндрів, в яких розміщуються варистори.

Знаючи переріз циліндрів, їх середній діаметр, товщину стінки циліндра, визначено руйнівні навантаження.

Проведена оцінка показала, що механічна міцність склопластикових циліндрів з великим запасом забезпечує надійну роботу підвісних ОПН.

УДК 621.314

М. М. Одегов, Н. П. Карпенко

ПОЛІПШЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ТЯГОВОЮ МЕРЕЖЕЮ

М. М. Odegov, N. P. Karpenko

IMPROVEMENT OF THE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF ELECTRIC TRAINS OF A DIRECT CURRENT WITH A TRACTION NETWORK

Економічне становище українських залізниць і метрополітенів не дозволяє проводити широкомасштабну заміну електрорухомого складу на сучасний із асинхронним приводом.

Застосування тягового рухомого складу з імпульсними перетворювачами замість реостатної системи забезпечує підвищення коефіцієнта корисної дії системи електричної тяги, однак виникає проблема поліпшення електромагнітної сумісності електропоїздів постійного струму з тяговою мережею як на залізницях, так і в метрополітені і на міському транспорті.

Для поліпшення показників якості електричної енергії та сумісності із суміжними спорудами на тягових підстанціях постійного струму застосовують методи

активної фільтрації вихідної напруги. Пропонується застосувати методи для поліпшення електромагнітної сумісності електропоїзда постійного струму, оснащеного імпульсним регулятором, з тяговою мережею.

Проведено аналіз застосування активних фільтрів паралельного та послідовного типу. Встановлено переваги, які досягаються при використанні активних фільтрів послідовного типу. Підвищення якості формування напруги компенсації змінної складової досягається шляхом застосування високої частоти широтно-імпульсної модуляції. Для цього використовується інвертор напруги в силовій частині активного фільтра на базі сучасних MOSFET.

Для перевірки отриманих результатів проведено дослідження системи «тягова мережа – електропоїзд з імпульсним регулятором», яке підтвердило

ефективність запропонованого методу поліпшення електромагнітної сумісності електропоїзда постійного струму з тяговою мережею.

УДК 621.372:681.518.2

І. Є. Флото, М. Г. Давиденко

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КОРЕЛЯЦІЙНОГО ПРИЙМАННЯ У РЕЙКОВИХ КОЛАХ

I. Ye. Floto, M. G. Davidenko

A CORRELATION RECEIVING METHOD APPLYING IN A RAIL CIRCUITS

Розроблення та початковий період експлуатації рейкових кіл припали на час, коли рівень електромагнітних завад їх роботі був відносно низьким. Тодішні види, енергетика та часова інтенсивність завад не перешкоджали задовільному функціонуванню рейкових кіл при використанні приймачів прямого підсилення. Ускладнення заводової обстановки є фактором, урахування якого вимагає розроблення та застосування більш складних методів і пристроїв обробки сигналів.

Наявність адитивних завад призводить до помилкового спрацювання кінцевих датчиків рейкових кіл та (або) неправильного розпізнавання інформаційних сигналів. Послаблення завад шляхом їх частотної фільтрації за певними середньостатистичними показниками не забезпечує ані оптимального виявлення та розпізнавання сигналу в конкретній заводовій ситуації, ані адаптації приймача до зміни комплексу завад з плином часу. Цей комплекс і властивості його окремих складових наведено в роботі [1]. Як відомо, ефективним засобом виділення корисного сигналу із суміші із завадами є узгоджена фільтрація. Один з варіантів її реалізації – кореляційне приймання. Його застосування для виявлення сигналу тонального рейкового кола, який спостерігається на тлі

білого гаусівського шуму, розглянуто в статті [2]. Загальна методологія його використання для підвищення співвідношення «сигнал – шум» наведена в роботі [3]. Поширення такої методології на випадок двокомпонентної марківської завади розглянуто в статті [4]. Метою даної роботи є обговорення можливості поширення кореляційного методу приймання на випадок складного заводового середовища.

Найпоширенішим способом кореляційного приймання є обчислення кореляційної функції вхідної сигнально-заводової суміші та опорного сигналу, який відтворює корисний сигнал, що потрібно прийняти. Цей спосіб забезпечує прийнятні результати в умовах дії перешкод у вигляді випадкових процесів з постійними в часі статистичними характеристиками. З ускладненням заводового оточення дедалі поширенішою стає ситуація, коли приймання доводиться вести на тлі комплексу перешкод, в якому непередбачуваним чином змінюються склад і характеристики. З огляду на це, процесор приймального пристрою повинен коригувати алгоритм обробки відповідно до поточного заводового оточення. Для забезпечення можливості цього модель сигнально-заводової суміші повинна

містити всі можливі види завад. Відтак, маємо завдання приймання сигналу на фоні багатокomпонентної завади. При цьому більшість завад, характерних для рейкових кіл, є структурно детермінованими та дуже слабо корельованими між собою. За таких обставин оптимальна обробка полягає в окремому оцінюванні параметрів сигналу та кожної із завад з урахуванням взаємних кореляцій між сигналом і завадами. Ці поправкові складові вноситимуть уточнення у первісні оцінки, отримання яких базується на мінімізації різниці енергетичної та кореляційної сум [5] кожного з компонентів завади.

В умовах багатокomпонентного та нестационарного завадового оточення кореляційне приймання є ефективним методом забезпечення стійкої роботи рейкових кіл. Для цього його слід модифікувати так, щоб врахувати взаємний вплив сигналу та компонентів завади на отримувані оцінки інформаційних параметрів.

Список використаних джерел

1. Ананьева, О. М. Виды и параметры помех, действующих в канале связи автоматической локомотивной сигнализации

[Текст] / О. М. Ананьева, М. Г. Давиденко, М. М. Бабаев // Зб. наук. праць. – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 163. – С. 20-25.

2. Гончаров, К. В. Корреляционный путевой приёмник тональных рельсовых цепей [Текст] / К. В. Гончаров // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2011. – Вип. 38. – С.188-193.

3. Torres, J. Digital Demodulator for BFSK Waveform Based Upon Correlator and Differentiator Systems [Text] / J. Torres, F. Phernandes, J. Habermann // Radioengineering. – 2014. – Vol. 23, No. 4. – P. 1161–1168.

4. Ananieva, O. Design of a device for optimal reception of signals against the background of a two-component Markov interference [Text] / O. Ananieva, M. Babaiev, V. Blyndiuk, M. Davidenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – No. 6/9 (90), 2017. – P.4–9.

5. Ананьева, О. М. Приём информационных сигналов систем железнодорожной автоматики в условиях действия трёхкомпонентной помехи [Текст] / О. М. Ананьева // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2018. – № 1. – С. 24–28.

УДК 621.313.17

О. Є. Зінченко

ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМНОЇ ІНДУКТИВНОСТІ МІЖ ФАЗНИМИ ОБМОТКАМИ ВЕНТИЛЬНИХ РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ

Е.Е. Zinchenko

DETERMINATION OF MUTUAL INDUCTANCE OF COIL OF SWITCHED RELUCTANCE MOTORS

Вентильні реактивні двигуни (ВРД) відповідають усім технічним вимогам, які висуваються до стрілочних електроприводів. Аналіз електромагнітних та електромеханічних процесів у двигунах

неможливий без урахування взаємної індуктивності між обмотками статора. Питання обліку взаємної індуктивності між обмотками статора ВРД є істотним при побудові математичної моделі.

При обертанні ротора кути комутації постійно міняються. Тому власні взаємні індуктивності залежать від кута повороту ротора. При насиченні магнітного кола вони також залежать від струмів фаз.

Для експериментального визначення взаємної індуктивності на одну з обмоток фаз чотирифазного двигуна подавалася змінна синусоїдна напруга частотою 50 Гц. При декількох фіксованих напругах вимірювалися струм і потужність при різних кутах повороту ротора. Одночасно з цим вимірювалася ЕРС, наведена в обмотці фази, яка вимкнена.

Експериментальні залежності взаємної індуктивності від кута повороту ротора показані на рисунку. Причому перша група кривих описує залежності взаємної індуктивності між увімкнутою фазою і суміжною з нею, розташованою проти напрямку обертання при різній мірі насичення магнітопровода. Друга група –

аналогічні залежності для фази, розташованої по напрямку обертання.

З отриманих даних можна зробити висновки, що для різних фаз залежності взаємних індуктивностей від кута повороту ротора мають однаковий характер, але чисельно відрізняються. Також можна відмітити, що взаємна індуктивність увімкненої фази з фазами, поверненими на 90 електричних градусів, прагне до нуля.

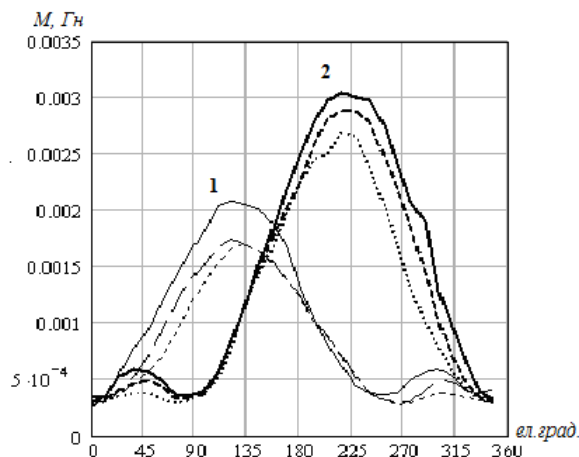


Рис.

УДК 621.314

В. П. Нерубацький, О. А. Плахтії

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНИХ ТЯГОВИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ З КОРЕКЦІЄЮ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ

V. Nerubatskyi, O. Plakhtiy

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF DC TRACTION SUBSTATIONS BY APPLYING ACTIVE RECTIFIERS WITH POWER FACTOR CORRECTION

Одним з основних завдань силової електроніки є вирішення проблеми забезпечення електромагнітної сумісності напівпровідникових перетворювачів з електричними мережами. У сучасних умовах вимоги забезпечення якості електричної енергії висуваються на перший план при вирішенні питань передачі, перетворення і розподілу електроенергії як у промисловості, так і на залізничному

транспорті та є одним з найбільш пріоритетних питань енергопостачання на сьогоднішній день. У даний час існує тенденція посилення вимог вітчизняних і міжнародних стандартів, що висуваються до якості електроенергії та електромагнітної сумісності в цілому.

У процесі енергопостачання електричного транспорту в тягових підстанціях постійного струму відбувається

перетворення енергії змінного струму в енергію постійного. Найбільш широко в складі тягових підстанцій застосовуються шестипульсні і дещо рідше дванадцятипульсні діодні випрямлячі.

Дані схеми мають ряд недоліків: вони є потужним джерелом вищих гармонік струму в мережу живлення, мають низький коефіцієнт потужності, не забезпечують можливості регулювання і стабілізації вихідної напруги, а також можливість реалізації режиму рекуперації енергії з контактної мережі в живильну. Характерна форма споживаного струму шестипульсного випрямляча наведена на рис. 1.

Як видно з рис. 1, форма струму, що споживається тяговою підстанцією, має

значний вміст вищих гармонік. Вищі гармоніки вхідного струму, що генеруються у живильну мережу випрямними установками, викликають такі небажані явища: додаткові втрати в електричних машинах, трансформаторах і в самих електромережах; спотворення форми напруги живлення; ускладнюють компенсацію реактивної потужності за допомогою конденсаторних батарей; скорочують термін служби ізоляції електричних машин і апаратів, що призводить до зниження коефіцієнта корисної дії всієї системи електропостачання, а також технічних пристроїв, що живляться від неї.

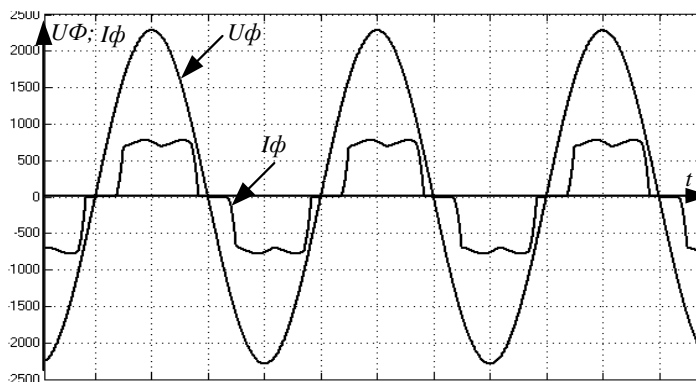


Рис. 1. Характерна форма вхідних напруг і споживаних струмів шестипульсного випрямляча

Таким чином, можна зробити висновок, що випрямні установки тягових підстанцій, які експлуатуються у даний час, не задовольняють міжнародні вимоги з електромагнітної сумісності перш за все за гармонічним складом споживаного струму.

Перспективним напрямом підвищення енергетичної ефективності в системах електропостачання залізничного транспорту є реалізація рекуперації енергії тяговими підстанціями в мережу живлення. При цьому важливим є забезпечення високої якості енергії рекуперації. У даний час, через відсутність необхідного обладнання, що забезпечує рекуперацію тягової підстанції, енергія, яка рекуперується електрорухомим складом,

гаситься на баластних реостатах. Таким чином, для підвищення енергетичної ефективності і виконання сучасних вимог електромагнітної сумісності, що висуваються до тягових підстанцій постійного струму, необхідно переглянути концепцію побудови перетворювальної установки тягової підстанції.

Перспективним є застосування активних трифазних випрямлячів з корекцією коефіцієнта потужності (АВН) у складі тягових підстанцій постійного струму. Це дозволить значною мірою покращити показники електромагнітної сумісності тягових підстанцій постійного струму з живильною і контактною мережами, якість вихідної напруги, а також

реалізувати двонапрявлену передачу енергії. Однією з таких схем активних трифазних випрямлячів з корекцією коефіцієнта

потужності є схема активного трифазного підвищувачого випрямляча на базі схеми автономного інвертора напруги (рис. 2).

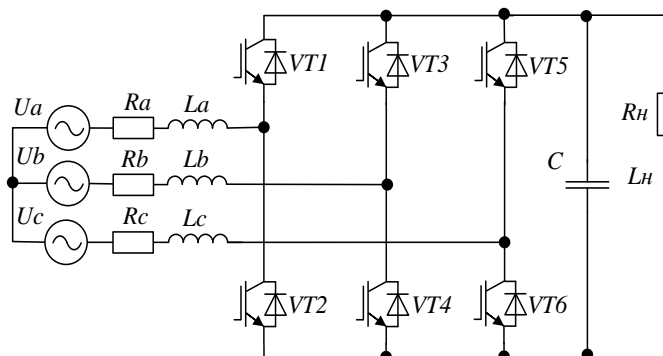


Рис. 2. Активний підвищувачий випрямляч з корекцією коефіцієнта потужності

До складу даного перетворювача входить шість керованих ключів з паралельними діодами (VT1-VT6); три вхідних дроселі L_a, L_b, L_c ; три вхідних опори R_a, R_b, R_c , що враховують активні опори вхідних дроселів; вихідний конденсатор C і RL -навантаження. Наявність повністю керованих ключів дозволяє досягати максимального ефекту в управлінні випрямлячем. Такі ключі можуть бути реалізовані на IGBT, MOSFET або GTO приладах. Це дозволяє виконувати комутацію ключів із частотою у кілька кілогерц. Основними перевагами активного підвищувачого випрямляча є низький вміст вищих

гармонік вхідного струму, близький до одиниці $\cos(\varphi)$, реалізація двонапрявленої передачі енергії, регулювання коефіцієнта потужності, можливість регулювання і стабілізації вихідної напруги.

Висновки. Впровадження АВН на тягових підстанціях постійного струму дозволить значною мірою покращити якість параметрів електроенергії, забезпечити виконання вимог електромагнітної сумісності, знизити практично до нуля споживану реактивну потужність, забезпечити двонапрявлену передачу енергії, що в цілому підвищить енергетичну ефективність всієї системи тягового електропостачання.

УДК 629.432

А. В. Бондаренко, О. А. Плахтій

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ
ДЛЯ ВАГОНІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ**

А. Bondarenko, O. Plakhtiy

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF TRACTION ELECTRIC
DRIVES FOR CARRIAGES SUBWAY**

У місті метрополітен є основним видом транспорту. Питома вага метрополітену в загальноміських перевезеннях

досягає 60 %, при цьому він є найбільш зручним, надійним, комфортабельним і швидким видом транспорту.

Одним із основних завдань виходячи зі специфічних особливостей метро є забезпечення безпеки пасажирів, яка в першу чергу визначається надійної роботою рухомого складу. Приймаючи до уваги матеріальний знос рухомого складу, що суттєво впливає на безпеку руху у метрополітені, питання його заміни та модернізації існуючих одиниць є найголовнішим.

У даний час у метрополітенах України та країн ближнього зарубіжжя експлуатується більш 8000 вагонів різних моделей, випущених ще у минулому столітті. Основна маса вагонів метро укомплектована тяговим обладнанням, реалізованим на принципах контактно-реостатного керування з двигунами постійного струму.

В останній час у світі спостерігається тенденція переходу до тягового електропривода з тяговими асинхронними електродвигунами.

Відмінною особливістю роботи поїздів у метрополітені є висока частота

розгонів і гальмувань, отже, контактно-реостатна система керування, що застосовується у приводах постійного струму, є економічно не вигідною. Така система вимагає частого ремонту й обслуговування, тому що контактні пристрої мають невеликий час експлуатації у таких умовах. Це веде до значних матеріальних витрат.

При створенні електрорухомого складу нового покоління з тяговими асинхронними електродвигунами можливий цілий ряд технічних рішень за силовими схемами тягового електропривода.

В автономному інверторі напруги можуть бути використані як класичні дворівневі напівмостові інвертори, так і мостові інвертори, а також двофазні тягові асинхронні електродвигуни. Основними елементами в таких автономних є силові напівпровідникові ключі на базі біполярних транзисторів з ізольованим затвором (IGBT), здатні ефективно управляти складними електроенергетичними процесами в схемах тягового електропривода змінного струму.

УДК 629.423.1

А. В. Бондаренко, А. Г. Масменан

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ

A. Bondarenko, A. Mastepan

FEATURES OF CREATION TRACTION ELECTRIC DRIVE OF TRUNK ELECTRIC LOCOMOTIVES

Підвищення ефективності залізничних перевезень багато в чому пов'язане з покращенням тягових властивостей локомотивів.

Потужність тягових двигунів сучасного рухомого складу – це 1,0÷1,4 МВт, подальше збільшення потужності неможливо через масогабаритні обмеження. Крім цього, це неефективно внаслідок обмежень навантаження від осі

на рейки, а саме у зв'язку із проблемами зчеплення колеса з рейкою. Тому подальше покращення тягових властивостей електрорухомого складу повинне вестися шляхом підвищення тягово-енергетичних показників електропривода, з одного боку, та ефективності використання зчпної ваги локомотива, з іншого.

Підвищити використання зчпної ваги, регулюючи сили тяги та гальмування

за граничними значеннями, можливо шляхом застосування автоматизованого тягового електропривода, що дозволяє реалізувати жорсткі тягові характеристики та звести до мінімуму вплив змін напруги контактної мережі та навантаження, що носять випадковий характер.

Для вирішення цих питань пріоритетним є застосування асинхронного тягового привода на електрорухомому складі залізниць, однак існує другий важливий напрямок, а саме використання у тяговому електроприводі електрорухомого складу залізниць вентильно-індукторного електропривода.

Повна конструктивна варіантність всіх частин тягового електропривода електрорухомого складу дозволяє

застосовувати більш прості технічні рішення для окремих частин електромеханічної системи тягового електропривода шляхом перенесення ряду функцій на інші компоненти.

Прикладами здійснення даного підходу є застосування на двосистемному рухомому складі:

– тривіневого автономного інвертора напруги на базі трифазного асинхронного двигуна, де присутня конструктивна варіантність перетворювача напруги;

– комутатора постійного струму та вентильно-індукторного двигун, де присутня конструктивна варіантність перетворювача напруги та тягового електродвигуна.

УДК 629.4; 621.436; 543.27

*А. П. Фалендиш, А. Н. Зиньківський,
В. О. Гатченко, П. О. Харламов,
О. М. Харламова, О. В. Клецька*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ

*A. Falendysh, A. Zinkivsky,
V. Hatchenko, P. Kharlamov,
O. Kharlamova, O. Kletska*

ANALYSIS OF METHODS OF MONITORING THE ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF TRANSPORT ENGINES

У країнах Західної Європі з 2009 р. у зв'язку із уведенням норм екологічної безпеки рівня «Євро-5» і «Євро-6» питомі викиди шкідливих речовин з газами, що відробили, дизелів транспортних засобів перевіряються за двома їздовими циклами – модифікованим 13-східчастим стаціонарним (ESP) і циклом випробувань на перехідних режимах (ETC), які прийшли на зміну циклу за Правилами №49-03 ЕЕК ООН. Крім того, димність газів, що відробили, дизелів оцінюється за новим циклом ELR, що замінює цикли Правил №83-02 ЕЕК

ООН. Згідно із цією вимогою параметри, що характеризують димність газів, які відробили, визначаються на двох режимах. Цикл ELR, тобто європейський тест реакції на навантаження двигуна, являє собою послідовність періодичних, східчастих змін навантажень дизеля при його роботі на чотирьох швидкісних режимах. Перші три (А, В, С) відповідають режимам циклу ESC, а четвертий – довільний.

При контролі на кожному із чотирьох перерахованих режимів навантаження змінюється не менше трьох разів, і в

кожному випадку вимірюється димність газів, що відробили. У даній технології є одне уточнення – навантаження при реалізації циклу ELR змінюється не прямо, а побічно. Однак виходячи з допусків, установлених для інших тимчасових інтервалів, можна зробити висновок, що максимальний час переміщення важеля навантаження не може перевищувати трьох секунд. Вважається, що даний момент процедури випробувань є найбільш важливим, тому що саме в цей час відбуваються процеси, які обумовлюють максимальні значення димності газів, що відробили. Але керування навантаженням дизеля, оснащеного всережимним регулятором при його роботі із циклу ELR з використанням двопозиційного регулятора, може виявитися проблематичним.

Щоб вирішити цю проблему, необхідно використовувати пряме

регулювання навантаження (пристрій, що навантажує, із системою автоматичного регулювання моменту опору) або пристрій керування важелем, що має зворотний зв'язок за моментом опору. Випробні стенди дизелів обладналися димоміром «Хартридж МК-3», мод. НК-158, програматором для керування пристроєм, що навантажує, і механізмом привода важеля паливного насоса високого тиску. Димомір даної моделі оснащений системою автоматичної підтримки тиску газів на його вході.

Крім того, відповідно до вимог Правил № 83-06 ЕЕК ООН при екологічних випробуваннях необхідно визначати максимальні значення димності газів, що відробили, дизеля на режимах, які встановилися, за зовнішньою швидкісною характеристикою і на режимі вільного прискорення.

УДК 536.242

О. О. Алексахін, О. В. Панчук

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ У КАНАЛАХ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

О. О. Aleksahin, O. V. Panchuk

INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE IN CHANNEL OF RAILWAY MOTOR COOLING INSTALLATION

Одним із напрямків вирішення завдання підвищення теплотойому в елементах теплоенергетичного обладнання і системах охолодження транспортних засобів є штучна інтенсифікація процесів теплообміну за допомогою різних пристроїв. Найбільш поширеними є такі два напрямки інтенсифікації теплообміну: збільшення коефіцієнтів тепловіддачі за рахунок створення підвищених рівнів турбулентності зовнішнього потоку та використання поверхонь зі штучною шорсткістю.

Інтенсифікація процесів теплообміну у каналах системи охолодження тягових електродвигунів (ТЕД) при фіксованій площі поверхні теплообміну дозволяє зменшити необхідну швидкість руху охолоджувального повітря у каналах, а отже, і зменшити потужність, що витрачається на прокачування повітря.

У роботі розглядаються питання визначення діапазону зміни витрат повітря для охолодження ТЕД в умовах застосування стрічкових завихрювачів для інтенсифікації процесів перенесення теплоти.

УДК 621.438

В. І. Рубльов, Н. М. Отрешко

ПРОЦЕСИ У КАМЕРАХ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК

V. Rublov, N. Otreshko

PROCESSES IN CAMERAS OF GAS TURBINE ENGINE

Сучасні газотурбінні установки (ГТУ) працюють за циклом Брайтона при $p = \text{const}$. Але, як відомо, існують розробки із застосуванням циклу з $v = \text{const}$, які в деяких областях можуть дати помітну вигоду. Особливо це стосується ГТУ з невеликим ступенем підвищення тиску, в результаті чого можна збільшити потужність і підвищити економічність зі збереженням маси установки.

При роботі ГТУ з $p = \text{const}$ швидкість тепловиділення впливає на вибір конструкції та розміри камери згоряння і не впливає на потужність і ККД установки. А при роботі ГТУ з $v = \text{const}$ за рахунок зменшення швидкості потоку збільшується тривалість згоряння паливоповітряної суміші і тривалість самого циклу.

При виході з камери згоряння газ здійснює роботу, розширюючись у турбіні. Від характеру процесу розширення залежить ККД турбіни і її дійсна робота.

В ідеальному циклі $v = \text{const}$ нагрівання паливоповітряної суміші супроводжується виділенням теплоти, а тиск визначається як в ізохоричному процесі. У цьому ви-

падку характер наповнення камери згоряння впливає тільки на температуру газів.

Реальний же цикл відрізняється від ідеального. У реальному циклі, який реалізується у ГТУ, в результаті процесу згоряння паливоповітряної суміші, відбувається зміна складу робочого тіла. Підведена кількість теплоти до повітря, залежить від нижчої теплоти згорання при постійному об'ємі і відносної витрати палива.

Основний показник робочого процесу в камерах згоряння ГТУ – це коефіцієнт повноти згоряння. Даний коефіцієнт залежить від багатьох показників: властивості, складу і стану паливоповітряної суміші; способу сумішоутворення і ступеня турбулізації паливоповітряної суміші; температури і тиску повітря. Теоретичні дослідження показують, що існує можливість досягти достатньо високої повноти згоряння у ГТУ з $v = \text{const}$, порівнянно з циклом при $p = \text{const}$.

Для установок з невеликим ступенем підвищення тиску термічний ККД у порівнянні з циклом підведення теплоти при постійному тиску може збільшитися до 20 %.

УДК 681.51:621.575

Ю. А. Бабіченко, Є. Д. Сучкова, Г. С. Ткач

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ В АМІАЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

J. A. Babichenko, E. D. Suchkova, G. S. Tkach

ENHANCEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF COOLING SYSTEM IN AMMONIA PRODUCTION

Протягом останніх десятирічь актуальною залишається тенденція зменшення

енергоспоживання, що також стосується базових агрегатів України серії АМ-1360.

Найбільш енергоємним є процес отримання продукційного аміаку конденсацією із циркуляційного газу в блоці вторинної конденсації, який складається із двох стадій. На стадії первинної конденсації холодильний агент використовується атмосферне повітря. На стадії вторинної конденсації – рідкий аміак, який генерується двома водоаміачними абсорбційними холодильними установками (ВАХУ) і турбокомпресорним холодильним агрегатом (АТК), який споживає близько 50 % електроенергії від загального об'єму, що споживається агрегатом синтезу АМ-1360.

Виключення АТК із системи вторинної конденсації можливо за умов підвищення холодопродуктивності ВАХУ. Однак за існуючої технологічної схеми ВАХУ неможливо досягти суттєвого підвищення її холодопродуктивності у весняно-літній період через залежність

температурного режиму конденсації продукційного аміаку у випарниках від температури атмосферного повітря.

У весняно-літній період необхідно збільшити холодопродуктивність кожної ВАХУ, що можливо за рахунок штучного підвищення тисків в абсорбері і конденсаторі, зниження тиску у генераторі-ректифікаторі та визначення оптимальної величини інтенсивності дренажу флегми з абсорбера. Таким чином, у подальшому енергоефективність агрегату синтезу може бути підвищена шляхом модернізації технологічної схеми, що передбачає виключення АТК, застосування пароежекторної холодильної установки, яка забезпечить можливість утилізації низькопотенціальної теплоти спрацьованої водяної пари та зниження витрати природного газу у допоміжний котел.

УДК 628.88

*О. В. Василенко, В. В. Гончарова,
С. А. Левчун, А. А. Булгакова*

ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАСПОРТУ БУДІВЛІ

*О. Vasilenko, V. Honcharova,
S. Levchun, A. Bulgakova*

CONDUCTING ENERGY AUDIT OF HOUSING BUILDING AND DEVELOPING ENERGY BUILDING PASSPORT

Сучасний стан економіки потребує рішучих дій у плані економії енергетичних ресурсів для підвищення її конкурентності на світових ринках. Основними споживачами таких енергетичних ресурсів, як тепла енергія, вода та електрична енергія є житлово-комунальний сектор. Тому зменшення споживання у секторі ЖКГ дозволить вирішити як економічні питання, так і зменшити соціальну напругу від різкого подорожчання ресурсів.

Було проведено комплексні дослідження і роботи з визначення теплових витрат будівлі, відповідно до Закону «Про енергетичну ефективність будівель». Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» було проведено експериментальні дослідження і виконано розрахунки з визначення класу енергетичної ефективності будівлі.

Також у роботі наведено результати термографування зовнішніх огорожуваль-

них конструкцій із визначенням ділянок, на які припадають теплові втрати більше нормативних. Використовуючи отриману інформацію, визначено основні геометричні

та теплотехнічні характеристики будівлі, також коефіцієнти термічного опору стін, покрівлі, вікон, дверей і фундаменту будівлі.

УДК 658.264

Р. В. Столяр-Марченко, Б. М. Кашуба, О. О. Алексахін

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО МІКРОРАЙОНУ

R. V. Stolyar-Marchenko, B. M. Kashuba, O. O. Aleksakhin

INCREASE OF THE EFFICIENCY OF CENTRALIZED HEATING OF HOUSING MICROREGION

Системи централізованого теплопостачання великих міст складаються з таких основних елементів: джерела теплової енергії, теплові мережі, системи споживання теплоти. Для надійного функціонування складних систем теплопостачання створено проміжні ступені управління між джерелом і абонентами. Такими ступенями управління є теплові підстанції (теплові пункти), обладнання яких здійснює регулювання гідравлічних і теплових режимів, забезпечує облік споживання теплової енергії. Теплові пункти бувають індивідуальні і центральні. Індивідуальні пункти влаштовують безпосередньо в будівлі, де розміщені споживачі теплоти. Центральні теплові пункти (ЦТП) розміщують в окремій будівлі для обслуговування групи будинків. Наявність ЦТП у мікрорайонних системах обумовлює чотиритрубну розподільну мережу теплопроводів, що веде до значних втрат теплової енергії при її транспортуванні. Перехід від традиційної чотиритрубної схеми організації теплопостачання мікрорайонів до двотрубної дозволило помітно зменшити теплові втрати мікрорайонними теплопроводами. Вказаний перехід передбачає улаштування

на індивідуальних теплових пунктах будівель підігрівних установок гарячого водопостачання.

У роботі наведено порівняння результатів обчислення теплових втрат трубопроводами мережі мікрорайону для вказаних схем теплопостачання. Обчислення здійснено для таких вихідних даних: температура зовнішнього повітря дорівнює $-2,1$ °C (середня за опалювальний період для кліматичних умов м. Харкова), трубопроводи прокладено у непрохідних каналах (температура ґрунту на глибині прокладання теплопроводів дорівнює 5 °C), коефіцієнт обліку втрат теплоти конструктивними елементами теплової мережі становить 1,15. Показано, що перехід до двотрубної системи теплопостачання для розглянутої групи будівель дозволяє зменшити втрати теплоти теплопроводами приблизно на 7 %.

Проаналізовано також вплив втрат теплоти трубопроводами опалювальної мережі на витрати мережної води через мікрорайонну підігрівну установку гарячого водопостачання. Оцінки проведено для умов двоступінчастої змішаної схеми приєднання теплообмінних апаратів водопідігрівної установки до теплових мереж.

УДК 628.88

Л. О. Пархоменко, В. Є. Дяченко

КОМПОНУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

V. E. Diachenko, L. O. Parkhomenko

LAYOUT AND CALCULATION OF THE MAIN EQUIPMENT OF THE COMPRESSOR STATION

На сьогоднішній день стиснене повітря широко використовується у сучасній промисловості. Стиснене повітря – один з найпоширеніших енергоносіїв на будь-якому промисловому підприємстві, а сукупність пристроїв, пов'язаних з його обробкою і розподілом, є досить складною енергоємною енергетичною промисловою системою, від рівня досконалості якої залежать показники технологічних процесів, де використовується стиснене повітря.

Але найчастіше важливість правильного компоновання недооцінюється, в результаті це може привести до порушення технологічного процесу та збільшення витрат.

У роботі було проведено підбір і розрахунок основного обладнання компресорної станції.

Також було надано обґрунтування застосування рекуперації теплової енергії та проведено розрахунки рекуперації теплової енергії за допомогою води.

УДК 629.424.0

А. П. Фалендиш, В. І. Рубльов, О. В. Рубльов

МОДЕРНІЗАЦІЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТЕПЛОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗАМІНИ СИЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

A. Falendysh, V. Rublov, O. Rublov

MODERNIZATION OF THE MAIN LOCOMOTIVES BY THE REPLACEMENT OF THE POWER PLANT

У нинішньому парку ПАТ «Укрзалізниця» у роботі знаходиться приблизно 1000 локомотивів, з них на електровози припадає близько 70 %, на тепловози – тільки 30 %. Парк тепловозів значно зношений і знаходиться у більш критичному стані, ніж парк електровозів. Згідно з даними ПАТ «Укрзалізниця» знос парку електровозів складає 93 %, а тепловозів – 99,8 %.

Тому потрібне кардинальне або поступове налагодження у всіх сферах

діяльності залізниці, а основне питання – це оновлення рухомого складу. Ця проблема стосується більше Львівської, Південно-Західної, Одеської залізниць.

Оновлення рухомого складу можна виконати за рахунок модернізації існуючого парку тепловозів. Існуючі дизелі можна замінити на сучасні двигуни Caterpillar, General Electric і т. д.

Також можна провести модернізацію тепловозів гібридними енергетичними установками, тобто використання дизеля з

різними типами накопичення енергії, установок на водневому паливі, газотурбінних установок і т. д. Спираючись на досвід таких країн, як Польща, Литва, Латвія, Молдова, Німеччина, які модернізували свій рухомий склад, можна

зробити висновок, що ця заміна дає зменшення затрат в експлуатації.

Для вибору типу модернізації необхідно виконати попередні техніко-економічно розрахунки з урахуванням життєвого циклу локомотива та оцінити його технічний рівень.

УДК 628.88

Е. Е. Счастний, В. А. Зорянська, Є. А. Андрієнко

ОГЛЯД МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ІНСОЛЯЦІЇ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У БУДІВЛЮ

E. E. Schastnyy, V. A. Zoryanskaya, E. A. Andrienko

REVIEW OF INSULATION CALCULATION METHOD FOR DETERMINATION OF HEAT SUPPLY IN BUILDING

У роботі розглянуті варіанти методик розрахунку надходження тепла на поверхні будівель і споруд.

У зв'язку з усе більш широким розповсюдженням систем центрального та місцевого кондиціонування повітря виникає необхідність точного обліку надходження тепла на горизонтальні і вертикальні поверхні будівель. Існуючі методики оцінювання таких теплонадходжень дозволяють якісно оцінити їх розмір. Але разом з тим дані методики іноді дають значний розкид у кількісному оцінюванні теплонадходжень. Ця проблема тісно пов'язана зі зростанням вимог до енергоефективності будівель, оскільки в зимовий час необхідно максимально збільшити розмір і тривалість інсоляції, а в

літній – навпаки максимально зменшити його.

У роботі розглянуті основні фактори, що впливають на розмір інсоляції. Відзначаються обмежені можливості основних використовуваних методів оцінювання сонячних теплонадходжень. Зроблено спробу оцінювання застосування зазначених методик і розмірів похибки в розрахунках при їх використанні.

Розглянуто варіанти методик розрахунку постачання тепла на поверхності будівель і споруд. Визначено фактори, що впливають на розмір інсоляції.

Виконано оцінювання точності визначення об'ємів інсоляції при використанні різних методик розрахунку.

**ВПЛИВ СИСТЕМНИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ
НАСОСНИХ УСТАНОВОК**

G. V. Bilovol, R. V. Muzirya

**INFLUENCE OF SYSTEM FACTORS ON EFFECTIVENESS OF PUMP
INSTALLATIONS**

На промислових підприємствах близько 60 % електричного навантаження споживається електроприводами нагнітаючого обладнання: насосами, вентиляторами, компресорами. Як показує досвід, ККД багатьох систем з електроприводами становить менше 50 %, а інколи – 15-20 %. Вони встановлюються і працюють роками, доки не з'ясується наявність втрат і значних збитків.

Аналіз ефективності роботи насосного обладнання необхідно проводити безпосередньо досліджуючи систему, по якій транспортується тепла енергія. Досить часто енергоефективний насос працює у неефективному режимі через несприятливу конструкцію і необгрунтовано підібране обладнання у системі теплопроводів. До системних факторів, що несприятливо впливають на характеристику насоса, коли він встановлений у системі, можна віднести:

- 1) дроселі регулювання витрати;
- 2) поворотні коліна на виході з насоса;
- 3) відгалуження теплопроводу;

- 4) різке звуження або різке розширення трубопроводу;
- 5) запірну арматуру;
- 6) вхідні напрямні апарати;
- 7) поворотні лопатки робочого колеса.

Оптимізація систем теплопостачання може допомогти ефективно використувати ресурси, що є у наявності на підприємстві, та знизити обсяги споживаної енергії. А також слід зазначити, що енергія, яка витрачається впусту в неефективних системах, нікуди не зникає. Як правило, вона проявляється у вигляді руйнівної енергії: небажаного тепла, вібрації, шуму та пошкоджень системи. Це призводить до того, що ці затрати можуть значно перевищувати початкову вартість енергії, що витрачається впусту.

У роботі проведено порівняльний розрахунок обсягу споживаної електроенергії насосом при видаленні регулювального дроселя у подавальному трубопроводі заводської системи теплопостачання і встановленні частотно-регулювального приладу на електродвигун насосної установки.

ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ В УМОВАХ АДГЕЗІЇ

L. A. Timofeeva, I. I. Fedchenko

WASHING OF SURFACE BARS IN ADHESION CONDITIONS

Тертя і зношування матеріалу в умовах адгезії є складним багатofакторним видом навантаження, в результаті якого в поверхневих шарах матеріалів відбуваються зміни, безпосередньо пов'язані з утворенням деформованого, фрагментованого поверхневого шару і переходом від нормального механізму зношування до катастрофічного. Катастрофічне зношування можна охарактеризувати як різке і необоротне збільшення масштабу руйнування у поверхневих шарах зразка, порівнянне з розмірами самого зразка.

Структурні зміни в поверхневих шарах твердих тіл при терті в умовах, близьких до схоплювання, полягають в утворенні особливого поверхневого шару, структура якого сильно подрібнена під дією деформації, перемішування і генерується тертям тепла. Утворення такого шару пов'язується головним чином з перенесенням і перемішуванням фрагментів і частинок зносу на поверхні. Таким чином, формування шару йде поступово і не пов'язане зі зміною масштабного фактора.

Сплави на основі міді (латунь, бронза) у транспортному машинобудуванні застосовуються у парах тертя зі сталлю, де

реалізується ефект вибіркового перенесення. Має місце різке падіння коефіцієнта тертя при збільшенні навантаження і швидкості ковзання.

Тертя в умовах, близьких до режиму схоплювання, супроводжується утворенням шару матеріалу з розмірами структурних складових у частці мікрметра, що свідчить про інтенсивну фрагментацію. Наявність таких структурних складових призводить до зміни механізму деформації у поверхневих шарах, при цьому виявляється в'язкий механізм від течії шару до межі з нижнім матеріалом, що являє собою зону фрагментації.

Перехід у режим адгезійного схоплювання супроводжувався різким зростанням товщини фрагментованого шару, що свідчить про зв'язок між цими явищами. Морфологія шару і характер перебігу на межі з основним металом дозволяє припустити, що єдиним механізмом, здатним утворити такий шар, є механізм втрати зсувного опору попередньо фрагментованого матеріалу за рахунок температурного знеміцнення.

Таким чином, працездатність пар тертя залежить не тільки від вихідного стану поверхонь тертя, але і від структур, які утворюються у процесі тертя.

**ПІДВИЩЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКОВОГО
ВАТМЕТРА НВЧ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ФЕРИМАГНІТНОГО
РЕЗОНАНСУ**

**INCREASE OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE EXEMPLARY
MICROWAVE WATTMETER DUE TO THE USE OF FERROMAGNETIC RESONANCE**

У даний час для вимірювання потужності електромагнітної енергії НВЧ у промислових умовах використовуються ватметри, наприклад: DPM 5000-EX фірми «Bird Electronic Corporation», USA, R & S®NRP2 фірми "Rohde & Schwarz", M3 56, МКЗ-71 компанії "Меридіан". Похибка вимірювання потужності цими ватметрами становить 4-5 % .

Відомі зразкові пондеромоторні ватметри максимально наближені до еталона, вони мають похибку вимірювання потужності, що дорівнює 0,2 %. Використання цих ватметрів у промислових умовах неможливо, оскільки вони мають низьку механічну міцність. У пондеромоторних ватметрах підвісна система закріплюється тільки з одного боку.

Отриманої перетворювачем (мідний тонкий циліндр) механічної енергії від електромагнітної хвилі недостатньо, щоб повернути перетворювач за умови, що підвісну систему у ватметрі закріпити з двох кінців.

З точки зору точності вимірювання пондеромоторні ватметри мають істотні переваги в порівнянні з вищеперерахованими, тому що вимірювання потужності зводиться до вимірювання основних фізичних величин системи СІ – маси, довжини, часу.

Використання феримагнітного матеріалу як перетворювача електромагнітної енергії на механічну та застосування магнітного резонансу дозволили отримати достатню кількість механічної енергії для обертання підвісної системи пондеромоторного ватметра, закріпленої з двох кінців за допомогою розпірок або кернів.

При резонансі момент сили дорівнює $(6 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$ Н·м, що в $6 \cdot 10^3$ разів більше в порівнянні з моментом сил, досягнутим у відомих роботах.

Розроблено високоточний ватметр СВЧ з достатньою механічною міцністю і надійністю для промислового застосування. Випадкова похибка вимірювання потужності дорівнює 0,1 %.

**ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДУ ПОКРИТТЯ НА
ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ**

L. Voloshyna

**TO QUESTION OF RESEARCH OF INFLUENCE OF COMPOSITION OF
COVERAGE ON TRIBOTECHNICAL OF PROPERTY OF IRON-CARBON ALLOYS**

Найбільше розповсюдження у машинобудуванні завдяки своїм властивостям, доступності, порівняній дешевизні отримали залізовуглецеві сплави. Поєднання пари тертя чавун-сталь найчастіше зустрічається у вузлах і механізмах машин транспортного призначення, особливо це відноситься до такого вузла, як масляний шестеренний насос двигунів внутрішнього згоряння.

У даній роботі досліджено нанесення покриття, сутність утворення якого полягає в обробці деталей перегрітою парою, що складається із водного розчину алюмохромфосфатного зв'язуючого.

Металографічні дослідження виявили на поверхні зразків покриття, яке має у своєму складі аморфні структури. Результати металографічних аналізів показали, що покриття має аморфну структуру. Рентгеноспектральний аналіз зразків підтвердив, що після нанесення покриття на поверхні зразків виявили наявність таких хімічних елементів, як Al, P, Cr. Результати фазового дослідження свідчать, що основними фазами

(кристалічними) на сталевих і чавунних зразках є Fe_2O_3 та Fe_3O_4 .

Також досліджувався вплив утворених структур покриття на триботехнічні властивості пари тертя, а саме зносостійкість, значення коефіцієнта тертя, припрацьовуваність.

Із порівняльного аналізу результатів дослідження впливу покриття із водного розчину алюмохромфосфатного зв'язуючого на триботехнічні властивості пари тертя із залізовуглецевих сплавів можна зробити висновок, що відбувається підвищення зносостійкості пар тертя у 3,8 разу за рахунок утворення на поверхні деталей аморфних структур, Fe_2O_3 та Fe_3O_4 ; також спостерігається 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 та екологічна чистота завдяки низькій концентрації насичувальних елементів.

УДК 621.91.01

Л. І. Путятіна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБЛЮВАНOSTІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

L. I. Putyatina

EXAMINATION OF MACHINABILITY OF HIGH-STRENGTH CAST IRON

Впровадження високоміцного чавуну у машинобудуванні потребує створення ефективних методів механічної обробки та поверхневого зміцнення чавунних деталей.

Високоміцний чавун з кулястим графітом характеризується значною структурною та хімічною неоднорідністю, яка впливає на його властивості, в тому числі на оброблюваність різанням. Тому актуальним є пошук напрямків її визначення та покращення.

Неоднорідна структура чавуну сприяє виникненню нестабільних навантажень на інструмент, що інтенсифікує втомний вид його зносу, який є переважним для більшості інструментальних матеріалів.

Для експериментальних досліджень циліндричні зразки виготовлялись з високоміцного чавуну з кулястим графітом, який використовується для виробництва відповідальних деталей транспортних двигунів (колінчастих та 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. Дослідження проводили на чавунних зразках, отриманих

з однієї плавки, які потім піддавались термічній обробці за різними режимами з отриманням структур металевої матриці чавуну з різним ступенем неоднорідності.

Виконані у роботі дослідження дозволили запропонувати комплексну характеристику чавуну, пов'язану з оброблюваністю, з коефіцієнтом неоднорідності K_n . Неоднорідність спричиняє виникнення нестабільних навантажень на інструмент, тому розрахунок K_n проводили за коефіцієнтом варіації миттєвих значень сили різання. Встановлено зв'язок між універсальним критерієм оброблюваності (швидкість різання при стійкості інструмента 60 хвилин) чавуну та коефіцієнтом його неоднорідності.

Оскільки оброблюваність залежить від коефіцієнта неоднорідності чавуну, одним із шляхів її покращення є термічна обробка, за допомогою якої можливо спрямовано змінювати структуру, тобто зменшувати неоднорідність. З точки зору оброблюваності, оптимальною є подвійна нормалізація, яка дозволила отримати чавун з найменшим коефіцієнтом неоднорідності $K_n=1,26$.

УДК 621.8-621.892

С. С. Тимофеев, О. І. Цап, Д. Г. Воскобойников

ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ РУХОМОГО СКЛАДУ

S. S. Timofeev, O. I. Tsap, D. G. Voskoboynikov

RECOVERY OF IRON-CARBON ALLOYS OF GLADEDALE ROLLING STOCK

На теперішній час при відновленні зношених поверхонь деталей рухомого

складу можуть бути використані такі способи підвищення якості шару, де кожен

технологічний прийом має відповідну сферу застосування:

- через електродний дріт;
- через присадний матеріал;
- нанесення покриття перед наплавленням.

Заводами виготовляється кілька десятків марок електродного дроту суцільного перерізу, що забезпечують твердість наплавленого шару у широких межах (до МКС 50). Однак леговані дроти мають велику вартість. Це пояснюється складністю і трудомісткістю процесу їх виготовлення. З цієї причини не застосовують скручені електроди з дротів малого діаметра різних марок. Більш високу вартість мають порошкові дроти. Більшість з них випускається діаметром 2,4–3,2 мм, це обмежує область їх застосування для наплавлення, у зв'язку з тим, що зі збільшенням діаметра електрода зростає струм наплавлення, а отже, і нагрів самої деталі. Складність застосування подібних матеріалів полягає у різних значеннях коефіцієнта заповнюваності електрода. Це пов'язано з різними значеннями струму на оболонці електрода і щільності оболонки, що знаходиться всередині електрода. Тому це й призводить до індивідуального підбору електрода до тієї чи іншої відновлюваної поверхні, що недоцільно для поточних технологічних процесів.

Труднощі зварювальних робіт зростають при змінах структури чавуну,

викликаних тривалим впливом високих температур, а також проникненням у нього масел і продуктів згорання пального. При гарячому наплавленні (попереднє нагрівання деталі) і низькотемпературних процесах (паяння, паяння-зварювання) утворення зазначених дефектів менш імовірно. Чавунні деталі мають високу міцність на стик, відрізняються надійною роботою в умовах впливу знакозмінних навантажень, здатні гасити вібраційні викривлення.

Існує багато способів відновлення чавунних деталей, що включають до себе нанесення шару покриття, яке виконується чавунним електродом. Однак у даному способі відсутні підготовчі операції з видаленням дефектів і слідів зносу, в результаті чого наплавлений шар металу в процесі експлуатації буде відшаровуватися. Відновлення чавунних деталей може здійснюватися методом електрохімічної обробки з подачею електроліту через трубчатий електрод – інструмент проходить індукційне наплавлення шліфування наплавленої поверхні й оксидування в азотвмісній атмосфері. Основним недоліком даного способу є висока технологічність і неможливість забезпечити задану адгезію основного і наплавленого металу. Це не дає можливості якісного відновлення геометричних розмірів зношених деталей.

УДК 629.46:620.193

Л. А. Тимофєєва, М. В. Грибанов

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

L. A. Timofeeva, M. V. Hrybanov

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL METHODS OF INCREASING THE CORROSION STABILITY OF CARGO CARS

При перевезенні корозійно-активних вантажів (кислот, мінеральних добрив,

окатишів) зменшується перетин елементів у результаті корозійного зносу, а також

змінюється напружений стан вагонних конструкцій. Залізничний транспорт перевозить широку номенклатуру небезпечних вантажів: кислоти, зріджені гази, мінеральні добрива, нафтопродукти, будівельні матеріали, продукцію металургійної промисловості та ін. У свою чергу концентрація напружень підсилює механо-хімічну корозію, що призводить до істотного зниження несучої здатності, зменшення надійності і скорочення довговічності.

Особливої актуальності набуває питання вивчення корозійного впливу агресивних середовищ на міцність конструкцій при оцінці термінів і видів ремонту, а також для забезпечення надійної експлуатації вагонів протягом заданого терміну служби.

Дослідження вантажних вагонів, які вийшли з ладу внаслідок корозії, можна поділити на дві групи:

- із поверхневим руйнуванням металу;
- із внутрішніми структурними ушкодженнями, що виражаються у зміні з часом фізико-механічних характеристик металу.

Умови експлуатації вагонів, які використовуються для перевезення кислот, мінеральних добрив та окатишів характеризуються постійною взаємодією елементів конструкції з корозійно-активним середовищем.

Найважливішим завданням підвищення корозійної стійкості вважається планомірне впровадження нових технічних рішень і передових технологій. На теперішній час проводяться дослідження по розробленню технологічних способів підвищення корозійної стійкості металевих конструкцій. В основу захисту металевих конструкцій від корозії покладена ідея нанесення захисного покриття з утворенням поверхневого шару, що має у своєму складі такі хімічні елементи: хром, залізо, марганець, алюміній та ін. Для цього металеві зразки оброблювали в концентрованому водянному розчині хромофосфатів. Зразки з таким покриттям досліджувались на корозійну стійкість у порівнянні із зразками, обробленими за технологією з використанням суміші нанорозмірного порошку з подальшою обробкою лазерним випромінюванням. Як показали результати досліджень, час нанесення захисного покриття у три рази менше в порівнянні з існуючою технологією. Встановлено, що нанесення захисного покриття, що має у своєму складі такі елементи, як хром, залізо, марганець, алюміній та ін., забезпечує підвищення корозійної стійкості у 2-3 рази більше, а кількість технологічних операцій у 3-4 рази менше.

**НАПРЯМОК
«ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО ТА ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»**

УДК 625.012.3

Г. Л. Ватуля, М. А. Новікова

**ПЕРЕДУМОВИ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ГНУЧКИХ
ГОФРОВАНИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН**

G. Vatulia, M. Novikova

**THE PREREQUISITES FOR EXPERIMENTAL EVALUATION OF FLEXIBLE
CORRUGATED STEEL-CONCRETE COMPOSITE COLUMNS**

У сучасному будівництві найбільш раціональним є застосування сталезалізобетонних колон, у тому числі гофрованих. Конструкції із зовнішнім армуванням дозволяють збільшити жорсткість і несучу здатність при зменшенні металомісткості, вартості та витрат на виготовлення.

Для того щоб гарантувати несучу здатність, розрахункову міцність бетону та економічність конструкції в цілому, необхідно правильно підібрати фактори, що впливають на результат експерименту. Був виконаний підбір складу бетону, визначено процент вмісту фібри. Кількість зразків для проведення експериментальних досліджень було підібрано виходячи з параметрів оптимізації. Для визначення порівняльних характеристик гофрованих колон круглого поперечного перерізу були вибрані три серії по три зразки у кожному. Було підібрано колони з товщиною листа 1-2 мм, з оптимальним співвідношенням діаметра, довжини колони та ширини гофр. Для колон довжиною 1500 мм з шириною гофр 13 мм – діаметр 150 мм ($L/D=10$); для колон

з шириною гофр 26 мм – діаметр 200 мм ($L/D=7.5$). Зразки зроблено зі сталі 6-8/3С. При проведенні досліджень особлива увага приділяється оцінці контактної взаємодії компонентів перерізу.

У результаті випробувань дослідних зразків планується отримання даних про фізико-механічні властивості матеріалів (бетону, фібробетону та сталі), що забезпечують однорідність бетонного ядра по всій висоті перерізу колон. Підібрані та обґрунтовані типи вимірювальних приладів та їх розташування як на поверхні, так і в тілі експериментальних зразків. У результаті дослідження будуть отримані дані про характер розвитку поздовжніх і поперечних деформацій на поверхні сталеві оболонки та всередині бетонного ядра на різних етапах навантаження. Отримані результати дозволять судити про вичерпання несучої здатності та зміни напружено-деформованого стану сталезалізобетонних гофрованих колон, вплив типу обійми та бетонного ядра на досліджувані параметри.

УДК 624.042

А.В. Лобяк

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТРУБОБЕТОНУ ПРИ
КОРОТКОЧАСНОМУ І ТРИВАЛОМУ НАВАНТАЖЕННІ**

А. Lobiak

**SIMULATION OF PERFORMANCE OF CIRCULAR CFST
COLUMNS UNDER SHORT-TIME AND LONG-TIME LOAD**

Труبوبетонні конструкції широко застосовуються у будівельній практиці за рахунок своєї ефективності, виключення опалубних та арматурних робіт, зниження поперечного перерізу колон, витрати металу та бетону. Незважаючи на фундаментальні дослідження у цій сфері, у практиці проектування немає повноцінної методики розрахунку НДС труبوبетону при короткочасних і тривалих навантаженнях. В основі цієї проблеми лежать труднощі, обумовлені складністю роботи системи сердечника-оболонки, моделювання ефекту обойми, контактної взаємодії, геометричної і фізичної нелінійності. Рішення поставленого завдання знайдено на основі нелінійної моделі з урахуванням особливостей деформування ядра і обойми в умовах неоднорідного напруженого стану. Основна складність такої постановки полягає у відсутності діаграм деформування ядра, зовнішній вигляд яких буде визначатися заздалегідь невідомою величиною бічного тиску. Запропонована методика використовує кроково-ітераційний алгоритм. Приймається, що на першій ітерації першого кроку навантаження боковий тиск відсутній, а міцність ядра визначається міцністю циліндра до осевого стиску. Далі здійснюється ітераційний процес пошуку істинних значень міцності ядра відповідно до

критерію Н.І. Карпенка. Коефіцієнт бокового тиску визначається залежно від відносного рівня бічного обтиснення. Остання ітерація буде визначати істинні компоненти НДС першого кроку навантаження. Розрахунок виконується до вичерпання несучої здатності. Облік повзучості бетону заснований на застосуванні колоїдно-хімічної теорії механізму тривалого деформування бетону відповідно до теорії професора А. А. Плугіна. В основу теорії покладено точне уявлення про кінетичну криву деформування бетону залежно від 4-х стадій. Управління повзучістю здійснюється через нові структурні коефіцієнти, що визначають структуру прошарків. Запропоновано алгоритм розрахунку на тривалу дію навантаження, який у поєднанні з програмним комплексом Ліра-САПР дозволяє виконувати уточнений розрахунок конструкцій і управляти деформаціями повзучості через структурні характеристики. Перевірка адекватності виконана співставленням результатів розрахунку з даними експериментів. Встановлено, що тривалі процеси, які відбуваються у бетонному ядрі, істотно впливають на НДС. Ефективність труبوبетону з часом не знижується і буде залежати від раціонального складу бетону й оптимальних співвідношень конструктивних параметрів.

УКД 624.012.3

С. В. Дериземля

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТРИПРОГОНОВОГО БАЛКОВОГО МОСТА ПІД ДІЄЮ ПОСТІЙНОГО І ТИМЧАСОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

S. Deryzemia

SELECTION OF OPTIMAL THREE SPAN BRIDGE STRUCTURE UNDER THE DEAD AND LIVE LOAD IMPACT

Останнім часом як у світовій, так і вітчизняній практиці широко розповсюджується використання сталезалізобетонних конструкцій. В основу проектування сталобетонних конструкцій покладено декілька принципів: економію матеріалу, зниження трудомісткості виготовлення, а також скорочення термінів монтажу. Значна увага приділяється оптимізації параметрів конструкції.

На прикладі оптимізації трипрогонової нерозрізної балки в даній роботі наведено рішення у множині статично визначених і статично невизначених систем, якщо розглядати можливість зміщення опорних закріплень.

У наведеному алгоритмі оптимізації багатопрогонових статично визначених і статично невизначених балок постійного перерізу узагальнюється розрахунок конструкції на випадок дії постійних і тимчасових навантажень, а також

поширюється на розрахунок балок зі зміщенням опорних закріплень.

Метою даного дослідження є отримання рівномірної системи, в усіх елементах якої максимальні напруження дорівнюють розрахунковим. У множині статично визначених систем зусилля визначають з рівнянь рівноваги, і їх розподіл під дією заданого навантаження залежить лише від лінійних розмірів елементів та їх взаємного розташування. Якщо розглядати статично невизначені конструкції, то потрібно варіювати не тільки лінійними розмірами, а також одночасно змінювати розташування опорних закріплень.

У роботі наведено варіанти конструктивних рішень оптимальної конструкції, знайдені за наведеним алгоритмом. Для вибору остаточного варіанта необхідно додатково досліджувати технологію виготовлення конструкцій.

УДК 624.072.31

А. М. Петров

РОЗРАХУНОК КРОКУ ТА ЗУСИЛЬ У ЖОРСТКИХ УПОРАХ СТАЛЕБЕТОННИХ БАЛОК

A. Petrov

STEP AND EFFORT IN RIGID SUPPORTS OF STEEL CONCRETE BEAMS

Розрахунок сталобетонних балок проводиться із жорстким з'єднанням бетону зі сталеву смугою. Це можливо

здійснити, якщо встановити жорсткі упори, які перешкоджають зміщенню смуги по відношенню до бетону. Зусилля, що діють

на упор, їх кількість і крок визначаються через кути повороту між двома суміжними упорами.

При виборі кроку та кількості жорстких упорів необхідно прагнути до оптимізації сталобетонних балок, щоб максимальне напруження у сталевій смузі дорівнювало її граничному значенню, а зусилля, що діють в упорах, та крок упорів були однаковими. Для того щоб зусилля у кожному упорі були однаковими, необхідно нульову ділянку робити меншою за інші.

Було розроблено алгоритм підбору кількості, кроку жорстких упорів та зусиль у них за заданими характеристиками матеріалів, зовнішнім навантаженням, довжиною балки, відомими розмірами поперечних перерізів бетону та сталевій смуги. При цьому зусилля в усіх упорах однакові, крок упорів, окрім нульової ділянки, постійний, максимальне зусилля у сталевій смузі, що виникає посередині прольоту, не перевищує граничного значення, отриманого у розрахунку.

УДК 691.4:53.093

Л. В. Трикоз, О. С. Герасименко, Р. В. Юрченко

ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ЯК ОСНОВА МОНІТОРІНГУ ЇХ СТАНУ

L. V. Trykoz, O. S. Herasymenko, R. V. Yurchenko

ELECTRICAL PROPERTIES OF SOIL AS A BASE FOR MONITORING OF ITS STATE

На стійкість залізничного земляного полотна впливає багато факторів, що істотно ускладнює прогнозування виникнення і розвитку деформацій і пошкоджень, а це в свою чергу призводить до суттєвих матеріальних витрат на відновлювальні роботи, втрат від перерв у русі поїздів, збільшення витрат на утримання колії, знижує рівень безпеки руху. Для підвищення надійності ділянок колії необхідно створення системи моніторингу технічного стану земляного полотна на основі інформаційних технологій, в якій буде враховано максимально можливу кількість факторів, що впливають на стійкість земляного полотна. Моніторинг дозволить ранжувати ділянки колії за ступенем небезпеки виникнення на них деформацій і виявляти найбільш небезпечні місця, що потребують додаткового обстеження або стабілізації. Таким чином, розроблення діагностичної системи є складною інженерною проблемою, спрямованою на запобігання

шкоди, що завдається раптовим зміщенням ґрунтових масивів.

Ґрунти є капілярно-пористими тілами, міцність яких значною мірою визначає кількість вологи, що знаходиться у порах. Відповідно методи діагностики земляних споруд можуть ґрунтуватися на вимірюванні електричних характеристик ґрунтів (опорі, ємності, діелектричній проникності і т. д.). Стан вологості ґрунту можна оцінити за відношенням поточного опору R_x до опору R_0 у точці, що відповідає текучому стану. При цьому, якщо $R_x > R_0$, ґрунт вважають структурованим, якщо $R_x < R_0$ – текучим і зсувонебезпечним. Ступінь структурованості ґрунту та його міцність визначають за величиною відношення R_x / R_0 – чим воно більше, тим більш структурований і міцний ґрунт. Отримані величини вологості зіставляють із небезпечними величинами, які відповідають переходу ґрунтів у текучий стан. Збільшення вологості ґрунту та її наближення до цих небезпечних величин

свідчить про можливість виникнення і розвитку деформацій та пошкоджень.

У результаті досліджень отримано залежності електричних ємності C та опору R від вологості ґрунту W , у тому числі у

вигляді рівнянь, які можуть бути використані в програмному забезпеченні для моніторингу вологісного стану ґрунтів і стійкості насипів, виїмок, схилів та інших ґрунтових масивів.

УДК 624.138.23

В. Ю. Савчук

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МЕЗОСТРУКТУРИ ҐРУНТОВІСНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ

V. Yu. Savchuk

FORMATION FEATURES OF MESOSTRUCTURE OF SOIL-CONTAINED MATERIALS WITH WASTE USAGE

Відходи та побічні продукти виробництв займають великі території землі, виключаючи їх з корисного використання, викликають забруднення повітря, водойм, шкідливо впливають на рослинний і тваринний світ. Тільки при комплексному підході до вирішення загального завдання можна посправжньому запобігти негативному впливу відходів на навколишнє середовище і перетворити їх у вторинні сировинні ресурси, використання яких має важливе народногосподарське значення.

Метою дослідження є з'ясування відмінностей у мезоструктурі ґрунтовісних матеріалів на основі отриманих знімків оптичної мікроскопії. Це зумовлює такі завдання дослідження: співставити структури вихідних матеріалів і кінцевих сумішей; виявити та проаналізувати зміни, які відбуваються у структурах на мезорівні.

Зразки для досліджень готували шляхом перемішування глинистого ґрунту з активним мулом у пропорційному відношенні за масою 1:1. У підготовлену таким чином суміш додавали кислий або основний шлак у співвідношенні за масою 1:1. Із суміші глини, води, активного мулу

та шлаків були виготовлені зразки, які після витримання у нормальних умовах протягом 7 діб були досліджені методом оптичної спектроскопії. Дослідження проводилися за допомогою бінокулярного мікроскопа МБС-2 у відбитому світлі при 87-кратному збільшенні, що дає змогу розрізняти структурні елементи розміром $1 \times 10^{-6} \div 1 \times 10^{-8}$ м. Фото отримували шляхом зйомки зображення в окуляр мікроскопа цифровим фотоапаратом із роздільною здатністю не менше трьох мегапікселів.

Методом оптичної мікроскопії підтверджено формування щільної структури при додаванні шлаків та активного мулу до ґрунтовісних матеріалів. Це дозволяє отримати технічний результат, виражений у збільшенні міцності композиційного матеріалу на стиск без використання кондиційних високовитратних в'язучих (цементу, вапна), зниженні витрат кондиційного ґрунту та відповідно зниженні вартості закріплення, розширенні сировинної бази для отримання матеріалу, можливості вторинного використання укріпленого ґрунту без його вивезення та утилізації.

УДК 514.1

I. М. Бєлих, К. М. Бєлих (ХНУБА)

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ТРОСОВИХ ПОКРИТТЯХ

I. M. Bielykh, K. M. Bielykh

SURFACE MODELING FOR USE IN WIRE COATINGS

Висячі тросові конструкції являють собою один з найбільш економічних видів покриття. Вони прості в монтажі, надійні в експлуатації. У 1834 р. був винайдений дротовий трос – новий конструктивний елемент, що знайшов дуже широке застосування у будівництві, завдяки своїм чудовим властивостям: високій міцності, малій масі, гнучкості, довговічності. У будівництві дротові троси були вперше застосовані як несучі конструкції висячих мостів, а потім уже одержали поширення у багатопрогонових висячих покриттях.

Форму поверхні обумовлюють геометрія опорного контуру, умови попереднього напруження і кріплення до несучих конструкцій покриття. Навіть незначна зміна цих умов веде до формування нової форми поверхні – з іншими значеннями площі покриття і внутрішнього об'єму. Звідси багатий вибір форм, оригінальність споруд, але і велика складність проектних робіт, пов'язаних із визначенням початкової геометрії поверхні.

Для моделювання внутрішніх стабілізуючих вант використовується параметр V_i]1;+[, що відображує відношення радіусів кривизни поверхні, але змінює кривизну поверхні тільки по лінії проходження троса. Значення параметра постійно присвоюється індивідуально для

кожного гнучкого контуру або стабілізуючої ванти. Зміна значень параметра дозволяє регулювати форму, кривизну, довжину ванти, що проходить через розглянутий вузол. Наприклад, при $V_i +$ довжина троса наближається до відстані між вузлами кріплення. Оскільки форма і довжина кривої залежать від вихідної геометрії поверхні, щільності й орієнтації сітки, апроксимуючої поверхні, для одержання необхідної геометрії поверхні доводиться підбирати значення параметра. Тому для побудови поверхні з фіксованою довжиною внутрішньої стабілізуючої ванти або гнучкого контуру розроблено алгоритм: він дозволяє контролювати довжину і підганяти значення параметра при побудові поверхні.

У теперішній час різні системи покриттів дозволили створити досить виразні та оригінальні творіння сучасної архітектури. Сітчасте однопоясне покриття над виставочним залом у м. Оклахома-Сіті (США) зведено у формі еліптичного параболоїда на еліптичному плані. Одним з найбільш екзотичних споруджень є гігантський «Хан Шатир» в Астані, що є найбільшим наметом у світі. Покриття із тросових сіток як елемент архітектури мають дуже широкі можливості формоутворення.

*В. В. Герасименко, Л. В. Герасименко,
В. О. Паткевич (ХНУБА)*

ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИСТОВИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНИХ ЗАБЕЗПЕЧЕНЬ CAD/CAM

V. Gerasymenko, V. Patkevich, L. Gerasymenko

MANUFACTURE OF FLEXIBLE PARTS WITH USED CAD / CAM SOFTWARE

Вироби з листового матеріалу використовуються у різних галузях промисловості.

Для отримання виробів, які мають складну форму, необхідно забезпечити креслення точних розгорток. Моделювання розгорток слід виконувати з використанням сучасних САПР та не перекладати цю роботу на розмітників, які використовують лише правила нарисної геометрії.

Раніше при проектуванні розгорток виробів з листового металу перед конструктором виникало два завдання:

1. Побудувати та викреслити контур розгортки, за яким має бути виконано розкрій матеріалу.

2. Нанести на креслення розміри, які необхідні розмітнику.

Програмні забезпечення КОМПАС-3D або SOLIDWORKS виконують побудову листового тіла циліндричної, конічної, призматичної та пірамідальної поверхонь з різноманітними отворами та зрізами. У цих програмах немає можливості побудувати розгортки перехідних форм. Наприклад, з круглої форми у поперечному перерізі в еліптичну або багатокутну форму. Це завдання з

легкістю може бути виконано у програмному забезпеченні INVENTOR.

Деталі листового тіла отримуються декількома способами.

1. Створюють деталь з листового металу за допомогою шаблону.

2. Створюють звичайну деталь однакової товщини, після чого перетворюють її у деталь з листового металу.

3. Будують ряд поверхонь з урахуванням необхідних умов, після чого їх зшивають і надають їм товщину.

Як видно з аналізу, програма INVENTOR більш універсальна при отриманні деталей листових тіл різноманітної форми.

Що стосується нанесення на креслення розмірів, то при використанні програм для розкрою листового металу немає необхідності вказувати розміри на розгортках, оскільки різання ведеться за виконаною моделлю.

Розкрій металу по товщині виконується у широких межах за допомогою лазерного, гідроабразивного, плазмового і газового різання.

УДК 514.18

*М. А. Волосюк (ХНАДУ),
О. М. Проценко, І. В. Тимченко,
В. І. Батаженко (ХНУБА)*

**ГЕОМЕТРІЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ ШЛЯХОМ ОБ'ЄДНАННЯ ГРАННИХ
ПОВЕРХОНЬ В ІНЖЕНЕРІЇ**

*М. Volosyk, E. Protsenko,
I. Timchenko, B. Batazhenko*

**GEOMETRY FORM FORMATION BY INTERCONNECTING GRAND SURFACES
IN ENGINEERING**

Актуальність проблеми визначається сучасними вимогами якісного моделювання складних просторових форм, особливо в контексті візуалізації моделі, одержання конструктивних способів (методів, алгоритмів) рішення геометричних завдань архітектурно-містобудівної (інженерної в цілому) практики.

Процес формоутворення є ефективним при рішенні завдань геометризації, визначає системний підхід до аналізу та дослідження форми, структури, взаємозв'язків гранних поверхонь з метою створення або проектування геометричної моделі, забезпечує виявлення основних характеристик і їхніх базових властивостей, що дозволяє:

1) інтерпретувати в геометричному змісті поставлену проблему через виявлені характеристики;

2) сформулювати в геометричній постановці проблему, при цьому, можливо, буде потрібно сформулювати кілька пов'язаних між собою геометричних завдань.

Подальше дослідження цільової проблеми в геометричній постановці виконується методами геометричного моделювання (ГМ). Для якісного моделювання складних просторових форм без згладжування поверхонь із урахуванням особливостей топології тонкої структури реальних об'єктів потрібне розроблення нових методів ГМ, спрямованих на пошук прийнятних рішень необхідних геометричних завдань, практичних способів геометричного подання і конструювання об'ємних гранних тіл і форм, поверхонь, розрахунку їхніх характеристик. Використання методів геометризації особливо істотно в процесах конструкторсько-технологічної практики. Потрібно не тільки одержання геометрографічного опису з метою формування візуально-образного подання моделі досліджуваного або проектованого об'єкта, але й забезпечення коректності такого опису в контексті наступного прототипування.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОРУШЕНЬ БЕЗПЕКИ РУХУ В ПОЇЗНІЙ ТА МАНЕВРОВІЙ РОБОТІ, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З РОЗШИРЕННЯМ КОЛІЇ

V. Novikov, O. Skorik

THE ANALYSIS OF THE CAUSES VIOLATIONS TRAFFIC SAFETY IN THE TRAIN WORK AND SHUNTING WORK WHICH RELATE TRACK WIDENING

У залізничній колії ще на початку її створення у сучасному вигляді було передбачено, що для забезпечення стабільності ширини колії необхідно забезпечити достатнє притиснення шпал до рейок. Лише після того, як виникли перші ознаки зміни ширини колії у процесі її експлуатації, які відбувались через появу залишкових деформацій в елементах рейко-шпальної решітки, виникла необхідність в організації догляду за колією і створення бригад із поточного утримання колії, тобто виникла галузь, яка називається колійним господарством. Та коли трапились перші сходи коліс рухомого складу з колії були запроваджені перші нормативи утримання колії, серед яких були як допуски, так і норми з максимальної та мінімальної ширини колії, які з часом удосконалювались та були основою для визначення причин тих чи інших порушень безпеки руху поїздів.

Починаючи з 2000 року в Укрзалізниці видаються головним управлінням безпеки руху та екології тематичні збірки «Аналіз стану безпеки руху на залізницях України», в яких наведено ретельний аналіз по усіх господарствах, який детально проаналізовано за причинами та видами порушень. На підставі саме таких збірок виконано аналіз причин, що спричинили сходи рухомого складу через розширення колії та інші порушення, що мають тісний зв'язок з розширенням колії, а саме угон рейкових плітей. Однією з причин цього є

використання на станційних коліях старопридатних матеріалів верхньої будови колії. В колії із залізобетонними шпалами відбуваються корозійні та зношувальні процеси, які мають досить впливовий характер на появу люфтів і залишкових деформацій та в остаточному рахунку на ширину колії, що приводить до провалу колеса і дає підстави розглядати питання розпору колії на залізобетонній підрейковій основі.

У 2004 році почала збільшуватись кількість кілометрів безстикової колії, схильної до угону з 23 км у 2003 році до 56 км у 2004 році, що свідчить про недосконалість як самої системи контролю за станом рейкових плітей, так і системи призначення чергових суцільних підкріплень клемних і закладних болтів, яка не враховує чимало експлуатаційних факторів впливу. Чергове підкріплення клемних і закладних болтів відбувається у багатьох випадках вже по факту угону рейкових плітей. Якщо рейкові пліті погано закріплені, то це сприяє появі збільшених бічних відтиснень рейок під дію рухомого складу, які жодним чином не враховуються сучасною методикою визначення небезпечного значення максимальної ширини рейкової колії.

Таким чином, як показує огляд транспортних подій, щодо порушення безпеки руху можна зробити висновок, що головною причиною є розширення колії, та при наявності досконалих засобів контролю ширини рейкової колії неможливо

попередити ці події профілактично, бо на різних за експлуатаційними характеристиками ділянках, де обертаються різноманітні локомотиви та однаковий рухомий склад з вагонного парку, треба індивідуально призначати небезпечні

значення максимальної ширини рейкової колії, які повинні враховувати усі можливі індивідуальні експлуатаційні особливості ділянок залізничної колії, враховуючи також напрацювання перевезеного тону.

УДК 625.42

Д. А. Фаст

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ КОСТИЛІВ І ШУРУПІВ ПРИ РОБОТІ У ДЕРЕВ'ЯНИХ ШПАЛАХ МЕТРОПОЛІТЕНУ

D. Fast

RESEARCH OF NECESSARY CONFIDENCE OF SPIKES AND SCREWS AT WORK IN WOODEN SLEEPER OF SUBWAY

В умовах експлуатації в тунелях метрополітену, де баластом під рейкошпальну решітку є монолітна бетонна основа, найбільш ефективною є конструкція колії на дерев'яних шпалах. Основною відмінною рисою експлуатації дерев'яних шпал у метрополітені є те, що вони утоплені в колійний бетон і у зв'язку із цим заміна їх новими є досить складною і дорогою операцією, що вимагає значних витрат ручної праці та коштів. Тому є необхідність відновлювати їх експлуатаційні властивості без вилучення з колійного бетону, що можливо зробити за допомогою використання полімерних матеріалів. Для дослідження роботи проміжних скріплень (костилів і шурупів) було проведено випробування їх на висмикування з дерев'яних шпал, відновлених такими полімерними матеріалами: трикомпонентною сполукою клею ЕД-20 із затверджувачем ПЕПА + ІКС + розчинник № 647 і пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т.

Метою роботи є дослідження несучої здатності проміжних скріплень, а саме

костилів й шурупів, при висмикуванні з дерев'яної шпали метрополітену, яка відновлена полімерними матеріалами. Завданнями досліджень є визначення величини зусилля, яке необхідно прикласти до костилів і шурупів, щоб висмикнути їх з дерев'яної шпали, відновленої полімерними матеріалами; порівняння отриманих результатів із величинами зусиль при висмикуванні із суцільної дерев'яної шпали, а також із виконаними раніше дослідженнями.

Зусилля при висмикуванні змінювалося залежно від ступеня трохлявості деревини шпал, ступеня заповнення деревини полімером і товщини самого полімерного шару, через який проходили костилі та шурупи. Отримані результати випробувань шурупів на висмикування підтверджують доцільність використання пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т для відновлення експлуатаційних властивостей дерев'яних шпал, які знаходяться у процесі експлуатації у тунелі метрополітену.

ЖОРСТКІСТЬ СКРІПЛЕНЬ ТРЕП ПІД ДІЄЮ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПОПЕРЕЧНИХ СИЛ

JETCOST FASTENERS TRAP UNDER THE ACTION OF HORIZONTAL SHEAR FORCES

Горизонтальна поперечна жорсткість

$$C_y = \frac{R_{y2} - R_{y1}}{y_2 - y_1} \cdot \left(\frac{H}{M} \right) \quad (1)$$

де R_{y2}, R_{y1} – значення горизонтальних поперечних навантажень на опору, H ;

y_2, y_1 – пружні деформації опори в горизонтальному поперечному напрямі при навантаженнях відповідно R_2, R_1 , m .

Умову рівноваги сил у вузлі скріплення (рисунок) при дії бічної сили R_y можна записати як

$$R_y = 2 \cdot F_{тр}^{кл} + Q_{нр}^z + Q_{вк}, \quad (2)$$

де $F_{тр}^{кл}$ – сила тертя ізолюючого вкладиша по верхній грані підшви рейки, kH ;

$Q_{нр}^z$ – пружний опір підрейкової прокладки при зсуві, kH ;

$Q_{вк}$ – сила опору поперечному переміщенню підшви рейки частини ізолюючого вкладиша між підшвою й анкером, kH .

Пружними складовими у формулі (2) є сили $Q_{нр}^z, Q_{вк}$:

$$\left\{ Q_{вк} = \Delta y \cdot u_{вк} \mid Q_{нр}^z = \Delta y \cdot u_{нр}^z \right\}, \quad (3)$$

де $u_{вк}$ – жорсткість вкладиша при бічних переміщеннях рейки, kH/m ;

$u_{нр}^z$ – жорсткість підрейкової прокладки при зсуві, kH/m .

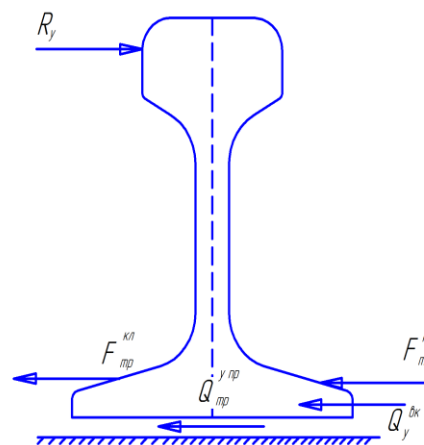


Рис. Умова рівноваги горизонтальних поперечних сил у вузлі скріплення ТРЕП

Напівемпіричне рівняння, що враховує вплив вертикальної сили на жорсткість підрейкової прокладки при зсуві,

$$u_{нр}^{zz} = f_1 \left(\frac{R_y}{u_{нр}^{дин}} + 2 \cdot \mathcal{K}_{кл} \right), \quad (4)$$

Таким чином, умови прояву та рівняння формування горизонтальної поперечної жорсткості вузла скріплення ТРЕП будуть мати такий вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{при } R_y < f_{GK} \cdot \left(\frac{Q_{кл}^M - R_z \cdot \mathcal{K}_{кл}}{u_{np}^{дин} + 2 \cdot \mathcal{K}_{кл}} \right), C_{уск} = \infty \\ \text{при } R_y > f_{GK} \cdot \left(\frac{Q_{кл}^M - R_z \cdot \mathcal{K}_{кл}}{u_{np}^{дин} + 2 \cdot \mathcal{K}_{кл}} \right), C_{уск} = u_{вк} + u_{np}^2, \\ \text{де } u_{np}^2 = f_1 \left(\frac{R_y}{u_{np}^{дин} + 2 \cdot \mathcal{K}_{кл}} \right) \end{array} \right. \quad (5)$$

Розраховану математичну залежність потрібно підтвердити експериментально.

УДК 624(083):656.2

В. М. Астахов

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ БУДІВНИЦТВІ.
МЕТОДИ НОРМАТИВНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

V. Astahov

**TECHNOLOGICAL STANDARDIZATION IN RAILWAY CONSTRUCTION.
METHODS OF NORMATIVE OBSERVATIONS**

Технічне нормування у залізничному будівництві полягає у розробленні технічно обґрунтованих норм витрат праці, матеріалів, енергетичних ресурсів і часу використання машин. Норми необхідні для визначення кількості робітників при проектуванні технології та організації будівництва, управлінні діяльністю будівельних організацій і складання відрядних розцінок. Технічно обґрунтовані прогресивні норми стимулюють впровадження прогресивних методів, виконують значну організуючу роль, дозволяють організувати контроль за якістю праці й оцінити результати праці робітників при нормальній його інтенсивності.

Методи нормативних спостережень поділяють на:

- мету дослідження, проектування нових норм, використання передових методів праці, визначення відсотка виконання норм, виявлення втрат робочого часу з метою підвищення ефективності виробництва;
- способи реєстрації часу – цифровий, графічний і змішаний;
- обліки обсягу виконаної роботи, витрат праці і часу робітників індивідуальної і групової;
- виміри робочого часу – суцільні або вибіркові заміри;
- точності обліку часу.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПУТИ КАК БАЛКИ, КОТОРАЯ ИМЕЕТ ИНЕРЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Y. Leibuk

FORCED OSCILLATIONS OF THE TRACK LIKE BEAMS WHICH HAVE INERTIAL CHARACTERISTICS

Наиболее эффективными методами исследований работы железнодорожного пути под действием нагрузки от подвижного состава в настоящее время являются численные методы. Это позволяет получать информацию об особенностях воздействия на путь и особенностях напряженно-деформированного состояния всей конструкции в различных условиях эксплуатации при значительно меньших материальных и финансовых расходах.

Однако, применять численные методы возможно только тогда, когда математические модели адекватно отображают

реальную работу как динамической системы «экипаж-путь», так и конструкции пути. Это в полной мере относится к моделированию взаимодействий пути и подвижного состава. Таким образом, моделирование взаимодействия пути и подвижного состава является актуальной задачей.

Для учета инерционных характеристик пути в таких моделях рассмотрены вынужденные колебания пути как балки, которая имеет инерционные характеристики. Было получено дифференциальное уравнение колебаний бруса в виде

$$y(x) = y_0 A_{sx} + \frac{y'_0}{s} B_{sx} + \frac{P}{s^3 EI} Ds(x-a), \quad (1)$$

где y_0 – изгиб;

A_{sx}, B_{sx}, D_{sx} – функции Крылова;

P – нагрузка от подвижного состава;

s – характеристическое число;

a – расстояние приложения нагрузки;

x – длина балки;

EI – жесткость поперечного сечения при изгибе.

В результате решения уравнения (1) было получено следующее уравнение:

$$y_k(x) = y_0 A_{sx} + \frac{y'_0}{s_k} B_{sx} - \frac{M_0}{s_k^2 EI} C_{sx} - \frac{Q_0}{s_k^3 EI} D_{sx}, \quad (2)$$

где

$$s^4 = \frac{m\theta^2}{EI}, \quad (3)$$

где m – распределенная масса пути, которая участвует в процессе колебаний;

θ – частота колебаний.

Таким образом, разработана математическая модель взаимодействия пути и подвижного состава при использовании расчетной схемы пути как балки на многих упруго-диссипативных опорах. Расчеты были выполнены в программе Matlab. Были получены экспериментальные результаты, построены графики зависимости нагрузок и перемещений.

УДК 624.004.68:656.2

Н. В. Белікова

**ПІДВИЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ, ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА УПРАВЛІНСЬКОЇ
НАДІЙНОСТІ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ**

N. Bielikova

**INCREASE OF ORGANIZATIONAL, TECHNOLOGICAL AND MANAGERIAL
RELIABILITY DURING RECONSTRUCTION OF TRANSPORT SYSTEM OBJECTS**

Проблема організаційно-технологічної надійності об'єднує теоретичні, методологічні, практичні шляхи і рішення багатофакторних організаційних завдань на різних структурних рівнях спорудження об'єктів та їх подальшої експлуатації.

Специфічними особливостями будівництва є:

- тривалість виробничого циклу просторового виділення фронту робіт залежно від складу і структури виробництва;

- багатоваріантність технологічних і організаційних процесів, взаємодії ресурсів і методів виконання робіт.

Всі ці обставини не залежать від прийнятої системи управління, але значною мірою впливають на її ефективність.

Крім того, на ефективність організаційно-технічної надійності систем залізничного будівництва впливає об'єднання у виробничому процесі не тільки технічних (будівлі, машини, матеріали), а й соціологічних систем (робітники, фахівці). Взаємодія цих систем між собою та із зовнішнім середовищем носить імовірний характер, що істотно впливає на оцінку організаційно-технологічної надійності будівництва та реконструкції залізничних об'єктів.

УДК 624.074.7

*С. М. Камчатна, В. Г. Мануйленко,
О. М. Пустовойтова (ХНУМГ)*

**АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ НОРМАТИВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ З ПИТАНЬ,
ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ НАСЛІДКАМИ ВИБУХОВИХ ВПЛИВІВ І ВИБУХОЗАХИСТУ**

*S. Kamchatna, V. Manuilenko,
O. M. Pustovoitova*

**ANALYSIS OF THE BASIC PROVISIONS OF REGULATORY DOCUMENTATION ON
ISSUES CONNECTED WITH THE CONSEQUENCES OF EXPLOSIVE IMPACTS AND
EXPLOSIVE PROTECTION**

Все більше науковців присвячують свої праці питанню про наслідки вибухових впливів у будовах і спорудах, велика частина яких представлена дослідженнями вибуху дефлаграційного характеру. Однак

найбільш небезпечними є вибухи детонаційного характеру, результатом яких є катастрофічні наслідки.

У чинній нормативній документації України тема вибухового впливу і

вибухозахисту не висвітлені достатньою мірою. Постановка деяких пунктів ускладнює їх трактування.

Як показав аналіз статистичних даних, дана проблематика актуальна і вимагає детального опрацювання не тільки

на рівні досліджень і експериментів, а й упровадження у нормативну базу нових методик розрахунку, рекомендацій з приводу збереження або збільшення часу стійкості будівлі для збереження механічної безпеки людей і майна.

УДК 625.032

Є. М. Коростельов

УПОВІЛЬНЕННЯ РОЗВИТКУ ДЕФЕКТІВ РЕЙОК МЕТРОПОЛІТЕНУ ШЛЯХОМ ВИКОНАННЯ ШЛІФУВАННЯ І МАЩЕННЯ КОНТАКТУЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ КОЛЕСА ТА РЕЙКИ

Y. Korostelov

DELAY IN THE DEVELOPMENT OF DEFECTS IN METRO RAILS BY GRINDING AND LUBRICATION OF CONTACTING SURFACES WHEELS AND RAILS

Дефекти рейок контактно-втомного походження, які виникають здебільшого на боковій робочій поверхні головки рейки в кривих ділянках колії, є основними для колій метрополітену. При цьому частіше всього пошкоджується робоча викружка головки рейки зовнішніх рейкових ниток кривих ділянок колій.

Згідно із каталогом дефектів і пошкоджень рейок на залізницях України причини виникнення і розвитку домінуючих дефектів рейок метрополітену пов'язані лише з недотриманням вимог з якості рейкової сталі. Проте все ж іноземні спеціалісти, які вивчали це питання, виділяють окремо ще й експлуатаційні причини дефектоутворення. Вчені, які досліджують стрімке зростання виникнення дефектів контактно-втомного походження, виявили виникнення дефектів під назвою «head chechking», або ж сітку мікротріщин на боковій поверхні головки рейки. Розвиваючись, тріщини типу «head chechking» об'єднуються, що призводить до

викришування металу робочої викружки головки рейки, або ж іншими словами є передумовою виникнення дефекту.

Шліфування рейок сьогодні широко застосовується рядом світових залізничних компаній для запобігання виникнення дефектів контактно-втомного походження на відміну від залізниць України. В описаних дослідженнях представлено методику виконання попереджувального шліфування рейок метрополітену з виконанням мащення оброблених поверхонь колеса та рейки для попередження виникнення дефектів рейок метрополітену контактно-втомного походження. Виконання робіт за запропонованою методикою може суттєво підвищити строк служби рейок у колії метрополітену шляхом зменшення інтенсивності розвитку дефектів контактно-втомного походження як домінуючих дефектів, які слугують приводом передчасного виходу рейок колії метрополітену в дефектні.

УДК 69.059.02:699.86

А. М. Малявін

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ТРАНСПОРТНИХ БУДІВЕЛЬ
І СПОРУД ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ**

A. Maliavin

**TECHNOLOGICAL SUPPORT OF CONSTRUCTION OF TRANSPORT BUILDINGS
AND FACILITIES OF RAILWAY STATIONS**

Основним фактором, що сприяє зниженню трудових витрат при будівництві транспортних будівель і споруд залізничних станцій, скороченню терміну введення їх в експлуатацію, є підвищення заводської готовності конструкцій і матеріалів.

Якщо процес індустріалізації у промисловому та цивільному будівництві на сучасному етапі характеризується переходом на індустріальні методи, що передбачають створення єдиного промислово-будівельного конвеєра з метою забезпечення збереження на будівельних площадках лише операції складання і монтажу готових елементів будівель, які виготовляються у заводських умовах і комплектно поставляються, то при будівництві транспортних будівель питання технологічного забезпечення і комплек-

тація цих об'єктів конструкціями та матеріалами залишаються невирішеними.

У зв'язку з цим була здійснена спроба проаналізувати основні технологічні процеси при будівництві транспортних будівель і споруд з різних матеріалів виконання з ціллю їх подальшого вдосконалення.

У результаті аналізу номенклатури транспортних будівель, їх об'ємно-планувальних і конструктивних рішень запропонована методика групування будівель залежно від їх функціонального призначення і виконання.

Отримані результати визначили напрямок подальшого вдосконалення організаційних форм забезпечення об'єктів транспортного будівництва ресурсами підвищеної технологічної готовності.

УДК 625.11

А. О. Шевченко

**ВИСОКОШВИДКІСНИЙ РУХ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ.
ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ**

A. Shevchenko

**HIGH-SPEED MOVEMENT ON UKRAINIAN RAILWAYS.
STEPS OF IMPLEMENTATION**

Високошвидкісні магістралі в Україні – це принципово новий високотехнологічний проект. При реалізації цього проекту необхідно якомога більше використовувати

сучасних та інноваційних знань, матеріалів і технологій при безпосередній участі вітчизняних і зарубіжних науковців дослідних проектних організацій.

Впровадження високошвидкісних магістралей буде вигідним як Україні, так і Європі як в економічному, так і в політичному плані. Це буде потужним імпульсом і серйозним заділом для економічного розвитку країн.

Високошвидкісні залізниці (Lignes Grande Vitesse – LGV) визначаються Міжнародним союзом залізниць та ЄС як стандартні, з допустимою максимальною швидкістю понад 200 км/год, або як нові лінії, з передбаченою максимальною швидкістю понад 250 км/год. Усі високошвидкісні залізниці LGV Великобританії, Франції, Німеччини, Бельгії, Голландії, Іспанії та Італії, прокладені протягом останніх 30 років, мають проектну швидкість лінії більше 300 км/год. Французька національна залізниця є світовим рекордсменом із швидкості залізничних ліній із зареєстрованою швидкістю 575 км/год на показовому пробігу по лінії LGV Est у 2007 році між Парижем і Страсбургом. Ці лінії використовуються лише для денних перевезень швидкісними пасажирськими поїздами з відносно низьким навантаженням на вісь, а рух поїздів вночі відсутній. На високошвидкісних лініях зазвичай немає вантажних перевезень (є поодинокі випадки легких, наприклад, пошти і посилок, вантажних перевезень, які створюють навантаження на вісь, сумісне з пасажирськими потягами і дозволяється на цих залізницях).

Високошвидкісне сполучення потребує повної сумісності характеристик рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту, у свою чергу від сумісності рухомого складу та інфраструктури залежать безпека, ефективність і якість експлуатації, а також експлуатаційні витрати, тому в законодавстві Європейського Союзу цьому параметру приділяється значна увага. Залізнична мережа України органічно вписується у європейську мережу через

Угорщину, Польщу, Молдову, Румунію та Словаччину. Однак вигідне, з точки зору транспортних перевезень, геополітичне розташування України не використовується повною мірою.

Таким чином, досвід держав Західної Європи та Азії показав, що створення мережі високошвидкісних магістралей викликає вагомий економічний ефект, який виправдовує великі витрати на їх будівництво. Розглядаючи світовий досвід, для підвищення ефективності функціонування українського залізничного транспорту потрібно: 1) розвивати прискорений рух (до 160 км/год) на основі існуючих транспортних шляхів; 2) підвищити швидкість руху пасажирських поїздів до 200 км/год, для чого необхідно технічно переоснастити колійне господарство з подальшою механізацією його технологічних процесів; 3) впроваджувати високошвидкісний рух, для чого потрібно побудувати окрему нову колію, яка передбачає можливість руху пасажирських поїздів із швидкістю 200–350 км/год (для цього мають бути задіяні потужності як підприємств залізничного транспорту, так і сторонніх організацій); 4) розділити вантажні і пасажирські потоки.

Для підвищення конкурентоспроможності швидкісних поїздів «ІНТЕРСІТІ+» необхідно: 1) зниження терміну подорожі; 2) оптимізація графіка руху швидкісних поїздів; 3) розширення мережі швидкісних магістралей по всій території України; 4) оптимізація величини тарифів з метою залучення до швидкісних перевезень додаткових пасажирів; 5) впровадження високошвидкісного руху на всій території України.

Маючи розгалужену транспортну інфраструктуру і перебуваючи на перехресті найважливіших напрямків світової торгівлі між Європою, Азією та іншими континентами, Україна має всі передумови для розвитку транспортної галузі в рамках виваженої державної політики.

**НАПРЯМОК
«ТРАНСПОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

УДК 656.2

Т. В. Бутько, В. М. Прохоров, Д. М. Чехунов

**ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРИ ОПЕРУВАННІ
ВАГОНАМИ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВАНТАЖАМИ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ
ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ**

T. V. Butko, V. M. Prokhorov, D. M. Chekhunov

**FORMATION OF THE RISK MANAGEMENT SYSTEM UNDER OPERATION WITH
RAILCARS WITH DANGEROUS GOODS ON THE BASIS OF MODEL OF THE RISK
ASSESSMENT**

Вибір залізничного транспорту для транспортування вантажів є раціональним, з огляду на надійність залізничного транспорту та його незалежність від погодних умов. Залізничні перевезення небезпечних вантажів мають свої особливості, наприклад, небезпечні вантажі можуть перевозитися великими партіями та цілими складами. На сортувальних станціях можуть одночасно знаходитися декілька поїздів, які містять у своєму складі значну кількість вагонів із небезпечними вантажами, що у свою чергу призводить до суттєвого підвищення імовірності виникнення аварій, а також підвищення можливих масштабів їх наслідків. На сучасному рівні перевезення небезпечних вантажів потребують розроблення і впровадження ефективної системи управління ризиками, яка охоплюватиме всі аспекти безпеки при оперуванні з

такими вагонами. Дану систему доцільно реалізовувати у вигляді підсистеми інтелектуальної транспортної системи (ІТС). Для розроблення і впровадження такої системи в першу чергу необхідно створити адекватну модель оцінювання ризиків. Модель повинна не лише якісно оцінювати вплив подій, які пов'язані з подіями, що призводять до аварій вагонів з небезпечними вантажами та небажаних наслідків, але і забезпечувати можливість здійснення кількісних оцінок імовірності виникнення аварій та їх наслідків.

Перспективним для побудови моделі оцінювання ризиків при оперуванні вагонами із небезпечними вантажами є математичний апарат Бассових мереж, який дозволяє на основі мережевої структури визначати причинно-наслідкові зв'язки між подіями, та оцінювати їх імовірність.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТРИВАЛОСТІ ТА ІНШИХ ПАРАМЕТРІВ «ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІКОН» НА ЗАТРИМКИ ПОЇЗДІВ І ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ

Т. Butko, A. Mikhaelian

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DURATION AND OTHER "TECHNOLOGICAL WINDOW" PARAMETERS ON CANCELLATION OF TRAINS AND TRANSPARENCY CAPACITY

У зв'язку з обмеженням швидкості руху поїздів, аваріями і затримками через незадовільний технічний стан колії, контактної мережі та залізничної інфраструктури ПАТ «Укрзалізниця» несе щорічні витрати. Тому виникає необхідність виконання капітальних і планових ремонтів з відповідним наданням «технологічних вікон», як правило, значної тривалості. Це викликає труднощі у пропуску поїздів і додаткові витрати від непродуктивних простоїв. Метою даної роботи є аналіз досліджень з питання раціоналізації «технологічних вікон» і виявлення факторів, що викликають затримки в русі. З метою оцінки впливу «технологічних вікон» затримки проведено детальніший аналіз статистичних даних щодо розподілу «технологічних вікон» на мережі ПАТ «Укрзалізниця» та на регіональній філії «Південна залізниця».

Для того щоб визначити вплив тривалості вікон на пропускну спроможність, було проведено детальніший аналіз статистичних даних щодо надання «вікон» по ПАТ «Українська залізниця» та по філії «Південна залізниця». У ході аналізу статистичних даних і попередніх досліджень були виявлені основні причини,

які викликають затримки в русі при наданні «вікон», зокрема – це кількість поїздів у пакеті, інтервал між пакетами поїздів, тривалість «вікна», розміри руху, затягування відкриття перегону після завершення робіт, кількість колій на станціях, способи пропуску поїздів під час і після перерви, довжина перегону, який ремонтується, місця дислокацій кмс, рух пасажирських поїздів, порушення міжремонтних інтервалів.

Як висновок можна зазначити заходи для зменшення затримок і підвищення пропускну спроможності залізниць під час надання «технологічних вікон»: контроль надання необхідної кількості матеріалів, бригад, локомотивів; контроль обліку міжремонтних термінів інфраструктурної складової; організація з'єднаних поїздів; організація пакетного, частково-пакетного руху; надання помічників відповідальному за проведення робіт під час «вікна»; застосування пристроїв, які дозволяють забезпечувати рух у протилежному напрямку за сигналами локомотивних світлофорів; відкриття тимчасових постів, місць дислокації бригад; укладання з'їздів між головними коліями тощо.

УДК 697.32

*Н. Б. Чернецька-Білецька, І. О. Баранов,
М. В. Мірошникова (Східноукраїнський
нац. ун-т імені Володимира Даля)*

АНАЛІЗ СИСТЕМ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

*N. Chernetskaya-Beletskaya,
I. Baranov, M. Miroshnykova
(Volodymyr Dahl East Ukrainian
National University)*

ANALYSIS OF TRANSPORTATION COAL-WATER FUEL

Водовугільне паливо (ВВП) являє собою дисперсну паливну систему, що складається із тонкоподрібненого (40-300 (350) мкм) вугілля, води і реагента-пластифікатора. Використання ВВП має екологічні, технологічні й економічні переваги: безпечно на всіх стадіях виробництва, транспортування і використання; дозволяє у 1,5-4 рази знизити шкідливі викиди в атмосферу, повністю механізувати й автоматизувати процеси приймання, вантаження-розвантаження і транспортування палива; робить можливим використання вугілля будь-яких марок, що дозволяє залучати вугілля місцевих родовищ, тим самим зменшити витрати на транспортування; на 20-35 % знижуються експлуатаційні витрати при зберіганні, транспортуванні та спалюванні.

Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних фахівців доведена технічна можливість й економічна доцільність транспортування ВВП трубопровідним транспортом. Застосовувані при транспортуванні ВВП гідротранспортні системи мають значну пропускну спроможність при невеликій кількості

обслуговуючого персоналу і високий потенціал автоматизації транспортних і вантажно-розвантажувальних операцій.

У світі накопичено значний практичний досвід трубопровідного транспортування ВВП. Серед багатьох країн виділяються США, які мають у своєму розпорядженні практичний досвід спорудження та експлуатації вуглепроводів різної протяжності. Таким чином, зарубіжний досвід проектування, будівництва й експлуатації діючих транспортних комплексів ВВП показує, що в даний час визначилася тенденція прискореного розвитку систем гідротранспортування вугілля як у промислових районах, так і на підприємствах з розвинутою інфраструктурою транспортних засобів. Застосування гідротранспорту в умовах транспортних систем підприємств є економічно вигідним у порівнянні з традиційними видами транспорту, оскільки процес приготування ВВП суміщений з його транспортуванням та операціями навантаження-розвантаження для подальшого його перевезення на великі відстані.

УДК 656.222.6

П. В. Долгополов, В. С. Коханевич, В. В. Мартинюк

**УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ
ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ПУНКТУ КОМЕРЦІЙНОГО ОГЛЯДУ ВАГОНІВ**

P. V. Dolgoplov, V. S. Kohanevich, V. V. Martynyuk

**IMPROVING THE MARSHALLING STATION WORK ON THE BASED OF THE
OPTIMIZATION OF THE WAGONS COMMERCIAL INSPECTION BUREAU**

Сучасні напрямки реформувань на залізничному транспорті спрямовані на оптимізацію роботи всіх його структурних підрозділів. Використання провідних наукових розробок поряд з практичним досвідом роботи сортувальних станцій створює умови для конкурентоспроможності з іншими видами транспорту.

Останнім часом спостерігається динаміка збільшення вагонів з комерційними несправностями і порушеннями умов перевезення вантажів, що свідчить про недосконалість існуючої технології роботи пунктів комерційного огляду поїздів і вагонів (ПКО) на сортувальних станціях.

Таким чином, у роботі запропоновано оптимізувати роботу ПКО шляхом розроблення інформаційно-керуючої системи ПКО, яка дозволяє завдяки

отриманню оперативних даних про поїзне положення оптимально планувати роботу ПКО впродовж оперативної зміни. Додаткову інформацію дана система буде отримувати з підсистеми мобільного догляду вагонів (СМДВ). СМДВ дозволить дистанційно оглядати вагони на електрифікованих коліях без зняття напруги. Це в свою чергу дозволить значно скоротити маневрову роботу на сортувальній станції з потреб комерційного господарства.

У цілому наукові розроблення, що запропоновані у даній роботі, дозволяють оптимізувати роботу ПКО на основі оптимізації оперативного планування і реалізації безпаперової технології, а впровадження мобільного догляду вагонів – суттєво скоротити простої транзитних вагонів на сортувальній станції.

УДК 656.212

Т. В. Головка, Р. С. Кадолба, В. Ю. Дроботов, Т. О. Андрющенко

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЇ
У ВЗАЄМОДІЇ З ПРИЛЕГЛИМИ ДІЛЬНИЦЯМИ**

T. Golovko, R. Kadolba, V. Drobotov, T. Andryushchenko

**IMPROVING TECHNOLOGY OF CARGO STATIONS WORKING
IN INTERACTION WITH ADJACENT SECTIONS**

З метою найбільш оптимальної організації вагонопотоків на мережі залізниць необхідно вирішити завдання

ефективного використання інфраструктури і мінімізації експлуатаційних витрат взагалі по мережі. У даний час на залізничному

транспорті з метою залучення додаткових обсягів перевезень потрібне удосконалення способів управління пропуском вантажних поїздів, що має забезпечувати скорочення сумарних витрат на перевезення. У зв'язку з цим виникає необхідність не тільки обґрунтування доцільності відправлення поїздів з вантажних станцій конкретного призначення плану формування за твердими нитками графіка, але і зміни технології роботи систем формування станцій з переробки вагонопотоків.

Ефективна робота системи формування вантажної станції повинна бути організована при зведенні до мінімуму сумарних середньодобових витрат при виконанні інфраструктурних обмежень по технічно допустимій кількості і потужності призначень поїздів, що формуються на вантажній станції, технічно допустимим розмірам вагонопотоку, що переробляється

на станції, допустимого парку маневрових локомотивів.

Для зменшення непродуктивних простоїв рухомого складу необхідно впровадження сучасних логістичних та інформаційних технологій на основі інтелектуальних транспортних систем. У запропонованій технології роботи складу для раціонального використання колій парків формування станції рекомендується не переставляти в парк відправлення, а продовжити займати їм сортувальні колії (при їх наявності) в очікуванні твердої нитки графіка, забезпеченої поїзним локомотивом і локомотивною бригадою.

Варіант часткового простою составів за наявності необхідного резерву колій у сортувальному парку та у парку відправлення перевіряється системою умов, якщо вони не виконуються – простій составів в очікуванні нитки проводиться у парку відправлення.

УДК 656.072.24

Т. Ю. Калашнікова, А. І. Захарків, В. В. Пальчинський, А. В. Пантєєв

ПРИНЦИПИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕСАДОЧНОЇ СИСТЕМИ

T. Kalashnikova, A. Zakharkiv, V. Palchinsky, A. Pantyev

PRINCIPLES OF MULTIMODAL TRANSPORTATION OF PASSENGERS WITH ORGANIZATION OF TRANSPLANT SYSTEM

Організація доставки пасажирів з пересадкою є актуальною на етапі будівництва швидкісних магістралей. Пересадка організовується як при зміні виду транспорту, так і в пункті стикування швидкісних магістралей із звичайними.

При організації пересадочної системи перевезення пасажирів доцільним є розроблення пропозицій щодо надання певного ряду нових послуг на основі принципів мультимодальних перевезень.

Особливостями такого перевезення стають:

- єдність комерційно-правового режиму, тобто створення єдиних документів і правил на право проїзду та користування послугами на всіх ланках (станції посадки і висадки, до і після пересадки, у пересадочному вузлі);

- пасажир їде за «єдиним квитком» у всіх поїздах, які беруть участь у перевезенні, і так само за ним же користується послугами. «Єдиний квиток» пасажир купує на початковому пункті або ще раніше, а дія його закінчується у момент закінчення поїздки;

- комплексний підхід до вирішення фінансово-економічних аспектів. На всіх етапах поїздки діють єдині тарифні схеми і правила, а кожна ланка несе відповідальність за наданий сервіс;

- єдність всіх ланок перевезення в організаційно-технологічному плані, отже, і форма їх координації повинна бути уніфікованою. Всі ланки працюють під контролем певної компанії (наприклад, Українська залізнична швидкісна компанія).

Крім цього, по станціях повинно бути стовідсоткове виконання графіка руху поїздів. Інакше можливість стикування поїздів порушується наряду зі зниженням якості надання комплексної послуги з перевезення пасажирів.

Таким чином, при оптимізації технічного оснащення і технології роботи залізничних підрозділів доцільним є застосування логістичних принципів, де об'єктом переробки є пасажиропотік.

УДК 656.078

Д. В. Константінов, Л. А. Годованець

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА УКРАЇНІ

D. V. Konstantinov, L. A. Godovanets

PERSPECTIVES FOR DEVELOPMENT OF SUBURBAN TRANSPORTATION IN UKRAINE

Приміське пасажирське сполучення є найбільш динамічним, соціально-чутливим і особливо значущим для економіки країни й населення. Пояснюється це тим, що приміські перевезення залізниць безпосередньо впливають і забезпечують нормальну роботу всіх галузей економіки та соціосфери країни. Залізниці краще за інші види транспорту пристосовані до освоєння потужних приміських пасажиропотоків, забезпечуючи при цьому соціальні потреби населення, надійність і регулярність сполучення у будь-який час року, що й визначає у загальній структурі приміських пасажиропотоків великих міст значну частку осіб, що здійснюють поїздки на роботу (56 %), навчання (39 %), відпочинок у приміську зону та повертаються залізничним транспортом у зворотному напрямку. Такі перевезення найбільш масові, дешеві й доступні для населення, але й найбільш енергоємні та збиткові для залізниць.

Організація перевізного процесу і система управління приміським комплексом

залізничного транспорту недосконалі, про що свідчить хронічна його збитковість і недостатній рівень забезпечення попиту населення. Збитки від приміських перевезень повинні компенсуватися з місцевих бюджетів. Адже соціальний захист громадян України уряд і суб'єкти місцевої влади здійснюють шляхом надання пільг на перевезення, установлюючи рівень тарифів і правила їхнього регулювання. Отже, залізниці мають право розраховувати на підтримку як з боку уряду, так і від адміністрацій областей і великих міст. Однак такої підтримки, незважаючи на соціальну значимість перевезень, залізниці за роки незалежності України одержували в недостатній мірі і фактично були залишені на самотійне виживання.

Саме тому одними з пріоритетних напрямків розвитку приміських перевезень є докладний аналіз джерел зростання експлуатаційних витрат, пошук шляхів їх зменшення і прагнення до самоокупності. Це зумовлює напрямки розвитку організації

перевезень у приміському сполученні: скорочення часу на поїздки, оптимізацію тарифів на проїзд, підвищення комфорту та сервісного обслуговування, використання розкладів руху, що відповідають структурі

попиту, покращення важливих показників перевізного процесу та якості обслуговування пасажирів, а також зменшення експлуатаційних витрат за рахунок використання гнучких адаптивних технологій.

УДК 656.078

Д. В. Константинов, А. О. Зановська

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ В УКРАЇНІ

D. V. Konstantinov, A. O. Zanovska

DELIVERY OF PASSENGER TRANSPORTATION ON RAILWAY TRANSPORT IN UKRAINE

Підприємства залізничного транспорту відіграють важливу роль у переміщенні вантажів і пасажирів. Однак поряд із значущістю галузі для транспортної системи України вона має безліч проблем. Основні фонди залізниць значно зношені. Експлуатація фізично застарілого рухомого складу призвела до підвищення вартості ремонтних робіт і зниження якості та безпеки перевезень. Слід зазначити, що рухомий склад, який функціонує на залізницях України, не лише зношений, а й морально застарілий. Пасажирські і вантажні вагони та локомотиви не відповідають технічним вимогам сьогодення, тому вони потребують не лише модернізації, а й заміни на більш досконалі та сучасні.

До головних завдань залізничного транспорту України належать підвищення якості обслуговування пасажирів, збільшення доходів від пасажирських перевезень, зниження експлуатаційних витрат, удосконалення управління всім пасажирським комплексом. Для підвищення ефективності пасажирських перевезень необхідно провести низку заходів на конкретних об'єктах господарства: впровадити комплексну автоматизацію

галузевих підприємств, вдосконалити їхні організаційні структури та технологічні процеси, чітко розмежувати функції управління залежно від виду сполучення. Перевезення пасажирів у приміському та далекому сполученні суттєво розрізняються: за типом рухомого складу, особливостями організації графіка руху, тарифами і системами реалізації проїзних документів, рівнем сервісу.

Вже сьогодні залізничний транспорт перебуває у стані інтенсивних перетворень, спрямованих на підвищення його ефективності. Серед таких перетворень можна зазначити: прокладення нових, у тому числі безстикових колій, розділення пасажирського і вантажного руху, впровадження швидкісного пасажирського руху, будівництво і реконструкцію вокзальних комплексів, впровадження сучасних інформаційних технологій, електрифікацію залізничних колій та ін. Поступове оновлення інфраструктури з перспективою подальшого впровадження високошвидкісного руху дозволять покращити стан галузі на ринку транспортних послуг України та сприятимуть розвитку міжнародних зв'язків і сполучень у майбутньому.

**ПЛАНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА УМОВИ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ
СХЕМ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ**

**PLANNING OF PASSENGER TRANSPORT UNDER CONDITIONS OF
IMPLEMENTATION OF PASSENGER TRAINS**

На частку пасажирських перевезень припадає приблизно понад 20 % загальної транспортної роботи. Однією з важливих складових є планування пасажирських перевезень. Механізм формування попиту на залізничні пасажирські перевезення потребує відносної постійності в наданні транспортних послуг, зокрема негативно на формування попиту впливає зміна часу відправлення, маршрутів прямування поїздів тощо. Тому сучасна система управління виключила із технічного планування складний процес постійного перерахунку параметрів перерахунку системи організації перевезень.

Стійкість пасажиропотоків впливає на планування схем і компонування составів на напрямках, періодичність курсування і, в решті решт на робочий парк пасажирських вагонів.

Послідовність оптимізації схем обороту пасажирських поїздів можна подати у вигляді такого алгоритму:

– знаходяться аналітичні залежності для визначення оцінки зручності часу прибуття і відправлення поїздів з вирішальних станцій і розраховуються комплексні оцінки прокладання поїзда на графіку;

– формуються обмеження і цільова функція математичної моделі коригування схем обороту пасажирських поїздів;

– здійснюється коригування обмежень з урахуванням можливості підвищення маршрутних швидкостей виходячи із зручності часу відправлення і прибуття поїздів на станції на маршруті поїзда;

– проводяться коригування обмежень за умови надання технологічних «вікон»;

– проводяться коригування обмежень за умови надання можливості пересадки пасажирів у залізничних вузлах;

– проводиться коригування обмежень з урахуванням виникнення ворожості маршрутів пасажирських поїздів у горловинах станцій та ліквідації їх за умови найменших сумарних тимчасових затримок.

При плануванні пасажирських перевезень необхідно передбачати обслуговування пасажирів різними видами транспорту по синхронізованих маршрутах, що в свою чергу вимагає суворої координації роботи всіх видів транспорту, складання узгоджених графіків руху поїздів, судів, літаків і автобусів, особливо у великих транспортних вузлах.

УДК 656.21

О. А. Малахова, В. Р. Гречихін

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОПУСКУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

О. Malakhova, V. Hrechikhin

IMPROVING THE FLOW OF TRAFFIC ON RAILWAY LINES WITH THE INTRODUCTION OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS

Для прискорення просування вантажів, оптимізації перевізних процесів, забезпечення безпеки транспортування і схоронності вантажів на залізничному транспорті доцільно впроваджувати інтелектуальні транспортні системи (ІТС). Розроблення і використання таких інтелектуальних систем спрямовано на покращення роботи залізничного транспорту і скорочення експлуатаційних витрат.

Для транспортних потоків особливо актуальним стає вирішення завдання оперативного планування роботи підрозділів залізниці за умови ефективного використання засобів транспорту, формування адаптивної системи поїздоутворення; можливості оперативного коригування плану формування поїздів (ПФП) та складання графіків руху поїздів (ГРП). Основний ефект від інформаційних технологій може бути отриманий при оперативному плануванні та управлінні виконавчими процесами. На першому етапі повинні розроблятися нормативні і технологічні документи (план формування, графік руху поїздів, технологічні процеси роботи станцій), що регламентують

перевізний процес, а на другому – здійснюватися коригування нормативно-технологічних документів, що залежать від обсягів роботи, виходячи з реально укладених договорів та уточнених прогнозів.

Для раціоналізації роботи з управління просування транспортними потоками доцільно використовувати інтелектуальні системи управління та моніторингу, які дозволяють повністю контролювати процес перевезення і точно визначати місце знаходження транспортних одиниць. Також дані системи забезпечують високий рівень ефективності та якості залізничних перевезень, як показав досвід закордонних залізниць, навіть у нештатних ситуаціях. Запровадженням систем GPS на залізничному транспорті можна досягти підвищення рівня ефективності експлуатаційної роботи, схоронності вантажів, полегшення роботи оперативного персоналу. Перспективи розвитку галузі, враховуючи плани щодо переходу на швидкісний та високошвидкісний рух, зумовлюють необхідність застосування подібних систем моніторингу та управління.

УДК 656.22

*А. В. Прохорченко, Г. С. Онуфрієнко,
С. О. Невара, П. С. Кальнецький*

**УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ МІЖНАРОДНИХ
ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ ЗА ПРИНЦИПОМ ONE-STOP SHOP**

*A. Prokhorchenko, H. Onufriienko,
S. Nevara, P. Kalnetskyi*

**MANAGEMENT OF THE SUCCESSFUL CAPACITY OF INTERNATIONAL
RAILWAY CORRIDORS UNDER ONE-STOP SHOP PRINCIPLE**

Одним із високомаржинальних сегментів ринку перевезень для ПАТ «Укрзалізниця» є перевезення вантажів у міжнародному сполученні. Ця залізнична мережа має значний потенціал щодо розвитку транзитних міжнародних перевезень. Однак на даний час діюча система організації перевезень через транспортні коридори залізничної мережі України не дозволяє забезпечити точність і надійність прямування вантажних поїздопотоків. Приймаючи до уваги обов'язки України щодо імплементації залізничного законодавства Європейського Союзу та приєднання до європейської транспортної мережі TEN-T, першочерговим є забезпечення рівноправного та недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури транспортних коридорів. Впровадження конкуренції дозволить підвищити якість міжнародних залізничних перевезень. За таких умов для ПАТ «Укрзалізниця» як управляючого залізничною інфраструктурою у найближчій перспективі важливим є розробити методи управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури транспортних коридорів за принципом «єдиного вікна» або One-Stop Shop (OSS).

Враховуючи відсутність подібних практик на залізниці України, в роботі досліджено процедуру розподілу пропускнуої спроможності та умови роботи

залізничного вантажного коридору Рейн-Альпи, який включає до себе такі основні економічні центри ЄС, як Брюссель та Антверпен в Бельгії, регіон Рендстад у Нідерландах, німецькі регіони Рейн-Рур і Рейн-Неккар, регіони Базеля і Цюрих у Швейцарії та регіони Мілана і Генуї у Північній Італії. Даний коридор функціонує за принципом "магазину єдиної зупинки" (One-Stop Shop Corridor, C-OSS), що являє собою єдиний контактний пункт, який є спільним органом менеджерів інфраструктури країн учасників коридору. OSS – це єдина точка доступу для компаній-перевізників щодо запиту та розподілу пропускнуої спроможності інфраструктури залізничного коридору (ниток графіка або слотів пропускнуої спроможності). Відповідно до проведеного аналізу розроблено метод управління пропускнуою спроможністю для умов роботи ПАТ «Укрзалізниця», що передбачає реалізацію полегшення просування міжнародних вантажних поїздопотоків. Основними перевагами OSS є: прозорість – інформація для клієнтів надається через єдину контактну точку на ранній стадії та під час розподілу пропускнуої спроможності на всьому маршруті; інтернаціональність – узгоджені каталоги ниток графіка та встановлення резервів пропускнуої спроможності на всій протяжності коридору для підвищення надійності перевезень; надійність – захист

контрактів від великих змін під час фази публікації та розподілу; послідовність – одне рішення щодо розподілу ниток графіка на основі гармонізованого правила коридору для конфлікуючих запитів. Вищезазначені переваги забезпечуються через єдиний інформаційний програмний продукт бронювання (PCS) для обробки

запитів на міжнародні нитки графіка. Впровадження принципу One-Stop Shop дозволить Україні прискорити розвиток міжнародних транспортних коридорів з точки зору підвищення продуктивності, що надасть можливість задовольнити попит на високоякісну вантажну послугу на міжнародному ринку перевезень.

УДК 656.22

*А. В. Прохорченко, Я. Ю. Ємець,
Ю. М. Самчук, В. В. Денисюк*

АНАЛІЗ ПРОЦЕДУРИ РОЗПОДІЛУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ НІМЕЧЧИНИ

*A. Prokhorchenko, Y. Yemets,
Y. Samchuk, V. Denysiuk*

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION PROCEDURES FOR SURFACE CAPACITY OF RAILWAY INFRASTRUCTURE AT GERMANY RAILWAY TRANSPORT OF GENERAL USE OF GERMANY

За Угодою про асоціацію між Україною, з одного боку, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншого боку, і розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1148р від 26 листопада 2014 р. «Про схвалення розроблених Міністерством інфраструктури планів імплементації деяких актів законодавства ЄС з питань залізничного транспорту», повинні бути імплементовані до законодавства України Директиви 91/440/ЄС та 2001/14/ЄС, які передбачають реформування залізничної галузі України за моделлю часткового вертикального розділення. Для оцінки ризиків і вибору ефективної стратегії щодо дерегуляції залізничної галузі України в роботі запропоновано провести дослідження процедури розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури на залізничному транспорті загального користування Німеччини.

Проаналізовано нормативно-правову базу щодо забезпечення недискримінаційного процесу розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури Німеччини. Проведено порівняльний аналіз діючих термінів і визначень на залізницях Німеччини й України. Визначено важливі етапи процедури розподілу, що передбачають створення компанією, що управляє залізничною інфраструктурою, публічного реєстру залізничної інфраструктури та публікації Повідомлення залізничної мережі (англ. – Network Statement). Досліджено процедуру щодо визначення ділянки перевантаженою. Проаналізовані критерії, відповідно до яких запитах на маршрути (нитки графіка) мають надаватися пріоритети. Досліджено процедуру вирішення конфліктів при розподілі пропускної спроможності. Встановлено етапи процесу планування робочого графіка руху поїздів і терміни його дії. Робочий графік встановлюється один раз на рік. Запро-

поновано практичний досвід розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури Німеччини застосувати для залізничної галузі України. Такий спосіб організації розподілу пропускної

спроможності дає можливість краще використовувати пропускну спроможність інфраструктури, розвивати ринок залізничних послуг та узгоджувати дії між замовником і виконавцем даних послуг.

УДК 656.2

*А. В. Прохорченко, І. О. Пучков,
В. С. Погорілий, І. І. Соловйова*

ВИБІР СПОСОБУ РОЗДІЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СВІТОВОГО ДОСВІДУ

*A. Prokhorchenko, I. Puchkov,
V. Pohorilyi, I. Soloviova*

SELECTION OF THE METHOD OF COLLECTION OF RAILWAY INDUSTRY OF UKRAINE BASED ON THE WORLD EXPERIENCE

Основною структурною проблемою реформування залізничної галузі є вибір напрямку лібералізації ринку, що досягається горизонтальним або вертикальним розподілом залізничної інфраструктури від її експлуатації. Для виявлення переваг і недоліків напрямків лібералізації залізничної галузі в роботі запропоновано провести аналіз світового досвіду реформування залізниць. Це дозволить визначитися із найбільш прийнятним напрямком реформування залізничного транспорту України.

У роботі розглянуто досвід реформування залізниць таких країн, як Велика Британія, Франція, Німеччина, США. Виконано огляд структури залізничного транспорту цих країн і виявлено переваги і недоліки проведених реформ, різних видів поділу залізничного ринку. Інтегрована модель без конкуренції веде до утворення монопольного ринку у сфері перевезень, що не сприяє зменшенню витрат на перевезення і призводить до завищених тарифів на перевезення. Досвід вертикального розподілу залізничного сектора дозволяє створити умови для встановлення конкуренції, що призводить до покращення точності, надійності,

продуктивності та безпеки на залізницях. Крім того, немає жодних чітких доказів того, що вертикальний розподіл веде до значного збільшення витрат управляючого інфраструктурою або залізничних підприємств-перевізників. Проте доведено, що розвиток конкуренції стає все більш визнаним у тих країнах, які зазнали повного горизонтального розподілу. Аналіз досвіду функціонування залізниць США показав, що управління залізничною системою може базуватися не тільки на “вертикальному” підпорядкуванні всіх підрозділів одному центру, а й на основі “горизонтальної” взаємодії незалежних один від одного перевізників і власників інфраструктури.

Відповідно до виявлених недоліків і переваг реформування залізниць світу та спираючись на прийнятий інтеграційний курс розвитку економіки України з Європейським Союзом, найбільш прийнятним напрямком реформування залізничної галузі України є частковий вертикальний розподіл за прикладом “німецької” холдингової моделі. Це дозволить із найменшими витратами трансформувати “пострадянську” модель організації залізничної галузі до ринкових умов.

УДК 656.222

*Г. О. Прохорченко, А. С. Тер,
О. В. Наумович, С. О. Георгієв*

**РОЗРОБЛЕННЯ ВИМОГ ДО ФОРМУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

*Н. Prokhorchenko, A. Ter,
O. Naumovych, S. Heorhiiev*

**DEVELOPMENT OF REQUIREMENT FOR THE FORMATION OF THE AUTOMATED
SYSTEM OF COMPOSITION OF THE TRANSMISSION SCHEDULE ON THE
RAILWAY NETWORK OF UKRAINE**

Сучасні вимоги ринку перевезень потребують підвищення точності доставки вантажів і пасажирів, що в умовах існуючої системи експлуатаційної роботи залізниць України вимагає підвищення точності та гнучкості в плануванні перевезень. Це можливо досягти за рахунок надання більшого значення якості складання і виконання графіка руху поїздів (ГРП) на основі автоматизації. Особливої актуальності завдання автоматизованого складання ГРП набуває в умовах реформування залізничного транспорту України та впровадження правил недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури перевізників різних форм власності.

Попередній аналіз існуючого процесу планування перевезень на залізничній мережі України довів, що відсутнє єдине інформаційне середовище для реалізації процесу планування від подачі заявки до розроблення ГРП. Інструментом реалізації автоматизованої системи складання графіка

руху поїздів у єдиному інформаційному середовищі може бути розподілена система підтримки прийняття рішень (СППР), яка об'єднує різні автоматизовані місця оперативного персоналу залізниці та працівників операторських компаній-перевізників і повинна в межах існуючих на залізницях України інформаційних ресурсів забезпечити вирішення завдання автоматизації складання, оперативного коригування та аналізу графіка руху поїздів.

Розроблену систему автоматизованого складання графіка руху поїздів пропонується впровадити до діючої на ПАТ «Укрзалізниця» єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ-Є) за рахунок розширення її функціональних завдань, що дозволить покращити швидкість і якість складання графіка руху поїздів за рахунок зменшення непродуктивних простоїв поїздів на дільниці.

УДК 656.222

Г. О. Прохорченко, Г. С. Тиренко, Т. О. Дружченко

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ ПРИ ДІЮЧІЙ СИСТЕМІ СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ

H. Prokhorchenko, H. Tyrenko, T. Druzhchenko

ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE IN THE ACTIVE SYSTEM OF THE COMPARTMENT OF THE TRAFFIC SCHEDULE

На даний час залізничний транспорт України знаходиться у процесі реформування, яке проводиться з метою створення конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень за прикладом функціонування провідних країн світу та підвищення ефективності діяльності галузі. Наразі погіршується ситуація в операційній діяльності Публічного акціонерного товариства «Українська залізниця», що є національним перевізником вантажів і пасажирів на залізничній мережі загального користування. На фоні зменшення показника поїздо-кілометрів спостерігається збільшення дільничної швидкості руху поїздів, що суперечить транспортним закономірностям. Дільнична швидкість є одним з найважливіших показників, що безпосередньо впливає на провізну та пропускну спроможність дільниць і станцій, строки доставки вантажу та собівартість вантажних перевезень. Також спостерігається тенденція до збільшення ще одного якісного показника роботи залізниць –

обігу вантажного вагона, що в 2017 р. склав більше 9 діб, що порівняно з 2011 р. показує збільшення у 1,5 разу.

Крім проблем в операційній діяльності, існує низка питань, що потребують вирішення, зокрема зношеність вагонного парку залізниць України складає близько 90 %, локомотивів – до 80 %. Така ситуація значно впливає на показники, які характеризують конкурентоспроможність залізничного транспорту з точки зору вимог вантажовідправника, зокрема на точність і швидкість доставки вантажів, що створює загострення конкуренції та втрати лідируючих позицій порівняно з автомобільним транспортом.

Одним із напрямків покращення даної ситуації є розроблення автоматизованого складання графіка руху поїздів (ГРП) на залізничній мережі України, що дозволить отримати раціональний ГРП з мінімізацією сумарних витрат простою всіх поїздів на дільниці та покращити результати операційної діяльності всіх учасників ринку залізничних перевезень.

УДК 656.2.072

Л. І. Рибальченко, С. Л. Петросян, В. О. Тарутін

**ЩОДО ОСНОВНИХ ПИТАНЬ, ЯКІ ПОТРЕБУЮТЬ ВИРІШЕННЯ ДЛЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

L. I. Rybalchenko, S. L. Petrosyan, V. O. Tarutin

**ON THE MAIN ISSUES WHICH REQUIRE SOLUTIONS FOR IMPROVEMENT OF
PASSENGER TRANSPORTATION**

На даний час спостерігається підвищення потреби населення у переміщенні на різних рівнях перевезень, що в свою чергу висуває нові вимоги до транспортних систем.

Одним з основних напрямків у вирішенні сучасних транспортних питань є розроблення нових технічних і технологічних рішень і систем, які сприятимуть задоволенню потреб ринків попиту, що недостатньо обслуговуються існуючою транспортною інфраструктурою. Беручи до уваги географію і топологію регіонів України, перевезення залізницями є найкращим рішенням для подальшого розвитку транспортної системи, адже значна кількість перевезень у межах країни здійснюється на середніх відстанях, які є далекими для автотранспорту і короткими для авіатранспорту.

Пасажи́рські перевезення на залізниці зможуть залучати значну кількість пасажирів і суттєво збільшувати об'єми переве-

зень, якщо будуть виконуватися із наданням конкурентоспроможних часів подорожей та з високою якістю обслуговування.

Збільшення максимальних швидкостей руху на діючих лініях, підвищення якості планування перевезень, модернізація засобів сигналізації та зв'язку, зняття перевантаження на лініях, придбання нового рухомого складу, удосконалення технологій диспетчерського керівництва, а також удосконалення технологічних процесів у системі управління експлуатаційною роботою у пасажирському господарстві та покращення технологій регулювання перевезень є основними питаннями, які потребують вирішення для удосконалення пасажирських перевезень.

Вирішення зазначених питань пов'язане із суттєвими капіталовкладеннями, а також розробленням і реалізацією моделей перевезень на залізницях України, які потребують використання нових наукових розроблень.

УДК 656.072

Є. В. Ходаківська

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ**

E. V. Khodakivska

**IMPROVEMENT OF ORGANIZATION OF PASSENGER RAILWAY TRANSPORT IN
THE CONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF LOGISTICS SERVICE**

В умовах розвитку фінансової кризи та економічної нестабільності в країні

режим зниження витрат і підвищення ефективності управління якістю сервісних

послуг стає основою функціонування пасажирського залізничного транспорту.

Критерієм удосконалення пасажирської транспортної системи за рахунок впровадження логістичного сервісу є рівень задоволення різноманітних потреб людей у конкретних послугах. Причому наслідки незадоволеності споживачів виявляються набагато швидше задоволеності. Споживач стає постійним тільки в двох випадках. Перший – коли йому нема з чого вибирати, він змушений знов повертатися в одне і те ж місце. Другий – коли є з чого вибирати, споживач регулярно порівнює послуги доступних йому видів транспорту, але, тим не менше, кожен раз зупиняє свій вибір на одному раніш уподобаному.

У результаті дослідження існуючих теоретичних розробок і практичного досвіду щодо удосконалення організації пасажирських залізничних перевезень в умовах впровадження логістичного сервісу виявлено, що ефективним рішенням є створення відділу управління якістю логістичного сервісу пасажирських перевезень із застосуванням системно-комплексного підходу, який поряд з питаннями логістики буде відслідковувати якість сервісного обслуговування клієнтів пасажирського залізничного транспорту. На мережі залізниць України доцільно створити інформаційно-аналітичні центри, які зв'яжуть всі інформаційні потоки для вирішення завдань щодо покращення системи управління якістю логістичних послуг залізничним транспортом.

УДК 656.2

О. М. Ходаківський, С. В. Свічкарь

**ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МІНІМАЛЬНОГО ВІДХИЛЕННЯ ВІД НОРМИ СТАНУ
ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ**

О. М. Khodakivskiy, S. V. Svichkar

**THE REASONING OF THE NECESSITY OF DEVELOPMENT OF RAILWAY
TRANSPORT OF UKRAINE ON THE BASIS OF MINIMUM DISCHARGE FROM
NORMS OF THE STATE OF RAILWAY TRANSPORT SYSTEM**

Результат аналізу залізничної транспортної системи України вказує на той факт, що переваги використання теорії систем, системного підходу неповною мірою увібрані залізничним транспортом і це є резервом для підвищення ефективності діяльності товариства.

Важливим поняттям теорії систем є норма стану системи. Нормою (від лат. norma – дослівно «косинець», переносне значення – «правило») можуть бути еталон, зразок, правило. Відомо, що в області припустимих станів системи існує стан, що найбільше відповідає меті та умовам

функціонування цієї системи. Він називається нормою стану, тобто функціональним оптимумом. Під оптимальним функціонуванням системи розуміють проходження всіх процесів із найбільш можливою надійністю, економічністю тощо. У випадку залізничної транспортної системи під нормою стану слід розуміти відповідність всіх видів ресурсів, існуючих технологій, інфраструктури, транспортних засобів науково-обґрунтованому, безпечному та економічному рівню. Отже, при здійсненні розвитку залізничного транспорту України

слід ширше використовувати переваги теорії систем, системного підходу тощо. Одним із резервів для підвищення ефективності діяльності залізничного транспорту є розвиток залізничної транспортної системи на основі мінімального відхилення від норми стану системи. Для цього слід удосконалити існуюче управління у залізничній

транспортній системі до рівня більш системного, наприклад, за рахунок упровадження єдиного для всіх господарств постійного моніторингу відхилення стану цієї системи від норми, а потім з урахуванням результатів такого моніторингу складати програми розвитку системи, регулярно інформувати надсистему про відхилення тощо.

УДК 656.078.8

О. Е. Шандер, Н. В. Бурлак, А. О. Байдак, О. В. Соломаха

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ АДАПТАЦІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ З УРАХУВАННЯМ КОНКУРЕНТНОГО СЕРЕДОВИЩА

О. Shander, N. Burlak, A. Baidak, O. Solomacha

MAIN AREAS OF ADAPTATION OF THE TRANSPORT PROCESS IN RAILWAY TRANSPORT WITH THE CONTINGENCY OF THE COMPETITIVE ENVIRONMENT

У сучасному світі залізничний транспорт відіграє значну роль у задоволенні потреб виробничої сфери та населення, тому являє собою найважливіший елемент транспортної системи. На сьогоднішній день залізничний транспорт включає до своєї складової компанії, які здійснюють залізничні перевезення і в той же час конкурують із залізницею на всіх ланках транспортного процесу. Таких компаній існує велика кількість і вони поділяються на два типи. Перший тип – сервісні компанії, створені великими видобувними і промисловими підприємствами для забезпечення власних транспортних потреб. До другого типу компаній відносяться незалежні оператори. Ці компанії жорстко конкурують одна з одною, а також з компаніями першого типу. Компанії-оператори значно нарощують темпи розвитку на ринку послуг перевезень. Тому збільшення операторських компаній у сегменті залізничних перевезень є одним із основних напрямків формування конкурентного середовища і залучення інвес-

тицій для розвитку залізничного транспорту. Збільшення кількості операторських компаній повинно сприяти рішенням таких завдань: забезпеченню зростаючих обсягів перевезень; оздоровленню парку і його розширенню; забезпеченню замовлення вагонобудівних і ремонтних підприємств.

Процес створення конкурентного ринкового середовища, передбачений Програмою структурної реформи на залізничному транспорті, полягає у демонополізації окремих сфер його діяльності і створенні умов доступності інфраструктури залізниць для користувачів різних форм власності. З 2017 року вводиться новий законопроект про залізничний транспорт. Законопроект був розроблений згідно із Європейськими директивами, які Україна зобов'язується виконати, і несе в собі декілька фундаментальних змін для ринку. Основним, звичайно, є допуск приватних перевізників на залізницю. Виходячи з цього, в умовах завершального етапу реформування залізничного транспорту

України потребують вирішення завдання, спрямовані на пошук ефективних технологій організації процесу вантажних перевезень і методів їх реалізації на всіх

ланках транспортного процесу, що, як наслідок, підвищить ефективність транспортного обслуговування і конкурентоспроможності залізниці.

УДК 656.027(477)

О. Е. Шандер, Є. А. Мельничук, С. І. Гончарова

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ

O. Shander, Ye. Melnichuk, S. Goncharova

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF PASSENGER TRANSPORT IN THE CONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF SPEED MOVEMENT

В умовах жорсткої конкуренції на транспортному ринку частка залізничних пасажирських перевезень у пасажирообігу всіх видів транспорту складає понад 44,4 % і з кожним роком поступово зменшується. Провідну роль залізничних пасажирських перевезень визначають регулярність і універсальність перевезень незалежно від пори року і кліматичних умов, розгалужена мережа залізниць і їх високі провізні можливості. Виходячи з цього, для зниження збитковості пасажирських перевезень і підвищення рівня оперативного реагування у далекому та місцевому сполученнях необхідним є застосування організаційних технологій, в основу яких покладені концепції, що відповідають вимогам змінної основи організації пасажирських перевезень і впровадження швидкісного руху.

Метою впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів на основних залізничних напрямках є: істотне підвищення провізної спроможності залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень; скорочення часу перебування пасажирів у дорозі і забезпечення на цій основі задоволення потреб населення у здійсненні поїздок; зменшення собівартості пасажирських перевезень і витрат суспільства на усунення наслідків роботи транспорту;

створення конкурентного середовища на ринку транспортних послуг; забезпечення інтеграції залізниць країни у європейську транспортну систему.

Основним етапом впровадження швидкісного руху в Україні було створення Української залізничної швидкісної компанії – першої в Україні компанії з перевезення пасажирів денними швидкісними поїздами ІНТЕРСІТІ+. На даний час парк рухомого складу компанії складається із десяти електропоїздів подвійного живлення виробництва HYUNDAI Rotem (дев'ятивагонні HRCS2), двох електропоїздів подвійного живлення виробництва компанії Skoda (шестивагонні двоповерхові EJ 675), двох електропоїздів подвійного живлення виробництва ПАТ «КВЗ» (дев'ятивагонні ЕКр1), а також двох потягів (п'ятивагонної комплектації) локомотивної тяги виробництва ПАТ «КВЗ». Швидкісні поїзди об'єднують столицю, м. Київ, із найбільшими промисловими центрами України, а також із Польшею, м. Перемишль. На перспективу потрібно ставити завдання щодо впровадження високошвидкісного руху пасажирських поїздів із доведенням їх швидкості до 350 км/год. Високошвидкісний залізничний транспорт є найбільш енерго- та ресурсозберігаючим видом транспорту.

УДК 625.11

Д. В. Шумик, К. О. Іванніков, Т. С. Ступень

ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА РАХУНОК ОНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦІ

D. V. Shumyk, K. O. Ivannikov, T. S. Stupen

SPEED INCREASE BY TRAIN RAILWAY INFRASTRUCTURE UPDATE

Проблема впровадження високошвидкісного руху досить актуальна для України, оскільки такий рух є основою інноваційного розвитку залізниці та впливає на міжнародні відносини.

Потрібно розуміти, що високошвидкісний рух – це дуже дорогий вид сполучення, бо потребує значних капітальних вкладень. Безумовно, його розвиток передбачає влаштування окремих магістралей. Вони повинні мати особливу техніку управління і роботу систем безпеки. Високошвидкісні магістралі потребують повної сумісності характеристик рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту, у свою чергу від сумісності рухомого складу та інфраструктури залежать безпека, ефективність та якість експлуатації, а також експлуатаційні витрати.

Стан української залізниці знаходиться у задовільному стані. Проблема в тому, що за відсутності державного фінансування залізниця не розвивається, а лише підтримується. Максимальна швидкість на

українських залізницях сьогодні складає 160 км/год. Така швидкість справедлива лише для Hundai, а їх ми маємо лише 10 поїздів. За даними ПАТ «Укрзалізниця» знос залізничних колій складає 93 %, а рухомого складу – близько 90 %. Це значно впливає на середню швидкість поїздів – 58,2 км/год. Для прикладу нічний потяг їде із середньою швидкістю 43,2 км/год, нічний експрес – 57,4 км/год, а «Інтерсіті» та «Інтерсіті+» – 80,6 км/год.

ПАТ «Укрзалізниця» має намір збільшити середню швидкість руху поїздів на 1,5 км/год. Досягти такого показника збільшення швидкості залізничники планують за рахунок заміни 127 стрілочних переводів, посилення 14 км кривих ділянок колій, реконструкції 300 км шляхів на напрямках Київ-Одеса і Київ-Львів, а також мають бути оновлені 309 стрілочних переводів. Тому, модернізація колії та закупівля швидкісного рухомого складу дозволить скоротити час прямування і підвищити рівень комфорту в дорозі.

УДК 656.225

П. В. Бех (ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна)

МІСЦЕВА РОБОТА ПРИ ЗМІНІ ВАГОНОПОТОКІВ

P. Bekh

LOCAL WORK AT CHANGE OF WAGON FLOWS)

Обсяги перевезення вантажів залізницями України в порівнянні з періодом до початку військових дій Росії

катастрофічно зменшуються. Причини падіння обсягів перевезень такі: пошкодження інфраструктури, рухомого

складу, блокування вивезення вантажів, а також перерваний зв'язок із підприємствами, які розташовані безпосередньо в районах бойових дій.

Крім фінансових втрат залізниці, пошкоджена інфраструктура несе загрозу зупинки великих підприємств. Вони відрізані від поставок коксу та вугілля з північних регіонів Донбасу та Луганської області. Все це в комплексі несе загрозу значного падіння ВВП держави.

Для вирішення цих питань необхідні пошук нових районів постачання, планування нових шляхів і термінів доставки вантажів, повне забезпечення цього перевізного процесу, з урахуванням нових напрямків і потужностей вагонопотоків, визначення варіантів раціонального та оптимального використання вагонів на всіх рівнях перевезень.

Для цього пропонується:

- комплекси завдань змінно-добового і поточного планування базувати в своїй основі на технології місцевої роботи кожного конкретного полігону і її варіантних рішеннях (що закладаються методикою вирішення завдань і

налаштуваннями нормативно-довідкової інформації);

- специфікою пропонованого вирішення завдання змінно-добового планування навантаження встановити використання результатів вирішення завдання змінно-добового планування вивантаження у частині прогнозу утворення вантажного ресурсу з-під свого вивантаження, а при вирішенні завдань поточного планування розвезення місцевого вантажу – результатів пономерного прикріплення вагонів до заявок вантажовідправників (змінно-добового плану навантаження) і пономерного плану вивантаження – у частині ідентифікації вагонів, що підлягають розвезенню і збору по ділянках дирекції, термінів їх доставки і календарних дат навантаження.

Вибрані рішення дозволять достатньою мірою забезпечити логістичне управління місцевим вантажем і вантажними ресурсами на дирекції, а також підвищити достовірність і практичну цінність вирішення завдань оперативного управління, особливо в даний момент часу при зміні як напрямків, так і потужностей вагонопотоків.

УДК 656.073.436

О. В. Лаврухін, А. М. Кіман, Д. О. Кульова

ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОМПОЗИЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ ІЗ ВАГОНАМИ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВАНТАЖАМИ

О. V. Lavrukhin, A. M. Kyman, D. O. Kulova

FORMATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE RATIONAL TRAIN COMPOSITION FOR THE DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION

Перевезення небезпечних вантажів – специфічна сфера господарювання, яка підлягає надзвичайно прискіпливому контролю, адже помилка при транспортуванні таких вантажів може мати катастрофічні наслідки. Окрім нормативного регулювання, яке включає до

себе досконале знання норм чинного законодавства, необхідне розроблення нових і вдосконалення існуючих автоматизованих систем управління перевізним процесом.

Відповідно до зазначеного постає завдання формування математичної моделі

раціональної композиції рухомого складу із вагонами з небезпечними вантажами. Дана модель повинна забезпечувати максимальну безпеку шляхом мінімізації ризиків та експлуатаційних витрат.

Вагони з небезпечними вантажами мають бути розділені на групи таким чином, щоб вантажі з різними знаками небезпеки, сумісне завантаження яких не дозволяється таблицею 5 та 6 (за Правилами перевезень небезпечних вантажів), не розміщувались поряд у сформованому поїзді. Такі групи мають бути розділені групами вагонів з безпечними вантажами або порожніми вагонами.

Формування максимально безпечного складу буде починатися від моменту розформування поїздів, які знаходяться на коліях парку приймання, а також поїздів, які ще не прибули на сортувальну станцію, але інформація про їх прибуття вже відома оперативним працівникам станції. Далі необхідно правильно визначити черговість розформування складу з сортувальної

гірки. Наступним етапом після накопичення вагонів на коліях сортувального парку буде формування поїзда на одній колії відповідно до сформованих груп. Наявність значної кількості класів небезпечних вантажів, їх знаходження на окремих коліях сортувального парку, формування їх в окремі групи та подальше розташування відносно один одного може призводити до збільшення експлуатаційних витрат у порівнянні з формуванням звичайного одногрупного поїзда. Однак при формуванні складу поїзда з вагонами з небезпечними вантажами звичайним способом існує доволі висока ймовірність виникнення аварійної ситуації, яка може призвести до більш катастрофічних наслідків. Тому дана модель, враховуючи всі вхідні параметри, буде знаходити «компроміс» між найбільш безпечним варіантом розташування груп вагонів по відношенню один до одного на основі визначення ризиків і мінімізуванням експлуатаційних витрат.

УДК 656.073.235

А. О. Ковальов, О. В. Ковальова, К. Г. Щербина, А. М. Сокол

ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ІЗ ЗЕРНОВИМИ ВАНТАЖАМИ

A. O. Kovalov, O. V. Kovalova, K. G. Shcherbina, A. M. Sokol

IMPROVING THE ORGANIZATION OF WORK WITH GRAIN CARGOES

Зернові вантажі збільшують свою частку в перевезеннях залізницями України, але дефіцит рухомого складу є однією з основних складових причин кризи в забезпеченні перевезення експортної продукції. Перевезення зернових вантажів у вересні 2017 року зменшилося на 10 % у порівнянні з можливим рівнем. Відсутність вагонів у першу чергу пов'язана з недостатнім фінансуванням на їх ремонт і практично повною відсутністю на закупку нових. У результаті існуючий рухомий

склад вичерпав свій ресурс, а нового рухомого складу недостатньо для повного забезпечення перевезення.

У зв'язку з недостатнім забезпеченням ПАТ «Укрзалізниця» необхідної кількості хоперів для перевезення зернових можливе збільшення обсягів використання контейнерів для транспортування зазначених вантажів. Це дозволить покращити роботу за рахунок скорочення часу на простій вагонів під навантаженням і вивантаженням,

перевантаженням, зважуванням. Також зернові вантажі складають велику частку вантажів, що втрачаються на залізницях під час прямування або простою через незадовільний стан рухомого складу.

Побудова нового терміналу або переобладнання існуючого для стафірування контейнерів, тобто перевантаження зерна з вагонів та автомобілів у контейнери та подальшого прямування вантажу в порт і далі без перевантаження, одразу на судно, дозволить покращити організацію роботи із зерновими вантажами.

З метою забезпечення схоронності перевезень можливо розширити функціонал контейнерів таким чином, щоб переобладнані контейнери відслідковувалися, а процес транспортування протоколювався (повідомлення про удари, відкриття дверей, моніторинг температури, тиск усередині контейнера та ін.). Необхідне використання нового обладнання для скорочення часу на заповнення або звільнення контейнерів, тим самим зменшиться термін оборотності контейнерів і частково вирішиться проблема дефіциту рухомого складу.

УДК 656.212.7

Г. С. Бауліна, І. В. Дашкова

ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ПІД'ІЗНИМИ КОЛІЯМИ

G. Baulina, I. Dashkova

APPROACHES TO IMPROVING THE EFFICIENCY OF WORK OF THE STATION BY INTERACTION WITH ACCESS ROADS

Взаємодія роботи станції та під'їзної колії – важливий елемент безперервно діючого транспортного конвеєра країни. Тому покращення роботи вантажної станції сприяє величезному резерву підвищення ефективності транспорту в цілому. На сьогодні в роботі вантажної станції важливим завданням є впровадження передових технологій роботи і сучасних інформаційних систем управління технологічними процесами. Також актуальним завданням є дослідження чинників, що впливають на показники функціонування станції.

Проведений аналіз технології взаємодії під'їзної колії і станції показав, що значна частина підприємств та організацій не виконує задані норми переробної спроможності, а рівень використання рухомого складу не відповідає сучасним вимогам. У зв'язку з цим для удосконалення використання

вагонів необхідно розробити комплексні технології експлуатаційної роботи станцій і під'їзних колій.

Для підвищення ефективності роботи станції при взаємодії з під'їзними коліями розроблено заходи щодо прискорення обороту вагонів, скорочення їх непродуктивних простоїв під вантажними операціями шляхом формування математичних моделей оптимізації планування та управління вантажними станціями при взаємодії з під'їзними коліями підприємств.

Система взаємодії станції та прилеглих під'їзних колій є однією з найбільш складних у транспортному процесі, оскільки мають значення технічні характеристики її елементів, особливості технології роботи, характер виробництва та ін. Врахувати ці фактори при формалізації процесу взаємодії можливо з

використанням інтелектуальних систем управління технологічними процесами, впровадження яких пов'язано з вибором

адекватного математичного апарату, розробленням механізму вироблення управлінських рішень.

УДК 656.078.1

О. М. Костенніков, П. С. Рудовол

БЕЗПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

О. Kostennikov, P Rudovol

CARRIAGE WITHOUT TRANSHIPMENT IN INTERNATIONAL TRAFFIC

Сьогоднішня соціально-політична ситуація, стан економіки України і залізничного транспорту зокрема вимагають термінових заходів з розвитку транспортної мережі, торгово-економічних відносин із сусідніми країнами та переорієнтації транспортних потоків до Європейського Союзу. Пріоритетом для створення ефективних міжнародних залізничних перевезень є необхідність активної взаємодії політичних, економічних і соціальних відносин між ЄС і Україною.

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом у сфері транспорту спрямована на створення ефективних і безпечних міжнародних перевезень, функціональну сумісність транспортних систем, розвиток мультимодальної транспортної мережі, яка пов'язана із транс'європейською транспортною мережею TEN-T.

На сьогодні нам відомі проблеми, які вимагають системного вирішення при плануванні дій щодо інтеграції залізниць України до європейської транспортної мережі та включають питання, що пов'язані з безпекою і швидкістю перестановки рухомого складу через точки стиків з різною шириною колії. Сьогодні українському рухомому складу потрібно

робити зупинку на кордоні на декілька годин для зміни колісних пар. Для того щоб змінити колісні пари доводиться піднімати кожен вагон окремо і міняти візки.

Проте прогрес не стоїть на місці. Існує технологія автоматичної зміни колії. Трансформація здійснюється на ходу, на швидкості до 15 км/год. Зміна ширини колії відбувається за кілька хвилин, однак і в цього методу є свої мінуси: технологія дорога, бо рухомий склад повинен від самого початку бути обладнаний спеціальними візками, а для зміни колії необхідне спеціальне обладнання.

У сучасному інформаційному світі технічних рішень вагомий внесок зробив професор Ю. В. Дьомін. Він запропонував новий спосіб переходу вагонів із залізниць колії 1520 мм на залізницю колії 1435 мм, розробив пропозиції щодо візків моделі 18-100 з метою досягнення їх взаємозамінності із візками стандарту колії 1435 мм і підвищення динамічних якостей.

З метою підвищення ефективності функціонування рухомого складу запропоновано модернізовані візки вагонів різних світових виробників, розроблено нові технології, які забезпечують надійність конструкцій, безпеку та плавність руху.

УДК 656.073

О. О. Шапатіна, С. П. Кануннікова

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

О. Shapatina, S. Kanunnikova

THE EFFICIENCY OF COMBINED TRANSPORT

При обранні виду транспорту враховують такі показники, як час доставки, частота відправлень, вартість перевезень, надійність дотримання графіка доставки вантажу, здатність перевозити різні вантажі, здатність доставити вантаж у будь-яку територіальну точку.

У сучасних умовах актуальності набуває завдання вигідної взаємодії залізничного та автомобільного видів транспорту, використовуючи при цьому найкращі якості обох видів. Комбіновані перевезення вантажів набули широкого застосування у країнах Західної Європи, США та Канаді. В Україні та країнах Східної Європи комбіновані перевезення не мають достатнього розвитку, тому виникає необхідність у дослідженні можливості більш широкого впровадження цих перевезень.

Удосконалення технологій перевезення лише одного виду транспорту, наприклад, залізничного (підвищення гнучкості в експлуатаційній роботі залізниць з урахуванням змін умов формування вагопотоків у поїзді), кардинально ситуацію не змінить.

Аналіз робіт у сфері комбінованих перевезень показує, що основну увагу при таких перевезеннях приділено скороченню витрат, при цьому порівнюють витрати на доставку вантажів автомобільним та залізничним транспортом залежно від відстані та обсягів перевезень, але не наведено методик вибору виду транспорту та ефективної взаємодії. Постає необхідність у формуванні комплексного критерію для визначення узагальненого рівня транспортного засобу.

Широке впровадження комбінованих перевезень дозволить знизити конкуренцію залізничного та автомобільного транспорту в секторі перевезень вагонних і групових відправок. Комбінований спосіб перевезення вантажів забезпечить скорочення часу на вантажно-розвантажувальні роботи, рентабельність доставки вантажу, мобільність переміщення вантажу при високій продуктивності рухомих одиниць, забезпечення схоронності вантажів, можливість доставки вантажів без перевантаження, що набуває актуальності у зв'язку із необхідністю транспортування небезпечних вантажів.

УДК 656.062

*В. М. Запара, Ю. П. Нерубайський,
Н. В. Пермякова, В. В. Шварьова*

**ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗАЛІЗНИЦЯМИ
УКРАЇНИ ТВАРИН, ПРОДУКТІВ І СИРОВИНИ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

*V. Zapara, Y. Nerubaiskyi,
N. Permyakova, V. Shvareva*

**IMPROVING THE NORMATIVE BASIS OF TRANSPORT BY UKRAINIAN RAILWAYS
ANIMALS, PRODUCTS AND RAW MATERIALS OF ANIMAL ORIGIN**

Чинні методи регулювання залізничної галузі не відповідають сучасним умовам, стримують реформування і розвиток конкуренції на ринку залізничних перевезень. На сьогодні основним регламентним документом при перевезенні тварин, продуктів і сировини тваринного походження залишається нормативний документ, який затверджено МШС-Держагропромом СРСР 17.12.1985 р., що використовується на залізничному транспорті при підготовці рухомого складу до та після перевезення тварин, продуктів і сировини тваринного походження.

Ця Інструкція підлягає скасуванню як документ СРСР, який не відповідає чинним нормативно-правовим актам та відповідно до наказу Мінінфраструктури від 04.01.2012 № 6 «Про затвердження Планів заходів по здійсненню інвентаризації та систематизації нормативно-правових актів».

З огляду зміни законодавства, застосування такого документа в окремих її частинах є невідповідним. Так, проведення заходів з очищення, промивання та дезінфекції вагонів у зоні обслуговування Південної регіональної служби

держветсанконтролю здійснюється її структурним підрозділом – прикордонним інспекційним пунктом ветеринарної медицини Полтава-Київський на дезінфекційно-промивній станції (далі – Полтава-Київський ППВМ на ДПС). Зазначені заходи проводяться працівниками Полтава-Київського ППВМ на ДПС, а саме ветеринарними санітарами під особистим контролем лікаря ветеринарної медицини.

Терміни, які вживаються у чинному документі, потребують перегляду та виправленню. Також зазначаємо, що з приводу відсутності оновленого документа, який би мав відповідати вимогам чинного законодавства, мають місце непоодинокі випадки порушення умов Інструкції.

Кафедра УВКР має відповідні розробки щодо актуалізації Інструкції з ветеринарно-санітарної обробки вагонів після перевезення тварин, продуктів і сировини тваринного походження та проводить роботу щодо узгодження і впровадження оновленого нормативного документа з метою підвищення якості обслуговування користувачів транспортних послуг.

УДК 656.225.65.014

*О. В. Лаврухін, А. М. Щербакова,
О. В. Борух, О. Ф. Тараневич*

**ОПЕРАТИВНЕ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ
ЯК ОСНОВА ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

*О. V. Lavrukhin, A. M. Scherbakova,
O. V. Boruh, O. F. Taranevich*

**THE OPERATION PLANNING WORK OF RAILWAY DEPARTMENTS
AS THE BASIS OF CARGO TRANSPORTATION**

Проблема розвитку сфери транспортних послуг набуває особливого значення для України. В умовах конкурентного середовища у транспортній системі країни необхідна переорієнтація виробництва у бік покращення якості обслуговування клієнтів за умови збільшення прибутковості галузі. Одним з найважливіших питань залишається заохочення клієнтів та ефективне використання рухомого складу, але, на жаль, на даний час існують дестабілізуючі процеси, які негативно відбиваються на якості роботи ПАТ «Укрзалізниця». Спостерігається тенденція нестабільного виконання основних техніко-експлуатаційних показників її роботи, що негативно впливає на вимоги клієнтів щодо доставки «точно в строк». Зазначені недоліки обумовлюються недосконалою діючою системою оперативного планування та управління перевізним процесом. За останніми офіційно опублікованими даними регіональних філій ПАТ «Укрзалізниця» у порівнянні з попередніми роками виконання основних показників значно погіршилось. Основою погіршення певних показників, простій вантажного вагона на одній технічній

станції з 2012 року збільшився на 2,7 години (майже 28 %), є недосконалість систем планування поїзної роботи. Відповідно до цього постає завдання удосконалення існуючої технології оперативного планування вантажних перевезень.

Раціональним варіантом вирішення поставленого завдання стане процедура автоматизованого визначення основних параметрів оперативного плану вантажних перевезень полігону залізничної станції, яка буде основою технології оперативного планування на всіх рівнях регіональних філій ПАТ «Укрзалізниця».

Вирішення цього науково-прикладного завдання потребує формалізації процесу визначення основних параметрів оперативного плану поїзної роботи полігону залізничної станції з подальшим формуванням моделі, яка буде відтворювати оптимальний план поїзної роботи на основі прогнозування основних показників.

Виходячи з цього вирішення поставленого завдання формування моделей інтелектуальної технології оперативного планування вантажних перевезень є своєчасним та актуальним.

УДК 656.073

*Я. В. Запара, А. С. Дубова,
А. Л. Саприкін, Ю. Б. Стахорна*

ЗАХОДИ, ЯКІ СПРЯМОВАНІ НА СХОРОННІСТЬ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

*Y. Zapar, A. Dubova,
A. Saprykin, Y. Stakhorna*

MEASURES DETERMINED FOR THE EFFICIENCY OF INFRASTRUCTURE OF RAILWAY TRANSPORT

Залізниця зазнає суттєвих збитків від розкрадання елементів залізничної інфраструктури, що становить серйозну загрозу безпеці руху поїздів із вантажами та пасажирями.

Так, упродовж 2017 року лише в господарстві сигналізації та зв'язку регіональної філії «Південна залізниця» зафіксовано 171 випадок крадіжки та пошкодження пристроїв залізничної автоматики, що на 41,3 % перевищує показники 2016 року. Збитки склали 681 тис. грн. Крім того, збільшилися випадки розукомплектування рухомого складу, крадіжки матеріалів енергозабезпечення, деталей верхньої будови колії, пристроїв СЦБ та зв'язку, дизпалива та мастила тощо.

Одним із напрямків вирішення проблеми є об'єднання зусилля залізничників і правоохоронців. Так, за перші місяці 2018 року організовано та проведено ряд зустріч-нарад керівників філії з представниками нацполіції з питань розкрадання майна залізниці. Метою нарад є напрацювати спільні дії, спрямовані на зменшення кількості випадків несанкціонованого втручання у діяльність філії. Скоординовані спільні рейди

працівників залізниці і воєнізованої охорони як самостійно, так і спільно зі співробітниками територіальних органів нацполіції, які докладають чимало зусиль із профілактики крадіжок, серед яких – проведення рейдів на криміногенних дільницях, перевірка пунктів накопичення брухту металів тощо.

З метою налагодження більш ефективної протидії злочинності та можливим наслідкам для залізниці і суспільства залізничники наполягають на вжитті більш жорстких заходів стосовно осіб, яких затримують за крадіжки майна та вантажів. Зокрема врегулюванню ситуації сприятиме посилення правового захисту стратегічної інфраструктури держави, визнання кримінальними протиправних посягань у сфері залізничного транспорту. З метою посилення відповідальності громадян за крадіжки та інші втручання у роботу залізниці мають бути вироблені та закріплені у законі чіткі підстави для покарань за злочин, що співвідносилися б із шкодою, що завдається залізниці та державі, а також із загрозами безпеці руху, що створюються такими протиправними діями, та майновими збитками публічному товариству.

УДК 656.2

С. М. Продащук, А. А. Вернигора, В. О. Кучеренко

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СТАНЦІЇ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

S. Prodashchuk, A. Vernigora, V. Kucherenko

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF STATION OPERATION IN MODERN CONDITIONS

Із кожним роком у світі зростає попит на контейнерні перевезення. Порівнюючи з минулими роками, стає помітним збільшення контейнерних перевезень. Але в Україні існує велика проблема у переробці великовагових контейнерів. Основна причина – це неспроможність станцій працювати з контейнерами масою бруто більше 30 тонн.

З метою покращення функціонування станції, збільшення ефективності її комерційної діяльності, а також для задоволення потреб вантажовідправників і вантажоодержувачів, після аналізу та прогнозування переробки контейнерів запропоновано комплексну механізацію контейнерної площадки для переробки 40-футових контейнерів.

У зв'язку з тим що найчастіше для перевезення вантажів використовуються великотоннажні контейнери, більшість масою 32-38 тонн, є доречним ввести в дію кран, який достатньо ефективно зможе

працювати з даною категорією вантажів. Вантажообіг тісно пов'язаний із часом виконання вантажно-розвантажувальних операцій. Головною метою є введення у дію більш високоякісного механізму. Тобто за допомогою нього можна зменшити час на виконання вантажних операцій, а отже, збільшити вантажообіг і в результаті отримати максимальний прибуток.

З урахуванням вартості крана, витрат на підготування площадки під встановлення 40-футових контейнерів, обладнання, повне встановлення крана, прокладання колії поміж прогоном крана, а також інших витрат при прогнозуванні збільшень перевезень термін окупності даного проекту приблизно 12-15 років.

Завдяки запропонованій технології підвищиться ефективність функціонування станції, збільшиться вагонопотік і вантажообіг по всій території країни завдяки розширенню переліку послуг для вантажовласників.

УДК 656.21:681.3

Г. С. Бауліна, Т. А. Бабічева

РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

G. Baulina, T. Babicheva

DEVELOPMENT OF MODERN INFORMATIONAL TECHNOLOGIES ON RAILWAY TRANSPORT

Залізничний транспорт – одна з найважливіших складових виробничої

інфраструктури України. Його ефективне функціонування є необхідною умовою

стабілізації, піднесення і структурних перетворень економіки, розвитку зовнішньоекономічної діяльності, підвищення життєвого рівня населення, забезпечення національної безпеки країни.

Для підвищення прибутків у залізничній галузі необхідні докорінні реформи, в першу чергу треба покращити якість знань працівників залізничного транспорту; також треба максимально замінити застарілу техніку (локомотиви, вагони); структуру колії (верхню будову колії); систему сигналізації, централізації та зв'язку; систему контролю за станом об'єктів залізниці, а також систему контролю за станом і місцезнаходженням як окремих вагонів і локомотивів, так і у складі поїздів.

Сучасні навігаційні прилади можуть забезпечити повний контроль над рухомим складом. Завдяки високоточним координатним системам (ВКС), які засновують свою роботу на комплексі ГЛОНАСС/GPS, з'явилась можливість моніторингу вантажів. Іншими словами, не тільки робітники залізниць можуть відстежувати, де знаходиться вагон/контейнер, а й будь-який клієнт експедиційних компаній. Також значним фактором впровадження ВКС є створення основи для формування системи інтервального регулювання руху поїздів, у яких супутникові навігаційні дані ГЛОНАСС/GPS про місцезнаходження, швидкості руху та довжину состава дозволяють перейти до реалізації безпечних методів забезпечення інтервального руху поїздів без колійних світлофорів.

УДК 656.223.2

О. М. Костенніков, Г. Є. Богомазова

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ШЛЯХОМ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

О. Kostennikov, G. Bogomazova

IMPROVING THE FUNCTIONING OF RAILWAY TRANSPORT BY FORECASTING THE VOLUMES OF FREIGHT TRANSPORTATION

Основним завданням залізничного транспорту є своєчасне задоволення потреб економіки країни в перевезеннях. Незважаючи на те, що за останні роки відбулося різке зниження обсягів транспортної роботи, залізничний транспорт зберіг своє провідне становище в загальнотранспортному балансі вантажних перевезень України. У сформованих нестабільних економічних, політичних і соціальних умовах залізничний транспорт продовжує залишатися постійно працюючим і привабливим для більшості вантажовласників видом транспорту.

Сучасні умови функціонування транспорту вимагають збільшити область прогнозування та вдосконалити методологію і методику розроблення прогнозів. Результат прогнозування може бути застосований для більш точного та раціонального планування вантажних перевезень, що в свою чергу дозволить знизити економічні втрати залізничного транспорту і збільшити прибуток галузі.

У роботі запропоновано нейромережеву модель прогнозування обсягів перевезення вантажу. Така модель дає більш точні результати прогнозування. Завдяки прогнозуванню розмірів вантажного руху можна

визначити необхідну кількість вагонів для перевезення вантажу, що прогнозується, та підвищити точність оцінки пропускної спроможності залізничної мережі. Це дозволить заздалегідь планувати оптимальні маршрути доставки вантажів і сприятиме керівникам транспортних підприємств у покращенні системи управління перевізним процесом.

Проведені дослідження показали високу точність прогнозу як при короткостроковому, так і при довгостроковому прогнозуванні обсягів перевезення. Результат прогнозування може бути застосований для планування необхідної кількості вагонів у визначені періоди часу певного роду рухомого складу.

УДК 656.025.4:656.22

*В. М. Запара, Т. В. Щербина,
В. О. Литвиненко, Т. В. Тиник*

КОНСЕРВАЦІЯ МАЛОДІЯЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ ЯК РЕАГУВАННЯ НА ЗНАЧНІ ЗМІНИ ОБСЯГІВ РОБОТИ

*V. Zapara., T. Scherbina,
V. Lytvynenko, T. Tinik*

CONSERVATION INACTIVE COMMERCIAL STATIONS AS A RESPONSE TO SIGNIFICANT CHANGES IN THE VOLUME OF WORK

Збільшення ефективності функціонування залізничного транспорту і зміцнення його становища в конкурентній боротьбі на транспортному ринку України можливо шляхом отримання додаткових прибутків від розширення транспортного обслуговування і зниження витрат на перевезення вантажів, а також від підвищення ефективності роботи вантажних станцій.

ПАТ «Укрзалізниця» у сучасних умовах розвитку транспортного ринку країни повинна знаходити можливість оперативно реагувати на різні виклики, пов'язані із змінами обсягів роботи. Одним із напрямів такої роботи має стати консервація малодіяльних станцій.

Перевізник спільно з клієнтами має визначити перелік малодіяльних станцій для їх консервації, щоб зменшувати витрати компанії. Як показав аналіз, на 54 % вантажних станцій ПАТ «Укрзалізниця» припадає 3 % вантажної

роботи, з 70 % станцій відбувається відправлення кількох вагонів вантажів на добу. Отже, перевізнику є сенс проводити локалізацію вантажних станцій та укрупнення відправок для зменшення своїх витрат. Саме в цьому аспекті ПАТ «Укрзалізниця» важливо співпрацювати і знати позицію вантажовласників, щоб найбільш ефективно провести таку роботу.

Актуальним при цьому може стати перехід до зобов'язуючих річних постанційних планів: щоб швидко та якісно перевезти вантажі, залізничники повинні чітко розуміти, коли і в якій кількості рухомий склад знадобиться. Потребує також змін порядок оформлення заявок і залучення, наприклад, елеваторів до перевізного ланцюжка, які повинні будуть підтверджувати наявність зерна до навантаження. Таким чином, з'являється можливість зменшити дефіцит рухомого складу та відслідковувати завантаженість конкретних станцій вантажною роботою.

Проаналізовано та встановлено, що існуючі моделі концентрації не враховують особливостей взаємовпливу виробництва і транспортного комплексу. Удосконалено

методику концентрації місцевої роботи на підставі просторової переваги вантажовласників.

УДК 656.4:656.076

*Я. В. Запара., Н. М. Копиленко,
Д. В. Фандюшин, І. В. Фандюшин*

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ СТОСОВНО ВІДКРИТТЯ РОЗДІЛЬНИХ ПУНКТІВ

*Y. Zapara, N. Kopylenko,
D. Fandiushyn, I. Fandiushyn*

PROPOSALS FOR IMPROVING THE NORMATIVE BASIS ON OPENING OF GENERAL ITEMS

Процеси євроінтеграції, розвиток ринкової економіки в Україні та формування нових зовнішньоекономічних зв'язків висувають нові вимоги до транспортної галузі як до важливішої ланки транспортної системи країни. На жаль, застарілі методи регулювання залізничної галузі не відповідають сучасним умовам, стримують реформування і розвиток конкуренції на ринку залізничних перевезень.

З метою реалізації повноважень ПАТ «Укрзалізниця», передбачених Статутом товариства, виникла необхідність розробити проект Порядку відкриття зупинних пунктів, який на сьогодні відсутній.

Досліджено чинне законодавство у частині відкриття нового роздільного пункту. Виявлено розбіжності в існуючих і проектних документах. Зокрема у процесі реформування змінилися функції деяких структурних підрозділів ПАТ «Укрзалізниця», визначені функції було передано іншим підрозділам (розмежування функцій регіональних філій між перевізником та оператором інфраструктури). Відбулися зміни у назвах структурних підрозділів ПАТ

«Укрзалізниця», в умовах реформування залізничної галузі набули чинності нові нормативні акти. Це призводить до необхідності застосування актуальних назв об'єктів, підрозділів ПАТ «Укрзалізниця».

Процедура відкриття нового роздільного пункту в умовах реформування галузі визначена у проекті Закону «Про залізничний транспорт», що має певні відмінності від діючих нормативних актів. Так, за документом, відкриття нового роздільного пункту виконується оператором інфраструктури у порядку, визначеному центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері залізничного транспорту. Таким чином, Порядок відкриття визначає центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері залізничного транспорту для оператора інфраструктури, що не враховано у Статуті залізниць України, Тарифному керівництві №4 і Положенні про Міністерство інфраструктури України та потребуватиме внесення змін (у разі прийняття проекту Закону «Про залізничний транспорт») у відповідні нормативні акти.

УДК 629.04.083

*В. М. Запара, Д. О. Грунський,
К. М. Захар'їна, Ю. О. Колісник*

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМ НАВАНТАЖЕННЯ І КРІПЛЕННЯ
ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

*V. Zapara, D. Hrunskyi,
K. Zacharin, Y. Kolesnik*

**FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF SCHEMES OF LOADING AND SECURING
FOR TRANSPORTATION OF GOODS OF VEGETABLE ORIGIN**

Значне зростання обсягів транспортування вантажів рослинного походження залізничним транспортом України (щорічно на 7-15 %) та перспективи подальшого суттєвого зростання вимагають від залізничної галузі сконцентруватися на вирішенні пріоритетних питань, пов'язаних з різким нарощуванням обсягів таких перевезень в умовах обмеження задіяних ресурсів та необхідністю утримати, а при можливості і розширити даний сегмент ринку.

За умови дефіциту спеціалізованого рухомого складу (зерновозів) деякі перспективні вантажі рослинного походження (які мають попит у країнах ЄС), наприклад, шрот, лушпиння соняшника гранульоване (пеллети паливні), можливо перевозити і в критих вагонах, але з використанням дверних щитів спеціальних конструкцій, які дозволяють забезпечувати повну схоронність вантажу при підвищенні використання вантажопідйомності вагонів.

Запропоновано декілька варіантів щитів дверних типу ЩДМ, які є знімним багатообіговим засобом, призначеним для запобігання просипанню сипких вантажів

(зокрема - насіння соняшника та продуктів його переробки з розмірами фракцій від 4 до 50 мм) при їх транспортуванні в універсальних критих вагонах. Застосування таких щитів дозволяє підвищити використання об'єму вагонів за рахунок завантаження вантажів, у тому числі й у міждверному просторі без обмеження за висотою, і ступінь схоронності вантажів.

Щити мають конструкцію, яка дозволяє здійснювати їх монтаж (демонтаж) вручну з використанням ручних електроінструментів; дозволяє здійснювати вивантаження сипких вантажів через отвори (люки) в кожній секції щита в приймальні бункери з наступним відкриванням секцій щита для використання ковшових електронавантажувачів; забезпечує надійність закріплення знімних частин для виключення можливості їх мимовільного ослаблення і випадання під час експлуатації; забезпечує зручний та легкий доступ до елементів конструкції, які необхідно змінювати в процесі експлуатації; запобігає вандалізму.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

IMPROVEMENT OF COMBINED TRANSPORT TECHNOLOGY

Комбіновані перевезення являють собою перевезення вантажів, які здійснюються при використанні водночас автомобільного та залізничного транспорту. Як вантаж для перевезення залізничним транспортом при цьому використовуються автотранспортні засоби – автопоїзди і напівпричепи-контрейлери. Комбіновані або змішані перевезення вигідно об'єднують у єдиному транспортному ланцюгу два домінуючі види наземного транспорту – автомобільний і залізничний, чим забезпечують мобільність і швидкість доставки вантажів.

У країнах Європи контрейлерні перевезення досить давно стали популярним і бажаним видом транспорту. Використовуючи такий вид перевезень, вирішується одразу декілька проблем. Головна з них – вирішення екологічних проблем. На Заході, за законодавством багатьох країн, рух великотоннажних автомобілів у вихідні і святкові дні, а також при температурі повітря понад 25 °С заборонено. Крім того, контрейлерні перевезення значною мірою зберігають стан дорожнього полотна, розвантажують автомагістралі, знижують аварійність на дорогах, а також заощаджують паливе та продовжують строк служби автомобілів.

Для України, яка має стійкі автомобільні зв'язки з державами Центральної та Західної Європи, а також з країнами СНД, розвиток комбінованих перевезень має стратегічний інтерес.

Перспективи стійкого розвитку транспорту в Європі пов'язують із стимулюванням комбінованих перевезень. Серед їх різновидів в останній час

поширення одержали контрейлерні перевезення, які передбачають виконання значної частини сполучення залізничним транспортом, а місцевих перевезень – автомобільним. Головна мета активізації контрейлерних перевезень полягає у переключенні частини вантажопотоків з автомагістралей на залізницю, а також у створенні більш збалансованої транспортної системи, що знижує екологічне навантаження і підвищує ефективність міжнародних перевезень.

На шляху реалізації цього способу доставки вантажів виникають труднощі, які пов'язані із специфічними умовами перевезень і виявляються у відсутності вивчених характеристик транспортного процесу, критеріїв ефективності, що відповідають ринковим умовам, теоретичних розробок у сфері створення контрейлерних технологій перевезень.

І саме контрейлерні перевезення у напрямку Схід – Захід є для України пріоритетним напрямком розвитку бізнесу в транспортній сфері. Створення сприятливих умов для збільшення конкурентоспроможності широких транспортних коридорів, що перетинають територію України, – це основна мета розвитку контрейлерних перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

Зростання обсягів виробництва, яке передбачається у майбутньому, вимагає відкриття нових контрейлерних терміналів з мінімальними капітальними витратами на основі створення ресурсозберігаючих технологій руху контрейлерних поїздів і виконання вантажних операцій, удосконалення технології роботи існуючих терміналів.

УДК 656.073

*Я. В. Запара, Н. В. Головко,
С. Н. Федотова, К. О. Хандохіна*

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

*Y. Zapara, N. Golovko,
S. Fedotova, K. Khandokhina*

WAYS OF PROVIDING QUALITY TRANSPORT OF GRAIN RAILWAYS WITH RAILWAY TRANSPORT

За останні роки сільське господарство розвивається значними темпами, виробництво продукції зростає, а тому потреба в її транспортуванні, зокрема зернових вантажів, з кожним роком збільшуватиметься.

За свідченнями експертів, в Україні є надлишок елеваторних потужностей у регіонах. Стрімко будуються нові ємності для зберігання зерна і в морських портах, через які врожай перевантажується на судна. Проте великі питання виникають перш за все з перевантаженням сільгосппродукції із вагонів на елеватори в портах. Сьогодні нерідко залізниця може подати їх набагато більше, ніж підприємства можуть вивантажити, тому виникає необхідність прогнозування роботи портів із залізничниками.

Основними шляхами якісних перевезень зернових вантажів мають стати деталізоване планування обсягів і напрямків перевезення зернових; збільшення долі маршрутних перевезень; оптимізація кількості точок навантаження; інвестиції у рухомий склад та інфраструктуру.

Перевагами маршрутних відправлень є менша вартість і пришвидшена доставка.

Саме цей принцип і закладено при дерегуляції вагонної складової тарифу, де формування маршрутних відправлень є вигідним для відправників. Для малих елеваторів ефективним буде кооперація з іншими вантажовідправниками і формування каскадних маршрутів або розширення власних під'їзних колій, розвиток інфраструктури.

Питання стосовно рухомого складу та локомотивної тяги поступово вирішуються. Так, кількість вагонів-зерновозів в Україні 2017 року зросла на 11 %, за рахунок приросту приватного парку. У 2018 році ця тенденція триває і вагонобудівні підприємства вже завантажені замовленнями на зерновози на кілька місяців уперед. За планами ПАТ «Укрзалізниця» впродовж 2018 року планується придбання 700 вагонів-зерновозів. Збільшується також кількість підприємств, які будують вагони-зерновози, серед них з 2018 року – ТОВ "Дизельний завод" (м. Кривий Ріг). За рахунок ремонтів з минулого року вдалося добитися позитивного сальдо локомотивів – додати 48 одиниць до парку. На цей рік намічена закупка 30 тепловозів. Суттєво збільшено плани капітальних ремонтів.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ HYPERLOOP В УКРАЇНІ

S. Prodashchuk, O. Totska

IMPLEMENTATION OF THE INNOVATIVE TRANSPORT SYSTEM HYPERLOOP IN UKRAINE

У 2012 році в Україні було введено швидкісний рух. Для цього закупили поїзди виробництва Skoda Vagonka та Hyundai Rotem, але залізничне полотно так і не було змінено. Через зношеність інфраструктури більше, ніж на 90 % основна швидкісна група залізниць України для прискореного руху складає 140-160 км/год, хоча Hyundai за своїми технічними характеристиками можуть досягати максимальної швидкості 200 км/год. Тому, аби скоротити час курсування, доводиться «знімати» повільні вантажні поїзди, які мають бути пріоритетними за рахунок субсидювання неприбуткових пасажирських перевезень. У випадку пропуску одного швидкісного поїзда коефіцієнт зняття набуває небажаних результатів, а на сьогоднішній день пропускається близько чотирьох InterCity в кожному напрямку. Для покриття збитків і збільшення прибутків доцільно розділити інфраструктуру між ВШМ та класичними лініями або розвивати тільки пасажирські чи вантажні перевезення. Такий досвід притаманний залізницям Японії та США. У Японії реалізовані тільки пасажирські перевезення, а у США – вантажні. У США планувалося побудувати високошвидкісну залізничну лінію між Лос-Анджелесом і Сан-Франциско. Поїзди змогли б курсувати зі швидкістю 322 км/год. Проте Ілон Маск запевнив, що його розроблена інноваційна система буде більш швидкою і дешевою.

22 лютого 2018 року в Міністерстві інфраструктури підписали меморандум про

запуск проекту транспортних інновацій Hyper.UA. Саме ним хочуть розпочати розвиток новітніх технологій в Україні, в першу чергу запропонованою Ілоном Маском швидкісною транспортною системою Hyperloop. Це означає, що держава готова інвестувати в даний проект, а строки його реалізації залежать від економічного стану країни, зміни вартості ресурсів, будівельних та інженерних норм. Hyperloop може бути як наземним, так і підземним, або на опорах.

Транспортна система Hyperloop має вигляд труби великого діаметра, всередині якої переміщується спеціальна капсула місткістю на 28 пасажирів.

Відповідно до аналізу тарифів на пасажирські перевезення у порівнянні з іншими видами транспорту Hyperloop є найдешевшою транспортною системою. Тобто у напрямку Київ – Одеса вартість квитка складе близько 500 грн. Однак для скорочення періоду окупності ціна не повинна бути менше 4000 тис. грн, але й не більше вартості квитка польоту у літаку у рамках конкуренції.

Як і будь-яка транспортна система, Hyperloop має свої недоліки та переваги. До недоліків можна віднести витрати на управління диспетчеризацією і системою. На початковому етапі необхідно впровадити нагляд з боку людини. Також недоліком є витрати на інспекцію інфраструктури, бо вона мусить відповідати суворим технічним нормам через високу швидкість, до 1220 км/год.

Мінімальний витік повітря з капсули призведе до збою всієї системи. Послуги Hyperloop є недоступними для пасажирів з клаустрофобією. Капсула надзвичайно мала за розмірами (довжина 30 м): пасажири повинні знаходитись на своїх місцях з пристебнутими ременями безпеки; відсутній туалет. Найголовніший недолік – це серйозна загроза життю людей у разі виникнення стихійного лиха. Тому технологія ще має удосконалюватись, для чого в Україні планують побудувати випробувальний полігон у м. Дніпро. Першу лінію планують прокласти між Києвом та Одесою. Проте після проведеного статистичного аналізу найбільш вигідним маршрутом є Київ-Львів.

Переваги включають низьку вартість будівництва інноваційної технології у порівнянні з вартістю побудови високошвидкісної магістралі. Конкурувати Hyperloop може у плані найменшого часу курсування пасажирів. Дана технологія обов'язково стане прибутковою і зможе допомогти вивести пасажирські перевезення на новий рівень. Пасажирський рух не заважатиме курсуванню вантажних поїздів і кожна система матиме свій економічний ефект, що приведе до зростання фінансового стану України. Саме це мусить бути головною метою при впровадженні високошвидкісного транспорту.

УДК 656.225.65.014

В. І. Шевченко, А. С. Калмикова

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ВАНТАЖНИХ І КОМЕРЦІЙНИХ ОПЕРАЦІЙ НА КОНТЕЙНЕРНИХ ПУНКТАХ

V. I. Shevchenko, A. S. Kalmykova

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR CARGO AND COMMERCIAL OPERATIONS IN CONTAINER POINTS

Обсяги контейнерних перевезень з використанням залізничного й автомобільного транспорту постійно збільшуються. За прогнозами спеціалістів до 2020 р. як мінімум 70 % всіх вантажів у світі будуть перевозитися саме в контейнерах. Позитивним є те, що і в Україні політика регіональних філій ПАТ «Укрзалізниця» спрямована на збільшення обсягів контейнерних перевезень за рахунок залучення вантажів, що перевозяться іншими видами транспорту.

Технологічні процеси, організація роботи переробки контейнерів на контейнерному майданчику розроблені ще до періоду глобалізації контейнерних перевезень, тому вони не всі придатні для

застосування у ринкових умовах функціонування залізниць України.

Значна частина контейнерних терміналів свого часу були закриті з метою скорочення експлуатаційних витрат, через запровадження концентрації вантажної і комерційної роботи на опорних станціях. Це негативно вплинуло на стан економічного розвитку багатьох регіонів України та розподілення вантажних перевезень по території держави.

Із зростанням обсягів перевезень, що передбачаються із розвитком контейнерних перевезень, розширенням транспортних коридорів України та налагодженням торговельних відносин із країнами Азії та Європи, необхідно, по-перше,

удосконалювати технології роботи існуючих терміналів, покращувати виконання вантажних операцій з контейнерами, по-друге, відкривати нові

контейнерні майданчики з мінімальними капітальними витратами на основі створення ресурсозберігаючих технологій руху контейнерних поїздів.

УДК 656.225.65.014

*О. В. Лаврухін, А. В. Рева,
В. В. Медловська, Т. Ю. Ус*

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОЇЗДОУТВОРЕННЯ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ

*О. V. Lavrukhin, A. V. Reva,
V. V. Medlovska, T. U. Us*

IMPROVEMENT FORMATION TRAIN PROCESS IN CONDITIONS OF FUNCTIONING WORKPLACE AUTOMATION

В умовах інтеграції України до ЄС необхідно вирішувати складні завдання адаптації для роботи в ринкових умовах, поступово приводити роботу залізничного транспорту у відповідність із європейськими стандартами і задовольняти зростаючі вимоги до якості та ефективності надання транспортних послуг.

За Концепцією та Програмою реструктуризації галузі, Програмою інформатизації, одним із напрямків підвищення ефективності перевізного процесу є удосконалення системи управління перевезеннями на основі ресурсозбереження та інформаційних технологій, впровадження автоматизації, у тому числі автоматизованих робочих місць (АРМ) оперативних і змінних працівників. Сучасні напрямки удосконалення АРМ оперативних працівників передбачають розширення функціонального складу завдань, що реалізують передові технології організації перевізного процесу і, як наслідок, дозволяють зменшити експлуатаційні витрати на полігонах залізниць.

Одним з основних завдань оперативної роботи станції є удосконалення технології організації вагонопотоків і поїздоутворення на основі динамічного аналізу оперативного стану, що склався на станції.

Вирішення поставленого завдання не враховує нечіткість вхідної інформації про знаходження вагонів на коліях сортувального парку під накопиченням, також не береться до уваги термін доставки вантажів. На даний момент на залізничному транспорті практично не існує систем підтримки прийняття рішень, які б могли надавати оперативному управлінському персоналу інформаційно-керуючі вказівки, основою яких є ієрархія можливих ситуацій у вигляді зрозумілих для людини термінів, тобто лінгвістичних змінних. Відповідно до цього необхідно удосконалити технологію поїздоутворення шляхом впровадження автоматизованих робочих місць оперативного персоналу.

УДК 656.225.65.014

*О. В. Лаврухін, А. О. Бурлаченко,
Д. О. Бурлаченко, М. А. Литвин*

**ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ**

*О. V. Lavrukhin, A. O. Burlachenko,
D. O. Burlachenko, M. A. Litvin*

**INTRODUCTION DECISION SUPPORT SYSTEM FOR OPERATIONAL
PERSONELL OF THE RAILWAY DEPARTMENTS**

Сучасний транспортний ринок вимагає інтенсивного пошуку ефективних технологій процесу перевезення і методів їх реалізації, спрямованих як на покращення економічних показників, так і на підвищення якості перевезень, привабливості та престижності залізниць. За Концепцією та Програмою реструктуризації, одним із основних напрямків підвищення ефективності технологічних процесів є експлуатація рухомого складу на основі принципів ресурсозбереження та застосування інформаційних технологій. Це передбачає розширення функціональних можливостей інформаційних та інформаційно-керуючих систем залізничного транспорту і всебічне застосування передових методів організації перевізного процесу.

Вирішення завдання раціонального використання ресурсів залізниць, тобто оптимізації розподілення робочого парку вагонів при зростанні обсягів перевезень, більш раціонального використання

корисної довжини колій при коливанні обсягів транзитного вагонопотоку з переробкою та без переробки дозволить оперативно коригувати план формування поїздів з метою раціонального формування, а також сприятиме зменшенню експлуатаційних витрат на утримання колій.

На даний момент з позиції ресурсозбереження постає питання щодо зменшення експлуатаційних витрат при збереженні та зростанні обсягів роботи. Раціоналізація використання вагонного парку, скорочення обігу вагона, зменшення часу простою вантажного вагона на станції, покращення якісних і кількісних показників роботи має базуватися на розробленні нових та удосконаленні існуючих технологій організації поїздопотоків. Це можна реалізувати шляхом удосконалення діючої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень оперативних працівників.

УДК 656.212.6:658.7

Д. І. Мкртчян, О. М. Костенніков, А. В. Займчук

**ОРГАНІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ТЕРМІНАЛІВ ЯК
ЕЛЕМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЛАНЦЮГА**

D. Mkrtuchyan, O. Kostennikov, A. Zaimchuk

**ORGANIZATION OF THE OPERATION OF CONTAINER TERMINALS
AS ELEMENTS OF THE LOGISTIC TRANSPORT CHAIN**

Перевезення вантажів у контейнерах є одним з найбільш зручних способів транспортування вантажу. У наш час контейнерні перевезення вантажів потрібно інтенсивно розвивати, тому що вони дозволяють максимально оптимізувати перевезення. За транспортною стратегією України, підвищення ефективності функціонування як всієї транспортної системи країни, так і окремих її компонентів є актуальним питанням розвитку як транспортної галузі, так і економіки в цілому.

Сучасний стан контейнерного господарства на залізничній мережі України є досить незадовільним. Так, серед 275 вантажних станцій роботу з контейнерами виконує понад 66 %, у тому числі понад 50 % – із середньотоннажними, близько 13 % – із середньо- та великотоннажними і тільки 4 % – з великотоннажними.

Простій перевантажувальної техніки складає щорічно понад 100 тис. год і п'ята частина – через технічну несправність. Ремонтна база майстерень застаріла, практично всюди недостатньо зварювальних апаратів, двигунів різних потужностей, кабельного обладнання, запасних частин тощо. В таких умовах удосконалення конструктивних і технологічних параметрів контейнерних терміналів з метою досягнення максимального ресурсозбереження при заданих обсягах переробки є одним з актуальних завдань.

Середня дальність переміщення кранів при обслуговуванні середньотоннажних контейнерів скорочується у межах від 28 до 51 м при жорсткій спеціалізації та від 33 до 46 м – при змінній. Збільшення дальності переміщення кранів викликає обслуговування транзитних контейнерів (у середньому до 86 м) з повторними і варіантними переставленнями з вагона на вагон або на площадку та навпаки. Зміна дальності переміщення кранів та інших перевантажувальних транспортних засобів викликає зміну їх кількості, капітальних та експлуатаційних витрат. Недостатня кількість кранів впливає на додаткові переміщення, збільшення тривалості знаходження рухомого складу на терміналі. Тому пропонується виконувати техніко-економічні порівняння варіантів технічного оснащення терміналів з досягненням найменших щорічних витрат в оптимальному варіанті.

При детальному аналізі роботи контейнерних терміналів отримано такі результати: через незадовільний стан терміналів, нестачу потрібного оснащення і техніки термінали не функціонують на повну потужність, виконуючи менший обсяг роботи, тим самим скорочуючи прибуток. Тому техніко-економічні порівняння варіантів технічного оснащення терміналів з досягненням найменших щорічних витрат в оптимальному варіанті зможуть оптимізувати роботу контейнерних терміналів як елементів логістичного транспортного ланцюга.

**ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОБОТУ СКЛАДСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДІВ**

О. Kostennikov, I. Moroz

**IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES IN THE WORK OF STOCK-
BUILDINGS AND ACTIONS TO IMPROVE THE USE OF COMPOSITES**

Актуальність обраної теми обумовлена тим, що ринкова стратегія розвитку економіки передбачає збалансований розвиток всіх галузей народного господарства – як галузей матеріального виробництва, так і інфраструктури. До галузей інфраструктури відносять такі галузі, які забезпечують зберігання, доставку продукції як у сфері виробництва, так і у сфері обігу. Це – транспорт, зв'язок, торгівля, заготівля, матеріально-технічне забезпечення.

Склад є однією із сфер у бізнесі, де впровадження автоматизації і штучного інтелекту розвивається швидше, ніж в інших галузях. Такі організації, як Amazon і Ocado, з їхніми величезними інвестиціями в технології робототехніки, пропонують прекрасні приклади того, що можливо і вже відбувається на складах і в електронній комерції.

Однією з характерних тенденцій останніх років є будівництво великих розподільних центрів, тобто автоматизованих складів з комп'ютеризованою обробкою замовлень і переміщенням вантажів. Для ефективного використання складів і розподільних центрів потрібна дієва система управління запасами. Така система покликана визначати кількість товару, який потрібен

для підтримки оптимального рівня запасу і малооптимальної частоти замовлень.

На майбутнє можна порадити орієнтацію розвитку на механізацію та автоматизацію складських робіт як базовий напрям удосконалення організації робіт, пов'язаних із зберіганням матеріальних цінностей і передачею їх у виробництво. Прикладом на майбутнє може стати система організації складського господарства за принципом вертикально-замкнутих (люлечних) складів з програмним управлінням, які займають малі виробничі площі, але мають досить велику ємність за рахунок вертикального розташування та високий рівень автоматизації. Залізниці буде потрібно чимало коштів і часу, щоб перебудуватися на нову систему управління складом, але це окупить себе надалі, знизивши в кілька разів витрати на утримання складського господарства.

При альтернативному виборі системи складування на основі застосовуваного при цьому обладнання оптимальним є варіант з максимальним значенням показника ефективності використання складського обсягу при мінімальних витратах. Здійснюючи вибір систем складування на практиці, необхідно пам'ятати, що в одному складському приміщенні можливо поєднання різних варіантів залежно від переробленого вантажу.

В. І. Храбустовський

ОПЕРАТОРНИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ТА РІЗНИЦЕВІ ОПЕРАТОРИ, ЯКІ МІСТЯТЬ СПЕКТРАЛЬНИЙ ПАРАМЕТР НЕВАНЛІННІВСЬКИ

V. I. Khrabustovskyi

OPERATOR DIFFERENTIAL AND DIFFERENCE EQUATIONS CONTAINING SPECTRAL PARAMETER IN NEVANLINNA'S MANNER

In this talk we consider in the separable Hilbert space $\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$ on a finite or an infinite interval the operator differential equation

$$iGx'(t) = H_\lambda(t)x(t) + W_\lambda(t)f(t), \quad \text{Im } \lambda \neq 0, \tag{1}$$

where

$$G = \begin{pmatrix} 0 & 0 & iI_1 \\ 0 & \pm I_0 & 0 \\ -iI_1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad H_\lambda(t) \in [\mathcal{H}], \quad W_\lambda(t) = \frac{\text{Im } H_\lambda(t)}{\text{Im } \lambda} \geq 0,$$

I_j is a identity operator in \mathcal{H}_j .

Such equations play an important role in mechanics [1]. Also the significance of equation (1) is due to the fact that differential equations of odd order with operator coefficients depending on λ nonlinearly can be reduce to it.

For equation (1) we introduce the analogues of Weyl function and Weyl solutions.

Also we construct the analogue of Weyl-Titchmarsh matrix.

The proofs of our results are based on general theorems about characteristic operators of first order operator differential equations [2], [3].

In finite dimensional case, when equation (1) depends on λ linearly, analogues of our results were obtained in [4], [5] in the framework of the theory of boundary triplets and abstract Weyl functions.

Also, as in the case $\mathcal{H}_0 = \{0\}$ [6], we construct eigenfunction expansion in solution of (1) with initial conditions depending on λ .

We extend above-mentioned results on difference equations.

REFERENCES

[1] V.A. Yakubovich, V.M. Starzhinskii. Linear differential equations with periodic coefficients, John-Wiley & Sons, New York. Toronto, 1976.
 [2] V.I. Khrabustovski. On the characteristic matrix of Weyl-Titchmarsh type for differential-operator equations which contains spectral parameter in linear or Nevanlinna's manner. Mat. Fiz. Anal. Geom/ 10 (2003), no. 2, 205-227. (Russian).
 [3] V.I. Khrabustovskyi. Analogs of generalized resolvents for relations generalized by pair of differential operator expressions one of which depends on spectral in nonlinear manner. J. Math. Phys. Anal. Geom. 9 (2013), no. 4. 496-535.

[4] S. Albeverio, M. Malamud and V. Mogilevskii. On Titchmarsh-Weyl functions and eigenfunction expansions of first-order symmetric systems. *Integr. Equ. Oper. Theory.* 77, 2013, 303-354.

[5] V.I. Mogilevskii. On the characteristic matrices and eigenfunction expansions of

two singular point symmetric systems. *Math. Nachr.*, 288, no. 2-3, 2015, 249-280.

[6] V.I. Khrabustovskyi. Eigenfunction expansion associated with operator differential equation depending on spectral parameter nonlinearly. *Methods Funct. Anal. Topology* 15, vol. 20, no. 1, 2014, pp. 68-91.

УДК 530.16:517.956

Ю. В. Куліш, О. В. Рибачук

ЗБІЖНІСТЬ ІНТЕГРАЛІВ ДЛЯ АНТИКОМУТАТОРІВ СПІНОРНИХ ПОЛІВ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РІВНЯНЬ ДІРАКА

Yu. V. Kulish, E. V. Rybachuk

CONVERGENCE OF INTEGRALS FOR ANTICOMMUTATORS OF SPINOR FIELDS AND GENERALIZATION OF DIRAC EQUATION

In [1] it is shown that integrals for the commutators of the quantized scalar fields (corresponding to one particle) diverge on space-like intervals between field coordinates. As it is known, in consequence of the locality principle (the microcausality principle) these commutators must vanish on space-like intervals. However, divergences in the commutators of these scalar fields for one particle do not allow us to conclude that the locality principle is valid. In a relation with these divergences the commutators of the total scalar fields, which are the solutions of the generalized Klein-Gordon equations [2, 3] of a $2N_b$ -order, are considered. The total scalar field is a sums of N_b fields corresponding to particles of different generations. Using an indefinite metrics in [1] it is shown that the integrals for commutators of total fields converge on space-like intervals at $N_b > 2$. Therefore it is of interest the similar consideration of anticommutators for fields of the $\frac{1}{2}$ -spin. It can be shown that the anticommutators of spinor fields for one

particle diverge on space-like intervals. In [2, 3] the generalized Dirac equations are proposed. The total spinor fields, corresponding to homogeneous solutions of these generalized equations of the N_f order, are the sums of fields for N_f particle generations. Using an indefinite metrics it is shown that the integrals for anticommutators of total spinor fields converge and these anticommutators vanish on space-like intervals at $N_f > 5$. Thus, the locality principle for commutators of total scalar fields and for anticommutators of total spinor fields is valid.

1. Kulish Yu.V., Rybachuk E.V. *EEJP*, 2017, V. 4, N. 4, P. 4.

2. Kulish Yu.V., Rybachuk E.V. *The Journal of Kharkiv National University*, 2011, n. 955, Is. 2(50), p. 4.

3. *Problems of atomic science and technology*, 2012, n. 1(77), p.16.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ К ТЕОРИИ
ГРАВИТАЦИОННЫХ ЛИНЗ

S. Bronza, O. A. Goncharova

APPLICATION OF ALGEBRAIC GEOMETRY TO THE THEORY
OF GRAPHITIC LENSES

В современной астрофизике гравитационное линзирование давно превратилось из эффекта, подтверждающего общую теорию относительности, в рабочий инструмент. Гравитационное линзирование используют для исследования как звездных систем и планет в них, так и галактик и

систем галактик. Исследуются даже космологические параметры всей метagalaktiki.

Простейшей математической моделью гравитационного линзирования, моделью «первого приближения», является векторное уравнение N -точечной гравитационной линзы. Это уравнение в безразмерных координатах имеет вид

$$\vec{y} = \vec{x} - \sum_i m_i \frac{\vec{x} - \vec{l}_i}{|\vec{x} - \vec{l}_i|^2}, \quad \sum_i m_i = 1, \quad (1)$$

где $l_i = \xi_i / \xi_0$ – безразмерные радиус-векторы точечных масс m_i , входящих в линзу (например, [1]).

Уравнение (1) гравитационной линзы в координатной форме имеет вид

$$\begin{cases} y_1 = x_1 - \sum_{i=1}^N m_i \frac{x_1 - a_i}{(x_1 - a_i)^2 + (x_2 - b_i)^2} \\ y_2 = x_2 - \sum_{i=1}^N m_i \frac{x_2 - b_i}{(x_1 - a_i)^2 + (x_2 - b_i)^2} \end{cases}, \quad (2)$$

где a_i и b_i – координаты радиус-векторов l_i , то есть $l_i = (a_i, b_i)$ [1].

К основным задачам гравитационного линзирования можно отнести построение изображения по заданному источнику, изучение критических кривых и каустик, исследование протяженных изображений, кривых усиления и т. д. Эти задачи можно решить, изучая модель «первого приближения» – уравнение (1) или систему (2). С точки зрения алгебраической геометрии, это исследование системы

полиномиальных уравнений (2). С другой стороны, исследование систем полиномиальных уравнений над различными полями является основной задачей классической алгебраической геометрии [1].

Таким образом, ряд задач гравитационного линзирования сводится к исследованию системы полиномиальных уравнений над полями действительных и комплексных чисел. Редукция задач гравитационного линзирования к задачам алгебраической геометрии подробно сформулирована и описана в работах [3,4].

В работах [3-7] методы алгебраической геометрии применены для решения следующих задач гравитационного линзирования:

- изучение изображений точечного источника в одноточечной линзе;
- изучение изображений точечного источника в бинарной линзе;
- разделение точечных и протяженных изображений;
- изучение условий существования протяженных изображений;
- изучение условий существования кольца Эйнштейна;
- определение четности числа изображений в N -точечной гравитационной.

Список літератури

1. Schneider P., Ehlers J., Falco E.E. Gravitational lenses. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1999 P. 560.
2. Рид, М. Алгебраическая геометрия для всех [Текст] / М. Рид. – М. : Мир, 1991. – 151 с.
3. Kotvytskiy A.T., Bronza S.D. // Odessa Astronomical Publications, vol. 29 (2016), P.31-33. Bronza S.D., Kotvytskiy A.T. Quasi-analytical method for imagesconstruction from gravitational lenses.

4. Bronza, S. D. Mathematical bases of the theory of N -point gravitational lenses. Part 1. Elements of algebraic geometry [Text] / S. D. Bronza, A. T. Kotvytskiy // Вісник ХНУ. Сер. Фізика. – Хаків : ХНУ, 2017. – № 1120. – Вип. 26. – С. 6-32.

5. Kotvytskiy, A. T. Estimating the number of images N -point gravitational lenses algebraic geometry methods [Text] / A. T. Kotvytskiy, S. D. Bronza, S. R. Vovk // Вісник ХНУ. Сер. Фізика. – Харків : ХНУ, 2016. – № 1119. – Вип. 24. – С. 55-59.

6. Математичний зміст кільця Ейнштейна та умови його виникнення. Дослідження узагальнених умов [Текст] / А. Т. Котвицький, С. Д. Бронза, К. Ю. Нерушенко, В. Ю. Шабленко // Астрономія і сьогодення: зб. наук. праць VI-ї міжрегіон. наук.-практ. конф. – Вінниця, 2017. – С. 198-213.

7. Kotvytskiy A.T., Bronza S.D., Shablenko V.Yu.// Odessa Astronomical Publications, vol. 31 (2017), P.19-21. Bronza S.D., Kotvytskiy A.T., Shablenko V.Yu. Correlation of the number of images of N -point gravitational lens and the number of solutions of its system.

УДК 539.219; 539.219.3; 539.217

О. А. Осмаєв, Р. В. Шаповалов

НУКЛЕАЦІЯ У КОНДЕНСОВАНИХ СИСТЕМАХ СКІНЧЕНОГО ОБ'ЄМУ: ДЕЯКІ ПИТАННЯ

О. А. Osmayev, R. V. Shapovalov

NUCLEATION IN CONDENSED SYSTEMS OF FINITE VOLUME: SOME QUESTIONS

У конденсованих середовищах фазові переходи є однією з актуальних проблем фізики твердого тіла. Також це відноситься до опису розпаду на фази початково гомогенних багатокомпонентних твердих розчинів і сплавів. Бінодальний розпад

твердого розчину являє собою, як відомо, класичну кінетику зародкоутворення за механізмом нуклеації і зростання [1, 2]. Це приводить до утворення виділень нової фази в матриці, яка збіднена однією з компонент. Двокомпонентний макроско-

підний однорідний твердий розчин (наприклад, бінарний сплав) є термодинамічною фазою, коли відсутні градієнти температури, тиску та зовнішні поля. Як правило, діаграма стану такого сплаву не відноситься до типу "сигара". Тобто сплав, у якому концентрація однієї з компонентів перевищує деяке граничне значення, не знаходиться у термодинамічній рівновазі, а перебуває у нестійкому стані. Коли концентрація вихідної нерівновагової фази не занадто відрізнялася від зазначеного граничного значення, тоді розпад на дві стійкі фази відбувається шляхом нуклеації, тобто зародки (кластери) нової фази утворюються і ростимуть за рахунок флуктуацій складу. Опис фазового переходу першого роду, окремим випадком якого є розпад твердого розчину, як результату послідовних приєднань і від'єднань атомів поодиноці до зародків (кластерів) нової фази сходять до Сциларда [3]. Кожний кластер нової фази може зростати або розчинятися. У загальному випадку ці процеси відбуваються шляхом злиття різних кластерів і розпаду кластера на частині. У теорії нуклеації розглядаються процеси, при яких зростання та розчин кластерів відбуваються тільки завдяки приєднанню атома одного типу до кластера нової фази, а розпад – тільки завдяки втраті ним атома. З метою спрощення вважається, що всі кластери мають сферичну форму. Термодинамічний (ТД) потенціал бінарного сплаву записуємо, використовуючи відоме в класичній теорії нуклеації наближення, – кластерний газ [4].

Показано, що термодинамічні властивості сплаву, в якому допускається утворення довільної кількості кластерів, принципово відрізняються від властивостей сплаву з одним кластером. Запропоновано новий метод, який дозволяє встановити співвідношення між кінетичними коефіцієнтами в системі рівнянь, що описують процес дифузійного розпаду бінарного сплаву. Показано, що на відміну від класичного уявлення про термодинамічний бар'єр при утворенні одиничного кластера нової фази в пересиченому твердому розчині термодинамічний потенціал сплаву, у якому може утворитися довільна кількість кластерів, не має локального максимуму. Але локальний мінімум, за умови, що він існує, є єдиним. У рамках цього підходу співвідношення між кінетичними коефіцієнтами є прямим наслідком незростання термодинамічного потенціалу сплаву при дифузійному розпаді.

Список використаних джерел

1. Slezov, V. V. Kinetics of First-order Phase Transitions // Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.: 2009.
2. Clouet E. Modeling of Nucleation Processes // arXiv:1001.4131v2 [cond-mat.mtrl-sci], 2010.
3. Kashchiev D. Nucleation Basic Theory with Applications // Oxford: Butterworth Heinemann: 2000. – 529 p.
4. J. Frenkel, Kinetic Theory of Liquids // Dover Publications: 1955. – 488 p.

ГРАНИЧНІ РІВНЯННЯ В ЗАДАЧАХ ДИНАМІКИ ТОНКИХ СКІНЧЕННИХ ПЛАСТИН, ЩО ПОСЛАБЛЕНІ ТРІЩИНАМИ

Yu. S. Shuvalova

BOUNDARY EQUATIONS IN DYNAMIC PROBLEMS FOR THIN FINITE PLATES WITH CRACK

Проблеми динаміки тонких пружних пластин присутні у багатьох конструкціях, які використовуються у різних сферах фізики та механіки. Особливо актуальна задача розрахунку напруг, які виникають у процесі коливань скінченних пластин, що послаблені тріщинами. В роботі запропоновано варіант методу теорії потенціалів, який дозволяє звести поставлену задачу до розв'язання системи нестационарних граничних рівнянь. Метод дослідження базується на схемі, яку наведено у [1–3].

Нехай Γ та Γ_0 – зв'язні криві класу C^2 . Розглянемо тонку пружну пластину товщини h , яка займає область $\Omega \times \left[-\frac{h}{2}; \frac{h}{2}\right]$, де

$\Omega = \Omega \setminus \overline{\Gamma_0}$ – область, обмежена кривою Γ , а Γ_0 – тріщина в пластині. Нехай $t \in [0; +\infty)$ – змінна часу. Зсув $u(x, t)$ точки $x = (x_1; x_2) \in \Omega$ серединної площини пластини в напрямку, перпендикулярному цій площині в недеформованому стані, можна подати сумою динамічних аналогів потенціалів простого та подвійного шарів. Це приводить до системи нестационарних граничних рівнянь відносно невідомих щільностей вказаних потенціалів. Було доведено однозначну розв'язність одержаної системи граничних рівнянь в

однопараметричній шкалі просторів соболевського типу.

Побудовані динамічні аналоги потенціалів простого та подвійного шарів для задачі динаміки тонких пружних скінченних пластин, які дозволяють визначати зсув будь-якої точки пластини, яка послаблена тріщиною, в довільний момент часу без використання методів типу скінченних різниць або скінченних елементів.

Список використаних джерел

1. Chudinovich, I. Yu. The boundary equation method in the third initial boundary value problem of the theory of elasticity. 1. Existence theorems [Text] / Chudinovich I. Yu. // Math. Methods Appl. Sci. – 1993. – P. 203-215.
2. Чудинович, И. Ю. К решению граничных уравнений в задачах дифракции упругих волн на пространственных трещинах [Текст] / И. Ю. Чудинович // Дифференциальные уравнения. 1993. – № 29. – С. 1648-1651.
3. Гассан, Ю. С. Граничні рівняння в задачах динаміки тонких пружних пластин, що послаблені тріщинами [Текст] / Ю. С. Гассан // Вісник Київського ун-ту. Сер. Фізико-математичні науки. – 2000. – № 3. – С. 105-114.

ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ КАВІТАЦІЙНИХ РОЗЧИНІВ ПРОТЯГОМ ЧАСУ

CHANGING THE PROPERTIES OF CAVITATION SOLUTIONS IN TIME

Зміна фізико-хімічних властивостей рідин під дією кавітаційної обробки, відома в літературі як "активація", використовується у багатьох галузях промисловості для інтенсифікації тепломасообмінних, фізико-хімічних та абсорбційних процесів. Існує достатньо відомих теорій і експериментів, присвячених акустичній, ультразвуковій та гідродинамічній кавітації.

Експериментально доведено, що при ударному навантаженні на водні розчини істотно змінюються фізико-хімічні та хімічні властивості води. У першу чергу істотно змінюється концентрація H^+ і OH^- , але при цьому не відбувається утворення продуктів рекомбінації. Пульсації резонансних бульбашок, які відбуваються з великою амплітудою у певних умовах, і руйнування кавітаційних порожнин можуть привести до фізико-хімічних і хімічних ефектів. У ряді експериментальних даних показано, що під впливом ефектів гідродинамічного кавітаційного поля у воді утворюються гідроксильні радикали, які з часом рекомбінують з утворенням пероксиду водню або молекул води. Разом з тим існує ряд питань, пов'язаних з

механізмом і кінетичними закономірностями хімічних перетворень у кожному окремому випадку під впливом фізичних ефектів, що виникають у воді при гідродинамічній кавітації, розгляд яких може бути цікавим як у теоретичному, так і в практичному плані.

У процесі активації води важливим моментом є час, при якому вода буде зберігати свої нові властивості. З цією метою були проведені дослідження за часом збереження властивостей води в так званому «метастабільному» стані. Для цього вимірювали pH води, ЕВМ, ОВП, концентрацію радикалів гідроксилу до кавітації, після та через різні інтервали часу.

У результаті досліджень виконано якісне порівняння отриманих результатів активованої води в гідродинамічному кавітаційному реакторі зі звичайною водою. Було встановлено, що після активації водних розчинів метастабільний стан може спостерігатися ще від 10 до 30 годин, що є важливим фактором з точки зору її подальшого використання у різних технологічних процесах.

УДК 666.946

*О. В. Костиркін, М. Ю. Іващенко,
Г. М. Шабанова, А. М. Корогодська*

**РОЗРОБЛЕННЯ НОВІТНІХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА БАЗІ
ЧОТИРИКОМПОНЕНТНОЇ СИСТЕМИ $BaO-CoO-Fe_2O_3-Al_2O_3$ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

*O. V. Kostyrkin, M. Y. Ivashchenko,
G. N. Shabanova, A. N. Korohodska*

**DEVELOPMENT OF THE NEWEST COMPOSITE MATERIALS BASED ON THE
FOUR-COMPONENT $BaO-CoO-Fe_2O_3-Al_2O_3$ SYSTEM FOR PROTECTION AGAINST
ELECTROMAGNETIC RADIATION**

Використання людством електрики у виробництві та побуті викликає утворення підвищеного електромагнітного фону в навколишньому середовищі, який створює загрозу здоров'ю людини та довкіллю. Тому розроблення нових ефективних матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання стає дедалі актуальнішим.

Для розроблення нових видів композиційних матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання нами було досліджено чотирикомпонентну систему $BaO-CoO-Fe_2O_3-Al_2O_3$, що має у своєму складі такі хімічні елементи, як Ba, Fe, Co, Al, сполуки яких дозволяють отримати композиції із захисними властивостями і при цьому мають необхідні в'язучі властивості. Проведено термодина-

мічний аналіз трикомпонентних систем, що входять у досліджувану чотирикомпонентну систему і чотирикомпонентної системи $BaO-CoO-Fe_2O_3-Al_2O_3$. Зроблено оцінку температур і складів евтектик для бінарних і потрійних перерізів досліджуваної чотирикомпонентної системи, а також трикомпонентних систем, що входять до її складу. Побудовано поверхні ліквідусу оптимальних перетинів даної системи.

Застосування отриманих результатів можливо в розробленні технології отримання спеціального цементу, який можна застосовувати як самостійний матеріал, так і як в'язуче при виготовленні спеціальних бетонів і матеріалів, що зберігають свої властивості при впливі високочастотних електромагнітних випромінювань.

УДК 666.965

Г. М. Шабанова, С. О. Кисельова

**ВПЛИВ ДОМІШКИ ВІДХОДУ ПОМОЛЬНИХ ТІЛ НА ФОРМУВАННЯ CSH – ФАЗ
У СИЛКАТНІЙ ЦЕГЛІ**

G. Shabanova, S. Kyselova

**THE INFLUENCE OF GRINDING BODIES WASTE ADDITIVES
ON THE FORMATION OF CSH-PHASES IN THE SAND - LIME BRICK**

Незважаючи на широкий асортимент сучасних стінових будівельних матеріалів

сілікатна цегла завдяки своїй відносній дешевизні, екологічності сировини та її

доступності не втрачає популярності. В Україні за 2016 р. вироблено 278 млн шт. умовної цегли (0,54 млн м³), що займає 7 % ринку стінових будівельних матеріалів.

Компонентами сировинної суміші для виготовлення силікатної цегли є повітряне вапно, кварцовий пісок і вода, між якими в гідротермальних умовах відбувається хімічна взаємодія з утворенням гідросилікатів кальцію, які часто називають CSH-фазами. Кристалічна будова CSH-фаз надає готовим виробам високих технічних якостей: міцності, стабільності розміру, стійкості до хімічного впливу.

Метою роботи було дослідити особливості процесів утворення CSH-фаз при варійованих режимах гідротермальної обробки вапняно-піщаної сировинної суміші з домішкою кремнеземистого відходу помольних тіл для шарових млинів.

У дослідженні використовувались сировинні матеріали: вапно (промисловий продукт); дрібнодисперсний відхід помольних тіл для кульових млинів,

основна фаза якого – β -кварц; пісок. Зразки силікатної цегли обробляли у лабораторному вертикальному автоклаві при варійованих тиску водяної пари, температурі й часі витримки. Готові зразки випробувались на міцність на стиск і досліджувалися методами XRD і DTA.

Встановлено, що як у вапняно-піщаних, так і у вапняно-кремнеземистих сумішах вже у ранні терміни гідротермальної обробки утворюються CSH-фази, кількість і ступінь кристалічності яких збільшується із зростанням тиску (температури) в автоклаві і часом витримки виробів під тиском. Усі зразки силікатної цегли з домішкою відходу помольних тіл мають більш високу міцність, ніж вапняно-піщані зразки. Це пояснюється високою хімічною активністю дрібнодисперсного кремнезему і прискоренням початку кристалізації CSH-фаз з низьким співвідношенням C / S, таких як CSH(B) і тоберморит з формуванням структури кристалічного зростка.

УДК 664.87:667.5.034

Л. А. Катковнікова

ПРО ШКОДУ ТА НЕБЕЗПЕКУ ХАРЧОВИХ ДОМІШОК

L. A. Katkovnikova

ABOUT DAMAGE AND FAILURE OF FOOD ADDITIVES

Смакові домішки можуть бути як натуральними продуктами, так і синтетичними речовинами. Деякі з них стандартизовані і в цьому разі вони включені до категорії харчових домішок.

Одними з найпопулярніших харчових домішок є прянощі. Ці речовини не мають поживної цінності, але при додаванні в їжу вони надають їй аромату та особливого смаку.

Виробники харчових продуктів активно використовують штучні домішки до їжі: барвники, ароматизатори,

консерванти, які не мають харчової цінності для людини, але збільшують термін придатності продуктів, роблять їх привабливішими та більш ароматними.

Але якщо в організмі людини зруйновані функції системи, яка нейтралізує ці штучні речовини, то їх накопичення призводить до того, що клітини руйнуються і накопичують зайву воду. А це в свою чергу призводить до великих набряків.

За даними дослідників кожна людина в середньому за рік з'їдає більше 5 кг

різних харчових домішок, кожна з яких має свою назву та номер і використовується як консервант чи підсилювач смаку.

Крім цього, в їжі міститься велика кількість різних “цидів” – пестицидів, фунгіцидів.

Харчові домішки яких слід уникати:

- барвники: 102, 104, 107, 110, 122-124, 127-129, 132, 133, 142, 151, 155, 166в;

- консерванти: 200-203, 210-213, 220-225, 228, 249-252, 280-283, 310-321;

- загущувачі: 407;

- підсилювачі запаху: 620-625, 627, 631, 635;

- штучні замінники цукру: 950-952; 954-957.

УДК 614.849

Б. К. Гармаш

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

В. Н. Harmash

FIRE SAFETY ON RAILWAY TRANSPORT

Аналіз статистичних даних свідчить про наявність випадків пожеж на підприємствах залізничного транспорту. Причиною підвищеного рівня пожежної небезпеки є зростання енергонасиченості та збільшення щільності транспортних комунікацій, підвищення рівнів температур і тиску в технологічному устаткуванні, використання нових видів полімерних матеріалів.

Тяжкість наслідків від пожеж значною мірою зумовлена недостатньою захищеністю об'єктів системами автоматичного протипожежного захисту та їх недостатньо кваліфікованим обслуговуванням. Причиною зростання кількості жертв і матеріальних збитків на пожежах стає те, що технічна оснащеність пожежної охорони значно відстає від сучасних вимог і недостатньо укомплектована засобами рятування людей та пожежогасіння.

Забезпечення ефективного протипожежного захисту об'єктів залізничного транспорту та безпеки людей під час пожеж сьогодні є актуальним не тільки з економічної точки зору, але і можливості виникнення соціальних та екологічних проблем.

Основними напрямками забезпечення системи пожежної безпеки на транспортних об'єктах має бути додержання та виконання вимог діючого законодавства, Закону України "Про залізничний транспорт", НАПБ В.01.010-97/510 «Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті» та усунення умов виникнення пожежі, а в разі її виникнення – мінімізації наслідків.

Отже, забезпечення пожежної безпеки об'єктів залізничного транспорту є складним соціально-економічним завданням, спрямованим на запобігання пожежам та ліквідацію пожеж у випадку їх виникнення з мінімальними наслідками.

УДК 613.644: 628.517

Д. С. Козодой, С. В. Нестеренко

**ЩОДО ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ ВІД ШУМУ НА ТЕРИТОРІЯХ,
ПРИЛЕГЛИХ ДО ПРОМИСЛОВИХ І КОМУНАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ**

D. Kozodoi, S. Nesterenko

**EVALUATION OF ECONOMIC LOSS OF NOISE
IN TERRITORIES OF INDUSTRIAL AND MUNICIPAL OBJECTS**

Життєдіяльність сучасної людини практично постійно відбувається в умовах шуму – одного з найбільш поширених факторів негативного впливу техногенного походження. Серед підприємств, розташованих у межах міста, найбільш гучними є підприємства з виробництва залізобетонних конструкцій та насосні станції різного призначення. Рівні на робочих місцях і на територіях цих виробництв складають 100 дБА і більше.

Шкідливий вплив шуму на організм людини встановлений наукою. Він дратує, уповільнює психічні реакції, порушує обмін речовин, викликає стомлення.

Як показує вітчизняна та зарубіжна практика, розроблення заходів щодо захисту від зовнішнього шуму пов'язано з необхідністю проведення спеціальних акустичних розрахунків. Такі розрахунки спрощуються при наявності даних про шумові режими в обстежуваних об'єктах. В

Україні не існує сьогодні прийнятних методик з розрахунку економічного збитку від впливу підвищених рівнів шуму на сельбищну зону.

Авторами проводяться дослідження у даному напрямі. Метою таких досліджень насамперед є:

- розробити теоретичну модель визначення розрахункового економічного збитку від шуму промислових і комунальних об'єктів на прилеглих територіях;

- розробити методику обчислення економічного збитку від шуму на територіях промислових підприємств, прилеглих до промислових і комунальних об'єктів – джерел підвищеного шумовипромінювання;

- визначити величини річного економічного збитку для типових містобудівних ситуацій взаємного розташування об'єкта шумовипромінювання та прилеглих до них промислових підприємств і територій житлової забудови.

УДК 656.073.436

О. М. Озар, Н. І. Єременко, Н. С. Бантюкова

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОЗПУСКУ СОСТАВІВ З ВАГОНАМИ,
ЗАВАНТАЖЕНИМИ ОКРЕМИМИ КАТЕГОРІЯМИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ**

O. Ohar, N. Yeremenko, N. Bantyukova

**STUDY MODE DISSILUTION TRAINS WITH WAGONS LOADED SOME
CATEGORIES OF DANGEROUS GOODS**

Питання забезпечення безпечного скочування відчепів при розпуску составів

достатньо актуальні для залізничного транспорту України. Серед вантажів, що

перевозяться, значна частка (понад 25 %) припадає на небезпечні вантажі, багато з яких мають у перевізних документах штампелі "З гірки не спускати" або "Спускати з гірки обережно". Це призводить до необхідності виконання на залізничних станціях додаткового обсягу маневрових робіт, що збільшує тривалість простою вагонів на станціях і терміни доставки вантажів.

З метою забезпечення безаварійної та безперебійної роботи транспорту основними нормативними документами встановлені умови, що регламентують виконання сортувальної роботи, зокрема визначено три режими розпуску: розпуск у вільному режимі, обережний спуск з гірки і режим пропуску вагонів через сортувальну гірку тільки з локомотивом методом «знімання» або «осаджування» без різких поштовхів і зупинок.

У даний час обмеження щодо розпуску із сортувальних гірок вагонів,

завантажених небезпечними вантажами, передбачені Правилами перевезень небезпечних вантажів. Із загального переліку небезпечних вантажів, що допущені до перевезення по залізницях, близько 15 % мають заборону на розпуск із сортувальних гірок.

Враховуючи хімічні властивості окремих категорій вантажів, їхні режими розпуску із сортувальної гірки можуть бути переглянуті.

Зарубіжний досвід експлуатації сортувальних гірок США, Канади і Європи показує, що автоматизація сортувального процесу і впровадження нового покоління систем управління дозволяє виконувати розпуск составів з вагонами, завантаженими небезпечними вантажами.

Отже, автоматизація процесу розпуску составів на сортувальних гірках України дасть можливість підвищити ефективність процесу переробки вагонів з небезпечними вантажами.

УДК 656.21

О. С. Пестременко-Скрипка

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ МИТНИХ ПРОЦЕДУР НА ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ УКРАЇНИ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

О. Pestremenko-Skripka

CONCEPT OF A SYSTEMATIC APPROACH TO STREAMLINE CUSTOMS PROCEDURES AT BORDER TRANSMISSION STATIONS OF UKRAINE FOR INTERNATIONAL FREIGHT TRAFFIC

У Стратегічному плані розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року зазначено, що необхідною умовою реформування залізничного транспорту є системний підхід, який базується на системному аналізі стану і тенденцій розвитку галузі.

В основі системного підходу лежить розкриття цілісності об'єкта як функціо-

нальної системи, виявлення різноманітних типів зв'язків між її складовими функціональними елементами і зведення їх в єдину теоретичну модель. Системний підхід спирається на об'єктивні закони діалектики і конкретизує їх прояв відносно відповідної функціональної системи.

Для вирішення питання про правомірність включення митного

контролю вантажів до складу загального комплексу організаційних і технологічних операцій у процесі експортно-імпоротної діяльності на прикордонних передавальних станціях розглядаються різні аспекти цієї діяльності; один з них – це діалектичний підхід, який довів, що митні процедури є складовою частиною загальної технології транспортної діяльності.

У роботі доведено необхідність розгляду комплексу організаційних і технологічних операцій у процесі

міжнародної транспортної діяльності на прикордонних передавальних станціях у вигляді загальної системи взаємозв'язків між перевізниками (P), контролюючими органами (K) та інфраструктурою (Z), що функціонує у межах трьох технологічних ліній: лінія обробки міжнародного вагонопотоку (V); лінія обробки перевізних документів (D); лінія інформаційного забезпечення функціонування прикордонних передавальних станцій (I).

УДК 656.512

Г. І. Шелехань

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ У НЕЧІТКИХ УМОВАХ

H. I. Shelekhan

DEVELOPMENT OF THE MODEL OF TRANSPORT SYSTEM FUNCTIONING IN FUZZY CONDITIONS

Сучасна тенденція скорочення витрат на утримання запасів на одиницю продукції, що випускається, зумовлює актуальність вирішення завдань оптимального управління потоками вантажів на транспорті як складової процесу виробництва.

Під транспортною системою мається на увазі сукупність, що складається із сортувальної, припортової вантажної станцій та морського порту, які функціонують у єдиному узгодженому режимі роботи з обробки вагонопотоків на мережі залізниць. При дослідженні процесу функціонування транспортної системи виникає необхідність її подано у вигляді орієнтованого графа $G=(V, D)$. Кожній дузі D буде поставлено у відповідність дві компоненти зв'язності. Значення першої компоненти є пропускною спроможністю кожного елемента системи, що визначає максимальну кількість вагонів, яка може бути пропущена по кожній дузі. Значення

другої компоненти позначає тривалість обробки вагонів по елементах системи та відповідає тривалості проходження по дузі.

Процесом розв'язання даної задачі є знаходження допустимого максимально можливого за обсягом вагонопотоку, що буде оброблений у системі за пріоритетною технологією, за мінімальний час проходження по системі.

Математична постановка цієї задачі має вигляд цільової функції із системою обмежень, що накладаються виходячи з величин, приписаних дугам пропускної спроможності кожної дуги та тривалості проходження по ній.

Доцільним є застосування такого способу задавання параметрів транспортної системи, який би наблизив подання орграфа до реальних умов роботи системи. Таким способом може бути нечіткий вигляд параметрів, зокрема найчастіше застосовувані на практиці нечіткі трикутні числа. Розв'язання даної задачі

пропонується проводити методом, заснованим на концепції порівняння

нечітких чисел із застосуванням функцій ранжування, або якісного упорядкування.

УДК 005:656.072

І. В. Берестов, Ю. О. Пономаренко

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

V. V. Berestov, Yu. O. Ponomarenko

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF LOCAL WORK OF THE POLLING STATION IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF INFORMATIZATION

Стан виробничо-технічної бази залізничного транспорту України і технологічний рівень організації перевезень за багатьма параметрами не відповідають зростаючим потребам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг, перешкоджають підвищенню ефективності функціонування галузі і потребують подальшого реформування.

Використання застарілих АСУ та електронного документообігу на залізничному транспорті не забезпечують централізованого диспетчерського управління об'єктами автоматики на станціях, а також автоматизування і максимального спрощення операцій по керуванню рухом поїздів, зменшення навантаження на поїзних диспетчерів, забезпечення доступу через локальну та глобальну мережі МСДЦ «КАСКАД». Автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера (АРМ ДНЦ) у складі МСДЦ «КАСКАД» забезпечує лише контроль та управління перевізним процесом на основі інформації, отриманої від пристроїв СЦБ.

Застосовувані економіко-математичні моделі не враховують особливості

планування навантаження та відправлення вагонів і вантажів, зокрема стохастичну природу вихідної інформації. Це може приводити до зниження адекватності моделей фактичного процесу перевезення, зменшення обґрунтованості керівних рішень, що приймаються.

Модель прогнозування місячного обсягу перевезень вантажу k -го виду, що перевозиться i -м оператором перевезень, може будуватися таким чином, щоб сумарні експлуатаційні витрати, пов'язані з обслуговуванням вантажовласників, були мінімальними.

Сформульована модель є багагопродуктовою моделлю транспортного типу з додатковими обмеженнями. У ситуації планування допустимого обсягу перевезень вантажів з урахуванням оптимального розподілу вантажовідправників до операторів перевезень виникає завдання великої розмірності.

Необхідне створення системи саморегулювання на залізничному транспорті з диференціацією за бізнес-нішами, яка може вирішити проблеми операторів.

УДК 005:656.072

І. В. Берестов, Ю. А. Загрибельна

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ПОРТОВОЇ СТАНЦІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

V. V. Berestov, Yu. A. Zaribelna

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF LOCAL WORK OF THE PORT STATION IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF INFORMATIZATION

Найважливішим резервом покращення експлуатаційної роботи залізниць і морського транспорту є взаємодія у роботі між портовими станціями і портами на основі Єдиного технологічного процесу роботи Одеського вузла (ЕТПРВ).

Станція О є тупиковою вантажною портовою станцією. За обсягами вантажної роботи станція віднесена до позакласної. Основне її призначення – переробка експортно-імпортних, транзитних і господарських вантажів. Крім того, станція обслуговує 9 під'їзних колій.

ЕТПРВ повинен передбачати ритмічну роботу на основі взаємної інформації та єдиної системи планування, контролю та аналізу роботи.

Колійний розвиток станції характеризується послідовним розташуванням парків. Станційний парк складається із 10 колій. Бакалійний парк – 5 колій. Пролетарський парк – 6 колій. Газовий парк – 11 колій.

Аналіз сучасного колійного розвитку Газового парку станції О наведено на рисунку.

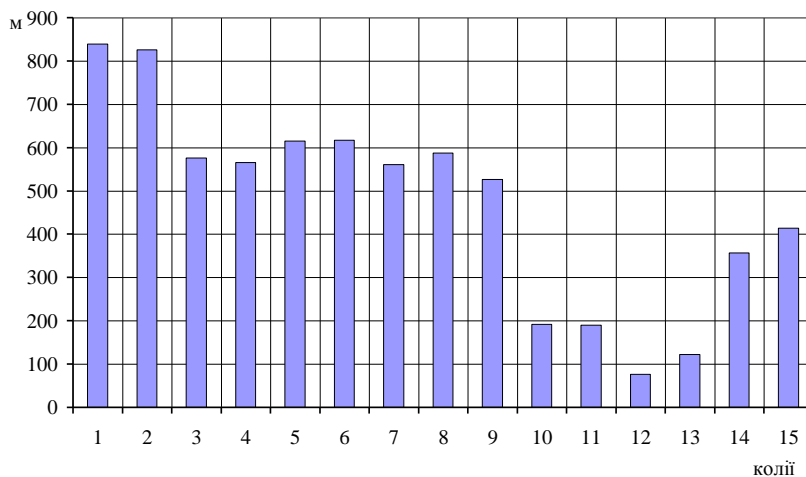


Рис. Аналіз сучасного колійного розвитку Газового парку станції О

Виходячи із максимально наведених показників графіка вантажної і маневрової роботи станції О за добу 29-30.01.2017 р.

потрібна кількість колій Газового парку склала 4 колії при умові рівномірного надходження вагонів.

В. В. Кулешов, Д. С. Жуков

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ
ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПАРКОМ ВЛАСНИХ ВАГОНІВ**

V. V. Kuleshov, D. S. Zhukov

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE CARGO STATION DURING
THE CARRIAGE OF ITS OWN CAR FLEET**

З початку 2003 р. в Україні намітилася тенденція до зростання кількості власних вагонів. Транспортний ринок операторських компаній-власників рухомого складу (ОК) різної форми власності в Україні розвивається.

Вагонний парк операторських компаній України станом на березень 2018 р. складає близько 41 тис. вагонів. Інвентарний парк – 5,2 тис. вагонів. Приватний парк на балансі регіональних філій – 13,7 тис.

вагонів. Приватний парк на балансі вагонних компаній ПАТ «Укрзалізниця» – 99,3 тис.вагонів, у т. ч. під управлінням ЦТЛ – 75,8 тис. вагонів; не під управлінням ЦТЛ – 9,8 тис. вагонів. Всього вагонів ПАТ «Укрзалізниця» (інвент + приватні) – 104,5 тис. вагонів.

Аналіз стану рухомого складу державних вагонних компаній з ознакою ЦТЛ станом на 11.03.2018 р. наведений на рисунку.

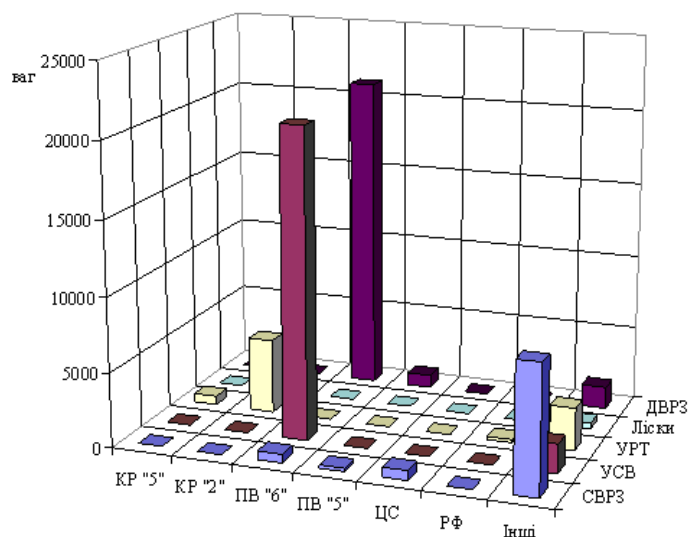


Рис. Аналіз стану рухомого складу державних вагонних компаній з ознакою ЦТЛ станом на 11.03.2018 р.

Стан інфраструктурного комплексу не відповідає повною мірою сучасним вимогам. Поділ інфраструктури і перевезень вимагає організаційних перетворень, які

повинні одержати наукове обґрунтування. Недоліки управління парком вантажних вагонів негативно впливають на стан інфраструктури.

УДК 005:656.072

В. В. Кулешов, Н. О. Зачепило, Д. М. Карачевцева

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ
В УМОВАХ РОЗВИТКУ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ**

V. V. Kuleshov, N. O. Zachchepil, D. M. Karachevtseva

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF LOCAL WORK OF THE CARGO STATION
IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF INFORMATIZATION**

Стратегія зростання ЄС до 2020 року націлена на задоволення попиту в умовах підвищення мобільності парків, збереження і залучення нових обсягів перевезень, забезпечення безпеки елементів транспортної інфраструктури, необхідності переходу на «зелені» види транспорту (з автомобільного транспорту на залізничний).

На залізничній мережі нашої країни функціонує 1521 станція, з яких 245 вантажних, 26 сортувальних, 18 пасажирських, 85 дільничних і 1143 проміжних. Більш ніж 1100 станцій мережі відкриті для виконання вантажних операцій (див. рисунок).

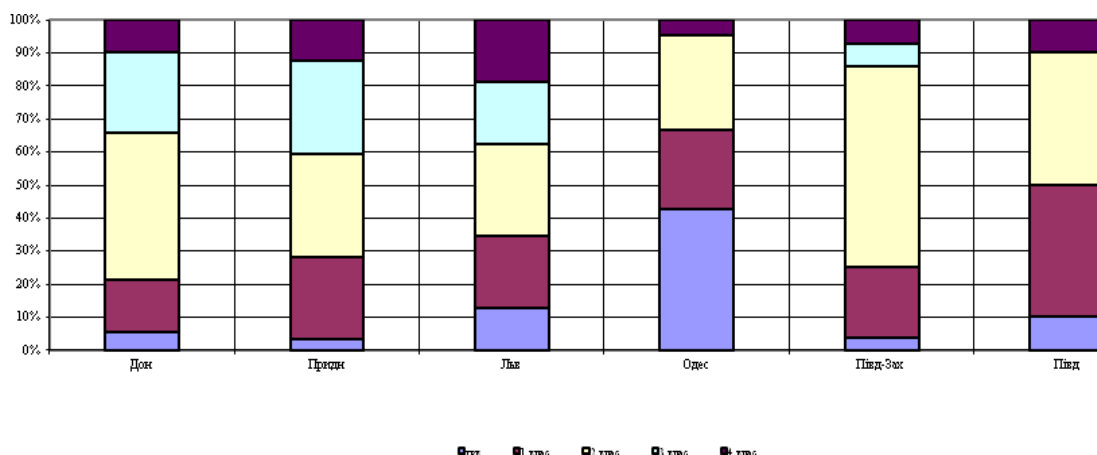


Рис. Структурна діаграма розподілу станцій мережі за типами станцій та обсягами роботи

Модель розвезення місцевих вагонів передаточним локомотивом у залізничному вузлі М на вантажні станції (подавання-забирання маневровим локомотивом місцевих вагонів на вантажній станції) враховує технологію роботи із вагонами різних власників, тип вагонів (універсальні,

спеціалізовані) і собівартість вагоно-годин, локомотиво-годин, локомотиво-кілометрів та ін. Оптимальний варіант черговості розвезення вагонів або подавання-забирання на вантажній станції визначається за мінімумом експлуатаційних витрат.

УДК 005:656.072

*В. В. Кулешов, Т. А. Дяченко,
А. С. Черній, М. В. Павліон*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

*V. V. Kuleshov, T. A. Diachenko,
A. S. Chernyi, M. V. Pavlyon*

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF LOCAL WORK OF THE SORTING STATION IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF INFORMATIZATION

Нераціональний перерозподіл маневрової і сортувальної роботи між основними станціями у залізничних вузлах при формуванні передаточних та інших категорій поїздів також суттєво впливає на ефективність використання інфраструктури залізниць України.

Одним з основних завдань реформування залізничного транспорту залишається мінімізація експлуатаційних витрат. Розглянемо у залізничній станції варіантну технологію перевезень на ланцюгах «вхідні дільниці – сортувальна станція – вантажна станція – вантажні пункти» та навпаки «вантажні пункти – вантажна станція – сортувальна станція – вихідні дільниці».

Запропоновано модель стохастичного програмування з цільовою функцією організації маршруту із вагонів парку різних власників (ЦТЛ та ОК) на умовах використання сумісного плану формування і жорсткого графіка руху поїздів. Розрахунки цільової функції мають

відповідні обмеження: за кількістю колій, маневрових локомотивів, вагонів, масою поїздів, місткістю вантажних пунктів.

Аналіз використання елементів інфраструктури станції та під'їзних колій показав, що динаміка зміни обсягів загального навантаження по станції свідчить про їх погіршення; це пов'язано з недостатньо ефективною роботою по виконанню поїзних і маневрових пересувань.

Модель розвезення місцевих вагонів передаточним локомотивом у залізничному вузлі на вантажні станції при міжнародних перевезеннях власним рухомим складом, побудована на принципах ресурсозбереження перевізних ресурсів, дозволить знизити експлуатаційні витрати.

Оптимальна послідовність перевезень передаточним або маневровим локомотивом вагонів на станції дозволяє скоротити простої місцевих вагонів на вантажних станціях, знизити експлуатаційні витрати.

УДК 005:656.072

В. В. Кулешов, А. О. Горбач, С. Г. Прытула

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИКОРДОННОЇ СТАНЦІЇ В УМОВАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

V. V. Kuleshov, A. O. Gorbach, S. G. Prytula

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE BORDER STATION OPERATION IN THE CONDITIONS OF INFORMATIZATION

В Україні налічується 25 діючих прикордонних передавальних станцій (ППС) для передавання вантажів у міждержавному сполученні, із них 15 пунктів пропуску суміщено із пунктами контролю, а 10 пунктів контролю розташовано на віддалених від державних кордонів передавальних станціях.

В Україні ППС, що здійснюють операції у взаємодії з митною, прикордонною та іншими державними контролюючими службами, можуть бути організовані на базі найближчої до кордону технічної (дільничної або сортувальної) станції при використанні технологічних заходів, що забезпечують збереження вантажів і рухомого складу на ділянці між станцією і державним кордоном. На кордоні із Російською Федерацією діють дві ППС Південної залізниці: дільнична станція із паралельним розташуванням парків Харків-Сорт. та сортувальна станція двостороннього типу – Куп'янськ-Сорт.

За 2016 рік на ППС Південної залізниці ПАТ «Укрзалізниця» було затримано 32483 вагони. У порівнянні з 2015 роком даний показник збільшився на

5643 вагони, отже, збільшення на 21 % (2015 р. – 26840 ваг.). Середньодобовий простій затриманих вагонів склав 1,8 доби (2015 р. – 1,88 доби). У загальній кількості затриманих вагонів вагони з імпорнтними вантажами становлять 40 %, із транзитними – 32 %, з експортними – 28 %.

Можливо виділити три варіанти взаємодії структурних підрозділів залізничних адміністрацій (ЗА), операторських компаній-власників рухомого складу (ОК), вантажовласників і державних органів прикордонного, митного, санітарно-епідеміологічного, екологічного, ветеринарного та фітосанітарного контролю на ППС.

Впровадження запропонованої моделі ефективного використання інфраструктури прикордонних передавальних станцій дозволяє знизити втрати на стиках між залізницями; покращити показники експлуатації парків вагонів залізниць та операторів перевезень, поїзних і маневрових локомотивів, ємності колійного розвитку станцій; скоротити витрати на перевезення вантажів і прискорити їх доставку.

УДК 005:656.072

В. В. Кулешов, К. А. Атаєв, В. С. Шаповал

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРНОЇ СИСТЕМИ
ПРИКОРДОННОГО ВУЗЛА В УМОВАХ ЗМІНИ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

V. V. Kuleshov, K. A. Ataev, V. S. Shapoval

**INCREASING THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORT SYSTEM
OF THE FRONTIER NODE IN CONDITIONS OF CHANGE OF VOLUMES OF
TRANSPORTATIONS**

На ряді міждержавних стикових пунктів України існують труднощі із просуванням вагонопотоків. Основними причинами є скорочення промислового виробництва і зменшення транзитних вагонопотоків.

24 % навантаження Південної залізниці за липень 2016 р. виконано у вагони в інвентарного парку, 76 % – у вагонах власного парку. Південною залізницею за липень 2014 р. вивантажено 19,9 % вагонів інвентарного парку, 80,1 % власного парку. Оборот вагонів інвентарного парку становить 10,57 доби, а власного парку – 3,49 доби.

Залізничні вузли є важливою складовою залізничної мережі, що активно взаємодіє з користувачами залізничних послуг. У прикордонному залізничному вузлі Х розташовані станції: сортувальна О, дільнична передавальна Х-С, вантажні та проміжні станції.

Запропоновано функціональну модель діяльності прикордонної передавальної станції (при постійних витратах підрозділів інших підприємств).

У результаті вирішення завдання одержуємо набір стратегій розвезення місцевих вагонів з прикордонної передавальної станції Х-С. За безумовно оптимальний вибирається варіант на останньому кроці при мінімальних експлуатаційних витрат.

Варіант послідовності перевезень прикордонної передавальної станції Х-С передавальним локомотивом на проміжні станції залізничного вузла Х такий: 1 – Д, 2 – НБ, 3 – З.

Резервом подальшого нарощування обсягів перевезень, поліпшення якісних показників роботи залізничного транспорту є підвищення ефективності транспортної системи прикордонного залізничного вузла в умовах зміни обсягів перевезень.

В. В. Кулешов, В. Л. Жилкін

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СТАНЦІЇ
ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇЇ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ**

V. V. Kuleshov, V. L. Zhilkin

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE STATION'S SORTING PROCESS BY
IMPROVING ITS STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS**

Проблеми підвищення ефективності роботи інфраструктури залізниць України є об'єктивними факторами поточного стану галузі, які суттєво ускладнюють створення і впровадження нових технічних і технологічних рішень. До цих чинників можна віднести відсутність підтримки інноваційного розвитку залізниць України з боку держави, нестабільність і постійне зростання цін на енергоносії, ступінь зносу основних фондів інфраструктури залізниць України, що в даний час перевищує 70 %.

Розподіл інтервалів надходження поїздопотоків на сортувальну станцію Н на кожному одноколіїному підході описується нормальним законом з від'ємним ексцесом і середньоквадратичним відхиленням $\sigma \geq 6$; на двоколіїних підходах спостерігається ерланговий закон розподілу з додатною асимптотою і коефіцієнтом варіації від 0,45 до 0,65. Суперпозиція вхідних потоків для станції може бути апроксимована узагальненим законом Ерланга з коефіцієнтом варіації від 0,74 до 0,86.

Виконано розрахунки кількості колій у парках приймання, сортувальному, відправлення для сортувальної станції Н, за

рекомендованими емпіричними залежностями.

Необхідно раціоналізувати процес розвитку маневрових районів на станціях з інтенсивною роботою при створенні умов застосування сучасної гіркової технології на основі механізації та автоматизації гіркових технологічних операцій. У цих умовах колійного розвитку таких районів, де вагони сортуються на чотирьох і більше коліях, необхідно проектувати парки і горловини, що не передбачають приймання-відправлення поїздів на дані колії.

Застосування механізованих або автоматизованих гіркових сортувальних пристроїв у працюючих маневрових районах із надмірно довгими горловинами (із звичайними стрілочними переводами марки 1/9 замість симетричних з марками 1/6) вимагає виділення двох маневрових районів і спорудження двох сортувальних пристроїв.

Розробка типових альбомів ГАЦ і АРС для гірок малої потужності буде сприяти механізації та автоматизації процесу сортування вагонів на багатьох станціях залізничної мережі України.

**КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ ЗА КРИТЕРІЄМ
МАТЕРІАЛЬНОГО ЗБИТКУ**

J. Smachilo

**CLASSIFICATION OF TRANSPORT EVENTS BY CRITERIA
OF MATERIAL DAMAGE**

Будь-яка транспортна подія на залізницях України невід'ємно пов'язана із фінансовими збитками на усунення наслідків від неї. Після проведення аналізу існуючих способів класифікації транспортних подій можна резюмувати, що найбільш сучасною є класифікація транспортних подій за критерієм матеріальних збитків.

Класифікацію транспортних подій за критерієм матеріальних збитків доцільно проводити за принципом «найближчого сусіда».

Вихідними даними для проведення кластерного аналізу є дані про середні збитки від транспортних подій. Оскільки ці дані відсутні, то величину збитків встановлено експертним шляхом, спираючись на щорічні звіти, подані ПАТ «Укрзалізниця». За розрахунковий період обрано 2007 рік, через наявність катастроф і аварій, та 2013 і 2014 роки з останніми наявними щорічними звітами.

На основі даних про середні збитки будеться розрахункова матриця відстаней для об'єктів транспортних подій. Визначається найменша відстань між

об'єктами, ці об'єкти поєднуються і виходячи з цього формується новий кластер. Після цього формується нова матриця відстаней, яка в свою чергу скорочена на один об'єкт. Кластеризація продовжується і в результаті проведення останнього кроку кластеризації всі об'єкти поєднуються в один кластер. Оскільки поєднання всіх об'єктів не є нашою метою, найоптимальнішою вважається кількість кластерів, яка дорівнює різниці кількості спостережень і кількості кроків, після яких відстань об'єднання зростає стрибкоподібно.

Найкращим варіантом є розподілення транспортних подій за критерієм матеріального збитку на три кластери. Це підтверджується також практикою, яка склалася відносно розподілення транспортних подій за тяжкістю їх наслідків на катастрофи, аварії та інциденти.

Однак такий підхід має і свої недоліки, а саме наявність повної і достовірної інформації про матеріальні збитки, які були спричинені транспортними подіями.

М. Ю. Куценко, М. С. Яцунь, В. О. Іващенко

**ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО
ЗОРУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГРАВІТАЦІЙНО-ПРИЦІЛЬНОГО
ГАЛЬМУВАННЯ ВІДЧЕПІВ**

M. Kutsenko, M. Yatsun, V. Ivashchenko

**THE SUBSTANTIATION OF THE INTEGRITY OF INTEGRATION
OF COMPUTER VISION WHEN USING A GRAVITATIONAL-SPECIFIC BRAKING
OF CUT OF CARS**

Відомо, що для можливості реалізації технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів необхідний сортувальний пристрій зі спеціальною конструкцією плану і профілю. На відміну від відомих підходів щодо підвищення ефективності процесу розформування составів даний підхід суттєво спрощує технологію регулювання швидкості скочування відчепів, вимагає автоматизації їх гальмування тільки на парковій гальмовій позиції та дозволяє зменшити вплив «людського» фактора.

Технологія гравітаційно-прицільного гальмування відчепів може бути реалізована шляхом застосування сортувального пристрою зі спеціальною конструкцією плану і профілю. Особливістю такої конструкції є розміщення частини або всієї стрілочної зони (СЗ) разом із початком сортувальних колії (до паркової гальмової позиції (ППП)) на підйомі. Решта елементів на дільниці від

вершини гірки (ВГ) до розрахункової точки (РТ) розташовується на спуску.

Доведено ефективність застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів у комплексі із системою комп'ютерного зору. Виявлено, що для максимально ефективного функціонування системи використання лише одного методу Хорна-Шанке недостатньо, тому рекомендовано застосовувати синтез методів для досягнення ефекту синергії.

За результатами імітаційного моделювання сортувального процесу на прикладі Південної сортувальної гірки станції Основа (Південна залізниця) були отримані результати, які підтверджують економічну доцільність впровадження системи комп'ютерного зору разом із застосуванням технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів. При цьому на 5-й рік експлуатації гірки економічний ефект із наростаючим підсумком становитиме 18046,958 тис. грн.

УДК 656. 212. 5

М. Ю. Куценко, І. А. Мастолю, Я. О. Дівлетов

**ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО
ЗОРУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІНТЕРВАЛЬНО-ПРИЦІЛЬНОГО
ГАЛЬМУВАННЯ ВІДЧЕПІВ**

М. Kutsenko, I. Mastilo, Y. Divletov

**THE SUBSTANTIATION OF THE INTEGRITY OF INTEGRATION OF COMPUTER
VISION WHEN USING A INTERVAL-SPECIFIC BRAKING OF CUT OF CARS**

Сьогодні існує гостра необхідність перегляду існуючих конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок України та аналіз можливості застосування систем автоматизації сортувального процесу.

Авторами була отримана цільова функція для пошуку раціональних конструктивних параметрів будь-якої сортувальної гірки, на якій застосовується технологія інтервально-прицільного гальмування відчепів. Для вирішення поставленого завдання був запропонований метод множників Лагранжа, доповнений умовами, що витікають з теорії двоїстості. Аналіз результатів дозволив зробити висновки щодо відповідності отриманих варіантів поздовжнього профілю (рисунок) вимогам безпеки та безперебійності сортувального процесу.

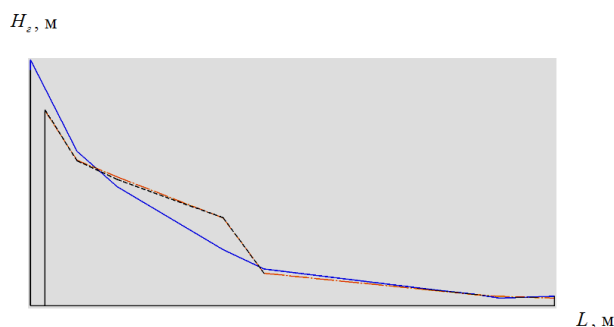


Рис. Базис (суцільна лінія) та профілі, рекомендовані при використанні уповільнювачів РНЗ-2 (пунктирна лінія) та ЗВУ-07 (штрихова лінія) Південної сортувальної гірки станції Основа

Доведено ефективність застосування технології інтервально-прицільного гальмування відчепів у комплексі із системою комп'ютерного зору. При цьому на 10-й рік експлуатації гірки економічний ефект із наростаючим підсумком становитиме 32665,57 тис. грн.

УДК 656. 212. 5

М. Ю. Куценко, О. В. Кубай, С. Р. Шипілова

**ПРИСТРОЇ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ВІДЧЕПІВ:
ВЧОРА, СЬОГОДНІ, ЗАВТРА**

М. Kutsenko, O. Kubay, S. Shipilova

**DEVICES TO REGULATE THE SPEED OF MOVEMENT OF THE CUT OF CARS:
YESTERDAY, TODAY, TOMORROW**

Багаторічна науково-дослідна робота, яка проводилась у СНД і за його межами,

по створенню технічних засобів регулювання швидкості руху відчепів на

сортувальних пристроях привела до створення багатьох конструкцій гальмових і прискорювально-гальмових засобів. Більшість з них використовуються або пропонуються до використання на вітчизняних і зарубіжних сортувальних гірках.

Слід відмітити те, що більшість вагонних уповільнювачів, які зараз експлуатуються на сортувальних гірках України, були розроблені декілька десятиріч тому і до теперішнього часу фізично і морально застаріли. Їх відрізняє також підвищене енергоспоживання і трудомісткість в обслуговуванні.

З урахуванням цих обставин перед вченими галузі було поставлено завдання розробити нове покоління уповільнювачів, що відповідали б сучасним експлуатаційно-технічним вимогам. У першу чергу це висока надійність та економічність у витратах енергоресурсів, невелика металоємність (не більше 25 т у розрахунку на одиницю гальмівної потужності), невелика глибина закладання від рівня

головки рейок (не більше 1 м на спускній частині гірки і 0,6 м – на підгіркових коліях), низька трудомісткість обслуговування (не більше 120 люд/міс для гіркових і 80 люд/міс для паркових уповільнювачів у розрахунку на 1 м погашеної енергетичної висоти). Особливо високі вимоги висуваються до швидкодії уповільнювачів при вигальмовуванні вагонних відцепів, а отже, швидкості їх зіткнення у підгірковому парку і збереженості вантажів. Для дотримання нормативних вимог ПТЕ цей час не повинен перевищувати 0,8 с для гіркових і 0,6 с для паркових гальмівних пристроїв.

У роботі розглянуто конструкції вагонних уповільнювачів, які на сьогодні є найбільш поширеними на сортувальних гірках України, а також тих, які мають у перспективі їх замінити. Крім того, були виявлені найбільш суттєві недоліки уповільнювачів старого зразка та переваги уповільнювачів нового покоління.

УДК 656. 212. 5

М. Ю. Куценко, Г. В. Пахар, О. М. Даниленко

РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА ВИПРЯМЛЕННЯ ТРАСИ ЗАЛІЗНИЦЬ ДЛЯ ВВЕДЕННЯ ШВИДКІСНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО РУХУ

M. Kutsenko, G. Pakhar, O. Danilenko

RECONSTRUCTION AND RECONCILIATION OF RAILWAY TRACES FOR INTRODUCTION OF SPEED PASSENGER MOVEMENT

Складні ділянки плану при реконструкції пропонується розглядати в складі єдиного модуля, до якого включають близько розташовані суміжні криві. Всі зміни відбуваються у межах модуля, не виходячи за його межі.

Покращення характеристик плану в межах модуля можна домогтися шляхом зміщення вершини кута (ВК) по тангенсах або бісектрисах, при цьому зменшуються

величини кутів повороту і збільшуються відстані між суміжними ВК, що дозволяє застосувати необхідний радіус. Величини зміщення ВК доцільно знаходити методами прямого рішення, повного перебору із заданим кроком, статистичних випробувань (метод Монте-Карло). Найбільш ефективним способом реконструкції модулів є виключення ВК або модернізація траси за рахунок її випрямлення на значній довжині.

Для модуля, який складається із двох суміжних кривих, встановлена лінійна залежність між радіусами, що дозволяє варіювати їх величинами.

Величини зміщення осі колії, одержані в результаті реконструкції, точно знаходяться на основі аналітичної моделі плану, яка визначає на ділянці великої довжини положення осі колії у плані в системі прямокутних координат.

На попередній стадії ефективність випрямлення траси на значній довжині

пропонується оцінювати за таким показником, як питома протяжність ділянок реконструкції існуючої лінії. Остаточне рішення повинно прийматися за критерієм сумарних наведених витрат.

Запропоновані підходи до реконструкції та модернізації плану траси відкривають можливість прийняття раціональних рішень при введенні швидкісного руху на існуючих залізницях.

УДК 656. 212. 5

М. Ю. Куценко, О. С. Борисюк, Д. А. Бабій

СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОСТОРОННІХ І ДВОСТОРОННІХ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ПРИ ЗМІНІ ОБСЯГІВ ПЕРЕРОБКИ ВАГОНІВ

M. Kutsenko, O. Borisyuk, D. Babiy

SCOPE OF APPLICATION OF UNILATERAL AND BILATERAL SORTING STATIONS AFTER CHANGE OF WAGONS PROCESSING SIZES

Фактори, що впливають на вибір типу сортувальної станції (одностороння або двостороння), можуть бути умовно розділені на об'єктивні, які визначаються завданням на проектування і параметрами наявної станційної площадки, і суб'єктивні, що залежать значною мірою від автора проекту. До останніх відносяться взаємне розташування парків, конструкції горловин парків, колійний розвиток і технічне оснащення гірки, спосіб передачі кутових вагонів, розміщення локомотивного господарства.

Отримані результати показали, що при зростаючих обсягах переробки вагонів термін економічної доцільності переходу від односторонньої сортувальної станції до двосторонньої настає при досягненні певного обсягу переробки, який залежить в основному від темпу зростання вагонопотоку з переробкою, величини составів поїздів з переробкою і коливається від 3800 до 6800 вагонів на добу.

Якщо обсяги переробки постійно знижуються, необхідність консервації однієї сортувальної системи і переходу від двосторонньої до односторонньої схеми настає у той момент, коли весь обсяг переробки вагонів може бути освоєний в одній сортувальній системі.

При спаді обсягів переробки вагонів протягом розрахункового періоду до 50 % з їх подальшим зростанням до початкової величини двосторонні сортувальні станції, як правило, слід експлуатувати в незмінному вигляді без консервації колій.

Використання досягнутих результатів дозволить проектним організаціям більш кваліфіковано з мінімальною витратою часу і коштів визначати економічно обгрунтовану програму розвитку або реконструкції конкретних сортувальних станцій і визначати за етапами розміри інвестицій на весь розрахунковий період.

УДК 656. 212. 5

М. Ю. Куценко, А. С. Котюк, М. В. Сабініна

ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ПРОМІЖНИХ РОЗДІЛЬНИХ ПУНКТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ ДО 200 КМ/ГОД

М. Kutsenko, A. Kotyuk, M. Sabinina

RE-EQUIPMENT OF INTERMEDIATE SEPARATE ITEMS FOR HIGHER RATE OF TRAIN UP TO 200 KM/H

Обсяги робіт, що виконуються на роздільних пунктах при підготовці їх до швидкісного руху, залежать від безлічі факторів, основними з яких є план головних колій на підходах і в межах роздільного пункту, кількість приймально-відправних колій, розташування пасажирських пристроїв та інші.

При перебудові роздільних пунктів основний обсяг робіт припадає на головні колії. Тому при обґрунтуванні доцільності реконструкції роздільних пунктів при підготовці залізничних ліній до швидкісного руху пасажирських поїздів необхідно враховувати експлуатаційні витрати, викликані наданням «вікон» для виконання колійних робіт по перебудові проміжних роздільних пунктів. Для визначення тривалості затримок вантажних поїздів у період надання «вікон» доцільно використовувати імітаційну модель пропуску поїздів по залізничній ділянці в цей період.

Аналіз результатів моделювання показав, що при наданні «вікон» для виконання робіт з реконструкції роздільних пунктів затримки вантажних поїздів істотно зростають. Тому витрати, пов'язані з наданням «вікон», особливо при великих розмірах руху, роблять значний вплив на доцільність перебудови роздільних пунктів і відкладають термін окупності витрат на кілька років.

Запропонована методика техніко-економічного обґрунтування дозволяє визначити раціональний рівень максимальної швидкості пропуску пасажирських поїздів через кожен окремих пункт. У порівнянні з масштабним проектуванням вона дозволить багаторазово скоротити витрати часу і коштів при досить точному визначенні доцільності перебудови як окремого роздільного пункту, так і лінії в цілому, а також обрати черговість підготовки ліній до швидкісного руху.

УДК 656.2.022.846

О. М. Павленко, Л. В. Мойсеєнко, В. Ю. Чапкайло

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗВ'ЯЗОК ПІДХОДІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА ДЛЯ УМОВ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ

O. Pavlenko, L. Moiseenko, V. Chapkailo

OPTIMIZATION OF RAILWAY JUNCTION CONSTRUCTION IN CONDITIONS OF HIGH-SPEED TRAFFIC

Оптимізаційним розрахункам щодо визначення конструктивних параметрів

колієпровідних розв'язок увага значно не приділяється.

Для визначення оптимальних конструктивних параметрів розв'язок колій

у залізничному вузлі сформовано математичну модель оптимізації.

$$L_i^{mp} \{ \gamma_j; R_k; \alpha_{N_m} \} = \sum_{n_1=1}^{P_1} l_{n_1}^{np} + \sum_{n_2=1}^{P_2} l_{n_2}^{kp} + \sum_{n_3=1}^{P_3} l_{n_3}^{cn} \rightarrow \min,$$

де L_i^{mp} – сумарна довжина колій у розв'язці в плані (довжина траси) для i -го варіанта, м; γ_j – кут перехрещення ліній (кут перехрещення колій у розв'язці) на j -му колієпроводі; R_k – радіус k -ї кругової кривої у плані, м; α_{N_m} – кут відхилення бокової колії на m -му стрілочному переводі в місці злиття (розгалуження) колій залежно від марки хрестовини; $l_{n_1}^{np}$, $l_{n_2}^{kp}$, P_1, P_2, P_3 – кількість прямих, кривих і дільниць колій зі стрілочними переводами; $l_{n_3}^{cn}$ – довжина відповідних дільниць колій, м.

Дана задача відноситься до задач лінійного програмування, оскільки має цільову функцію і обмеження лінійного характеру. При її розв'язанні найбільш доцільно застосувати симплекс-метод.

Перед моделюванням попередньо проектувальником складається схема розв'язки (обирається тип розв'язки, кількість колій та стрілочних переводів, розташування кривих дільниць колій, наявність колієпроводів). Далі за допомогою відповідного математичного апарату, що реалізується на ПЕОМ, знаходяться оптимальні конструктивні параметри розв'язки.

УДК 656.2.022.846

Ю. А. Шунько, О. А. Бараницький, М. І. Кавицький

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ВИНИКНЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ НА ОБ'ЄКТІ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Y. Shunko, O. Baranytskyi, V. Kavytskyi

RISK MANAGEMENT OF TRANSPORT ACCIDENTS AT THE RAILWAY INFRASTRUCTURE OBJECTS

Для управління ризиками виникнення транспортних пригод на об'єкті інфраструктури залізничного транспорту сформована математична модель оптимізації. З позиції оптимального розподілу ресурсів в об'єкті інфраструктури для досягнення допустимого рівня ризику цільову функцію запропоновано записати в загальному вигляді

$$R_r = f(m) = P_r(T) \cdot S_r \leq R_d, \quad (1)$$

де $P_r(T)$ – ймовірність виникнення транспортної пригоди i -категорії за розрахунковий час T ; S_r – розмір матеріальної шкоди від виникнення транспортної події r -категорії; R_d – допустимий рівень ризику виникнення транспортної події при обмеженні

$$0 < P_r(T) < 1. \quad (2)$$

Керуючою змінною у даній цільовій функції є кошти m , які вкладаються в об'єкти інфраструктури для досягнення допустимого рівня ризику. Під розрахунковим часом T маються на увазі періоди: доба; місяць; квартал; інший період, необхідний для аналізу.

Цільова функція прагне до підтримки ризику на допустимому рівні, а не зведення його до повної відсутності. Оскільки

грошові ресурси на залізниці повинні витрачатися оптимально, то непродумані вкладення можуть привести до підвищення витрат у безпеку руху.

Завдання розроблення системи, яка дасть можливість оптимально розподілити ресурси і при цьому дотримувати необхідний рівень ризику для залізниць України, є актуальною на сьогоднішній день.

УДК 658.7:656.2

В. В. Мещеряков, Є. С. Альошинський

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСАХ

V. V. Meshcheryakov, E. S. Aloshynskyi

ENHANCING THE LEVEL OF SERVICE OF MANUFACTURING SYSTEMS BY RISK MINIMIZATION IN TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESSES

За законом України «Про залізничний транспорт», основним його призначенням є забезпечення потреб суспільного виробництва і населення країни в перевезеннях у внутрішньому і міжнародному сполученнях та надання інших транспортних послуг усім споживачам без обмежень [1]. Як правило, якість таких послуг у секторі надання перевезення вантажу залишається незадовільною. Виробництво – споживач транспортно-логістичних послуг – вимушено створювати запаси, які є однією з найбільших статей витрат через ризики у транспортно-логістичних процесах, що впливають на якість обслуговування виробничих систем [2]. Згідно з цим актуальною проблемою є мінімізація ризиків у транспортно-логістичних процесах і формування більш тісних зв'язків між транспортно-логістичними та виробничими системами.

Одним із рішень є введення ефективного логістичного управління, що

являє собою розроблення і впровадження комплексу рішень для покращення просування матеріального потоку й орієнтовано на мінімізацію витрат і оптимізацію часу руху по всьому логістичному ланцюгу. В логістичному управлінні суттєву роль відіграє інтеграція процесів між системами, направлена на мінімізацію вірогідності настання негативних подій – ризиків. У зв'язку з цим об'єктом є процес взаємодії транспортно-логістичних і виробничих систем. Предмет дослідження – підвищення ефективності та мінімізація ризиків у транспортно-логістичних системах при обслуговуванні виробництв. Мета дослідження – взаємна інтеграція доступних логістичних процесів на транспорті для підвищення рівня обслуговування виробничих систем і зменшення настання негативних подій. Для реалізації мети ставляться такі завдання:

1) визначення ризиків і місць їх утворення;

2) мінімізація впливу ризиків на транспортно-логістичну та виробничу системи;

3) визначення логістичних параметрів для взаємної інтеграції логістичних процесів.

Ризики, пов'язані з ланками логістичного процесу перевезення, можуть класифікуватися таким чином:

1. Ризик, пов'язаний з прийомом вантажу.

2. Ризик, пов'язаний з несправністю вагона або пошкодженням вантажу безпосередньо на шляху прямування.

3. Ризик, пов'язаний з технологією розформування / формування поїздів.

4. Ризик, пов'язаний з виявленням порушень термінів доставки, переадресацією, переважуванням, перевантаженням та іншими операціями, пов'язаними з комерційною складовою.

5. Ризик, пов'язаний з технологією видачі та зберігання вантажу [3-4].

Як відомо, реалізація ризику веде до матеріальних втрат, які відображаються на відносинах між власником вантажу і транспортом.

Результати впливу ризиків клієнтів істотно знижують як прибуток сторін, так і надійність перевізника. У загальному вигляді через ситуації ризику прибуток вантажовідправника становитиме різницю між передбачуваною ціною за одиницю та зменшенням ціни при настанні несприятливої події.

Для мінімізації ситуацій ризику вводиться критерій надійності, що характеризує ймовірність настання ризикової події з використанням особливостей доставки.

Для взаємної інтеграції логістичних процесів застосовуються параметри функціональності і доступності, які

характеризують зв'язок між технологічними процесами в системах.

Визначено вплив ризиків на зменшення прибутку, яке характеризується зменшенням прибутку через якість перевезення (псування вантажу, зменшення обсягу і т. п.), зростанням додаткових транспортних витрат. Знайдено спосіб визначення надійності перевізника, який полягає у розрахунку критерію надійності, що характеризує ймовірність доставки вантажу з максимальною якістю, мінімальними втратами і точно в строк на розрахункову відстань залежно від умов перевезення. Визначено параметри взаємної інтеграції процесів, якими стали функціональність і доступність. Дані параметри обрано через наявність зв'язку між системами при обліку часу і витрат.

Список використаних джерел

1. Закон України "Про залізничний транспорт України" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80>.

2. Алешинский, Е. С. Разработка методов для повышения показателей работы логистической цепи в пределах транспортно-логистического кластера [Текст] / Е. С. Алешинский, В. В. Мещеряков, А. С. Руденко // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 5/2 (31).

3. Анализ логистических рисков на примере предприятия ООО Лиаск-Т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sci-article.ru/stat.php?i=analiz_logisticheskikh_riskov_na_primere_predpriyatiya_ooo_liask-t.

4. Управление логистическими рисками в цепях поставок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diplomba.ru/work/16389>.

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗДІЙСНЕННЯ ДОСТАВКИ КОНТЕЙНЕРНИХ ВАНТАЖІВ
ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ**

**PERSPECTIVES FOR THE CARRIAGE OF CONTAINER CARGO DELIVERY
BY RAILWAY TRANSPORT**

Одним із пріоритетних напрямків підвищення ефективності перевезень є контейнерні перевезення – найбільш економічний вид транспортування вантажів, який використовується як у внутрішньому, так і в міжнародному сполученні. Завдяки застосуванню контейнерів вантаж завантажується один раз в одному місці і без операцій перевантаження, виконується перевезення як залізничним, так і іншими видами транспорту. За термінологією Міжнародної Організації зі Стандартизації (ISO), вантажним контейнером називається одиниця транспортного встаткування, внутрішній об'єм якої не менше 1 м³, призначений для багаторазових перевезень і тимчасового зберігання вантажів.

Використання для перевезення контейнерів забезпечить:

– збереження вантажів під час транспортування від відправника до одержувача різними видами транспорту;

– високу продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт;

– зменшення потреби в складських площах і обсягу сортування на станціях;

– низьку, порівняно з альтернативними видами транспорту вартість перевезення;

– можливість перевезення великих об'ємів вантажів.

На жаль, не всі вантажні станції мають змогу виконувати роботу з контейнерами, що свідчить про досить малий розвиток системи обробки контейнерів. Майже вся робота зосереджена тільки на УДЦТС «Ліски». За офіційними даними, на сьогоднішній день Україною курсують 11 контейнерних поїздів. Перевезення контейнерів у складі контейнерних поїздів становлять 31% від загального обсягу перевезених контейнерів територією країни.

Для удосконалення роботи контейнерних площадок потрібно налагодити систему та скоротити час обробки контейнерів. Необхідно використовувати більш нові засоби перевантаження на різні види транспорту та сортування контейнерів; скоротити оборот контейнерів за рахунок зниження простою під накопиченням; підвищити використання місткості, що дозволить знизити собівартість.

УДК 656.223

Д. В. Ломотко, А. Є. Нога, О. А. Пидюра

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЙ І ПІД'ЇЗНОЇ КОЛІЇ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ІНДУСТРІАЛЬНА

D. V. Lomotko, A. E. Noga, O. A. Pydiura

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF INTERACTION BETWEEN THE ACCESS ROADS AND STATION INDUSTRIAL

Основним завданням транспорту є повне і своєчасне задоволення потреб народного господарства в перевезеннях на основі інтенсифікації, підвищення ефективності роботи. У сучасних умовах особливої актуальності набувають дослідження, присвячені питанням надійного функціонування транспортних систем у цілому, зокрема взаємодії вантажних станцій і під'їзних колій підприємств. Найважливішим резервом у роботі залізничного транспорту є прискорення обігу вагонів, скорочення їх непродуктивних простоїв під вантажними операціями на під'їзних коліях підприємств.

На сьогоднішній час в Україні на ринку транспортних послуг питома вага залізничного транспорту у перевезенні вантажів складає 25,2 %, а у вантажообігу – 46,9 %. Технологічною складовою частиною залізничного транспорту в умовах залізничної станції Індустріальна є під'їзна колія ПАТ «ХППЗТ», яка забезпечує системне переміщення, переробку і доставку вантажів у процесі виробництва, а також здійснює взаємозв'язок із магістральним залізничним транспортом загального користування.

У процесі управління транспортно-технологічною системою станції Індустріальна визначено момент часу, коли вже відомий обсяг маневрової роботи. При

цьому необхідно визначити, яким маневровим локомотивом і в якій послідовності слід здійснити обслуговування вантажних об'єктів, тобто скласти оперативний план роботи локомотивів.

Досягти прискорення обігу вагонів без науково-обґрунтованого вирішення завдань взаємодії вантажних станцій і під'їзних шляхів підприємств з урахуванням відповідності їх технічних і технологічних можливостей неможливо. Тому одним з основних завдань є розроблення математичних моделей оптимізації планування та управління взаємодій вантажних станцій і під'їзних колій підприємств.

Найважливіше значення для удосконалення експлуатаційної діяльності залізниць має ефективне і раціональне використання технічних і транспортних засобів на вантажних станціях у взаємозв'язку з під'їзними коліями підприємств. Але значна частина підприємств і організацій не виконує задані норми простою вагонів. У зв'язку з цими обставинами для покращення використання вагонів по скороченню їх простою необхідно розробити комплексну технологію експлуатаційної роботи станцій і під'їзних колій.

Д. В. Ломотько, Р. О. Пивоварський, Д. Ф. Семенюк

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ НА ПІД'ІЗНИХ КОЛІЯХ
В УМОВАХ ВЕЛИКОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ ВАГОНОПОТОКІВ**

D. V. Lomotko, R. O. Pivovarsky, D. F. Semeniuk

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF SIDINGS IN LARGE UNEVEN FLOWS CARS

Відповідно до сучасних вимог одним із основних напрямків підвищення ефективності роботи залізничного транспорту є прискорення обігу рухомого складу за рахунок зменшення часу при виконанні технологічних операцій. Це передбачає удосконалення існуючих і створення нових технологій роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання.

Аналіз складових елементів обігу вантажного вагона показав, що найбільша

частина обігу приходить на вантажні операції. Це має велике значення, оскільки більша частина обсягів навантаження і розвантаження (близько 90 %) припадає на під'їзні колії промислових підприємств.

Дослідження показників простою на залізничній станції Луцьк Львівської регіональної філії показали наявність значної внутрішньорічної нерівномірності (див. рисунок).

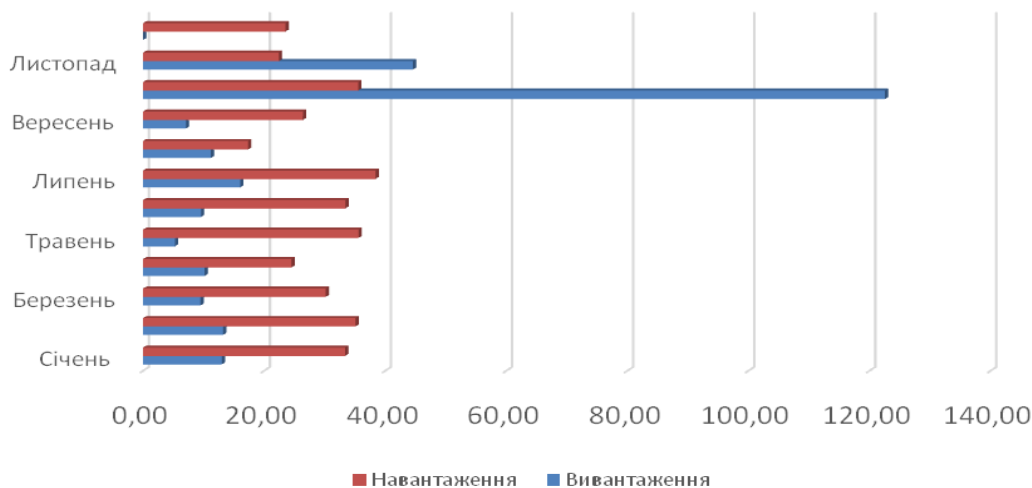


Рис. Динаміка простою вагонів на під'їзних коліях станції, год

Середній простій вагонів на під'їзних коліях станції у 2017 р. склав по вивантаженню 13,35 год, а по навантаженню – 29,35 год при вагонообігу 1517 ваг/р.

Це стає передумовою для використання на залізничному транспорті

нових комплексних підходів до покращення технології взаємодії з під'їзними коліями та раціоналізації технічного оснащення і кількості технічних засобів.

УДК 656.223

Д. В. Ломотько, Н. С. Міщук, В. В. Прокопович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОЛОГІЙ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЇ
ТА ЗАЛІЗНИЧНОЇ ПІД'ЇЗНОЇ КОЛІЇ**

D. V. Lomotko, N. S. Mishchuk, V. V. Prokopovych

**PERFORMANCE IMPROVEMENT TECHNOLOGIES INTERACT STATIONS
AND RAIL SIDINGS**

В умовах зростання конкуренції на ринку транспортних послуг необхідно збільшити якість обслуговування клієнтів. Використанню сучасних технологій доставки вантажів заважає несвоєчасне подавання порожніх вагонів, запізнення вантажів, відсутність сучасної системи електронного документообігу на під'їзних коліях підприємств. Тому рухомий склад використовується із великою часткою

непродуктивних простоїв. Для багатьох станцій виникає актуальне завдання формування гнучкої технології транспортно-експедиційного обслуговування під'їзних колій з урахуванням логістичних технологій.

Полігоном дослідження обрано залізничну станцію Львівської залізниці. Динаміку простою місцевих вагонів, у годинах, наведено на рисунку.

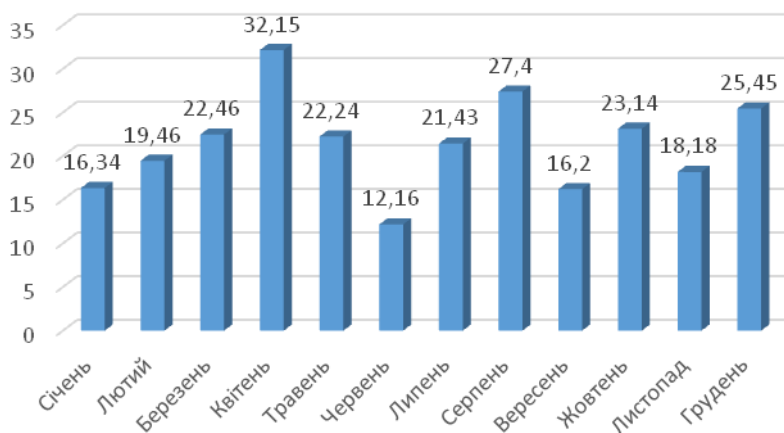


Рис. Динаміка простою вагонів на станції, що досліджується

Середній простій вагонів на станції у 2017 р. склав 22,08 год при вагонообігу 694 ваг/р. Для покращення технології роботи під'їзних колій з урахуванням думки вантажовласників останні оцінюють якість роботи залізничного транспорту за критеріями своєчасності доставки вантажу. Для удосконалення роботи запропоновано провести аналіз існуючих і перспективних

технологій, що використовуються на під'їзних коліях, виявити основні фактори, які впливають на час знаходження вагона під технологічними операціями. Впровадження методів оптимізації технічного оснащення під'їзних колій дозволить покращити показники як у вантажовласників, так і на станції в цілому.

УДК 656.222:658.519

Є. С. Альошинський, К. С. Байдіна

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ТУРИСТИЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК
ОРГАНІЗАЦІЇ ШВИДКІСНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Y. Aloshynskyi, K. Baidina

**INCREASE IN LEVEL OF TOURIST APPEAL OF UKRAINE AT THE EXPENSE OF
THE ORGANIZATION OF HIGH-SPEED RAIL TRANSPORTATION**

На сьогодні туризм у всьому світі є однією із рушійних сил у розвитку економіки країни. Попит на міжнародні залізничні перевезення значно збільшився, тому для його підтримки необхідно організувати швидкісний рух між найбільшими містами Європи, надати пасажирам змогу зручно і швидко перетинати кордон.

Безперечно, важливу роль залізничний транспорт відіграє у сфері пасажирських перевезень. В Україні на частку залізниці припадає приблизно 50 % пасажирських перевезень, щороку послугами залізниць користується більше 53 млн людей.

Достатньо висока щільність залізничних шляхів майже у всіх країнах Європи, порівняно низькі затрати при перевезеннях на далекі відстані, безпека та екологічність цього виду транспорту сприяє цьому.

Тому розвиток залізничного туризму може стати однією із головних стратегічних цілей ПАТ «Укрзалізниця»

для зменшення збитковості пасажирських перевезень шляхом відходу від перехресного субсидування.

Україна має одну з найбільш розгалужених мереж залізниць у Європі та посідає одне з провідних місць за рівнем забезпеченості культурно-історичними ресурсами, архітектурними та релігійними пам'ятками, природно-рекреаційними зонами, що здатні привернути увагу не тільки українських, а й іноземних туристів.

Таким чином, прокладання мережі швидкісних залізничних магістралей, на популярних туристичних маршрутах, призведе до розширення кордонів, що дасть змогу привернути увагу пасажирів з інших видів транспорту, збільшити відсоток туристів, які планують відвідати популярні куточки України, а також залучити додаткові інвестиції для розвитку пасажирських перевезень та економіки держави в цілому.

УДК 658.7:656.2

Є. С. Альошинський, А. В. Жебеленко, О. С. Юхта

**РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ
У МЕЖАХ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ**

E. S. Aloshynskyi, A. V. Zhebelenko, O. S. Yuhta

**RATIONALIZATION OF THE LOGISTICS CHAIN PROCESS FUNCTIONING
IN THE INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS**

Логістичне середовище України має стати невід'ємною частиною загально-світового сектора логістичного сервісу.

Тому інтеграція транспортної системи України в європейську – найбільш актуальне питання сьогодення для нашої держави.

Одне з основних питань щодо розвитку транспортної галузі є раціоналізація інфраструктури міжнародних транспортних коридорів (МТК) [1].

Удосконалення процесу транспортування вантажів у межах міжнародних транспортних коридорів має суттєвий вплив на якість логістики. Ефективність логістики в будь-якій державі визначається за допомогою так званого «індексу логістичної ефективності LPI» [2]. Основними критеріями оцінки ефективності логістики є:

- ефективність митного і прикордонного оформлення (*Customs*);
- якість торгівельної та транспортної інфраструктури (*Infrastructure*);
- простота організації міжнародних перевезень за конкурентними цінами (*International shipments*);
- якість і компетентність логістичних послуг (*Logistics quality & competence*);
- можливості щодо виявлення і відстеження вантажів (*Tracking & tracing*);
- своєчасність поставок вантажів (*Timeliness*).

За останніми рейтингами Україна посіла лише 80 місце [3].

Проведено дослідження щодо можливості підвищення логістичної привабливості України за показником якості транспортної інфраструктури (*Infrastructure*) в межах міжнародних транспортних коридорів. Для перевірки ефективності міжнародних транзитних перевезень на всіх рівнях транспортної системи МТК України проведено розроблення імітаційних моделей функціонування основних технічних станцій у межах транспортного коридору МТК №9. Рекомендовано перевірку концепцій удосконалення процесу функціонування комплексу залізничних станцій та перегонів, що обслуговують міжнародні поїздопотоки, проводити з використанням математичного апарату мереж Петрі.

На підставі матриць інцидентності проведено формування моделі просування вагонопотоків на окремих напрямках міжнародних вантажних перевезень [4]. Проведено імітаційне моделювання технології оперативного управління поїздопотоками в межах МТК№9. Для удосконалення організації функціонування транспортної системи України розроблено алгоритм варіації та запропоновано модель перерозподілу поїздопотоків на мережі МТК, що враховує можливість розвантаження технічних станцій на найбільш напружених напрямках.

Виконано техніко-економічне обґрунтування впровадження нових методів роботи, що базуються на результатах імітаційного моделювання, які дозволяють провести порівняльний аналіз існуючого та сформованого процесу функціонування транспортної системи в межах міжнародного транспортного коридору МТК № 9. Техніко-економічні розрахунки довели, що даний проект окупиться вже на першому році використання, у свою чергу раціоналізація поїздопотоків у межах МТК матиме позитивний вплив на процес функціонування логістичних ланцюгів і суттєво підвищить індекс логістичної ефективності (LPI) України.

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс] : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 № 2174. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.
2. Альошинський, Є. С. Напрями підвищення логістичної ефективності України [Текст] / Є. Альошинський, В. Марунчак, Г. Акулова // Українська залізниця. – 2018. – № 1-2 (55-56). – С. 52-55.
3. Connecting to Compete 2016: Trade Logistic sin the Global Economy [Electronic resource] / The International Bank for Reconstruction and Development. – The World Bank.

4. Альошинський, Є. С. Аналіз ефективності застосування принципів інтероперабельності при реалізації програми перерозподілу вантажних поїздопотоків у межах міжнародних транспортних

коридорів України [Текст] / В. В. Козак, М. І. Данько, Є. С. Альошинський // Зб. наук. праць НТУ ХПІ. – Харків : НТУ ХПІ, 2011. – №4.

УДК 330:338

Є. І. Балака, Д. С. Лючков

ОРГАНІЗАЦІЙНО–ТЕХНІЧНІ НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПАТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»

E. I. Balaka, D. S. Ljuchkov

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL DIRECTIONS TO PROVIDE COMPETITIVENESS PROVIDER PJSC UKRZALIZNITSYA

Основною проблемою подальшого стабільного функціонування вітчизняного залізничного транспорту є радикальне покращення фінансово-економічного стану галузі. Її основні виробничі фонди використовуються на межі своїх можливостей, і перш за все це стосується рухомого складу, знос якого досяг 90 %.

До теперішнього часу національний залізничний транспорт функціонує переважно на засадах, що створювались ще за радянських часів, коли пріоритетним завданням залізниці було перевезення масових вантажів на великі відстані. Проте стрімкий перехід країн Заходу до постіндустріального етапу розвитку характеризувався структурною перебудовою їх економік у бік швидкого зростання малого та середнього бізнесу, що принципово змінило вимоги вантажовласників до організації та якості транспортного обслуговування. Якісний стрибок у сфері розвитку енергозберігаючих технологій, подолання негативних наслідків світової енергетичної кризи 1970-х років привели до кардинальних змін у роботі транспортного комплексу цих країн. Реалізація програми енергозбереження дозволила протягом 5-

10 років знизити енергоємність промислового комплексу в 1,5-2 рази [1, с. 84, 131]. Аналіз роботи залізничного транспорту дванадцяти економічно розвинутих країн показав, що вже до 2000 р. на кожен 1 % росту ВВП залізничні вантажні перевезення зростали в середньому тільки на 0,04 %. Це обумовило зниження обсягів залізничних вантажних перевезень, а іноді і скорочення мережі залізниць [2, с. 22-23].

Аналогічні тенденції характерні і для українського залізничного транспорту. Більшість перевезень дрібними та середніми партіями забезпечуються автомобільним транспортом, незважаючи на вкрай незадовільний стан дорожнього покриття. Застаріла організаційно-технічна база залізничного транспорту та відсутність фінансових ресурсів для її модернізації не дозволять ПАТ "Укрзалізниця" покращити, а, можливо, і зберегти своє конкурентне становище на ринку транспортних послуг з перевезення штучних і контейнерних вантажів.

На наш погляд, отримання нових джерел надходження фінансових ресурсів може бути досягнуто за умов суттєвого розширення та урізноманітнення сфери

логістичної діяльності ПАТ "Укрзалізниця", входження його в нові сегменти транспортного ринку на основі створення нетрадиційних (гібридних) транспортних систем, докорінної реконструкції та перепрофілювання малодіяльних шляхів сполучення і суттєвого розширення комерційно-сервісних функцій його структурних підрозділів.

Це вимагає комплексного підходу і, на нашу думку, вже найближчим часом доцільно сконцентрувати зусилля на таких напрямках:

1. Використання ПАТ "Укрзалізниця" вантажних тролейбусів з комбінованою тяговою системою двигунів для прискорених магістральних і місцевих перевезень контейнерних і штучних вантажів.

2. Використання електропоїздів зі змінною кількістю секцій і комбінованою системою двигунів, що забезпечують можливість автономного руху з пасажирською швидкістю при магістральних і місцевих перевезеннях контейнерних і штучних вантажів.

3. Реконструкція малодіяльних залізничних ділянок в автомобільні дороги для обслуговування невеликих вантажопотоків

безрейковими транспортними засобами ПАТ "Укрзалізниця".

4. Створення на базі ПАТ "Укрзалізниця" регіональних транспортно-постачальницьких кластерів, що забезпечують постачання, зберігання і реалізацію матеріально-технічних ресурсів суб'єктам господарювання.

Запропоновано шляхи диверсифікації транспортної діяльності ПАТ "Укрзалізниця", а саме – перетворення його в широкопрофільний транспортно-логістично-комерційний концерн, який поєднує у собі елементи регіональних кластерів і міжрегіональну холдингову форму організації.

Список використаних джерел

1. Колесов, В. П. Экономика зарубежных стран [Текст] / В. П. Колесов, В. Ф. Железова, М. Н. Осьмова. – М.: Высш. шк., 1990. – 479 с.

2. Тенденції розвитку залізничних перевезень у провідних країнах світу [Текст] / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колеснікова та ін. // Залізничний транспорт України. – 2000. – №1 (16).

УДК 622.6:656.025.6

Ю. В. Шульдінер, К. В. Маляр, В. М. Товстуха

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАНЦІЙНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЦЕНТРУ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ

Y. Shuldiner, K. Maliar, V. Tovstuha

IMPROVEMENTS IN THE FUNCTIONING OF THE STATION TECHNOLOGICAL CENTER FOR THE ACCOUNT OF IMPLEMENTATION OF THE COMPLEX OF IDENTIFICATION OF MOBILE COMPOSITION

Системна взаємодія залізничного транспорту з іншими видами транспорту дозволяє вирішувати основне логістичне завдання – своєчасне та якісне задоволення потреб населення у перевезеннях.

Сортувальні станції – головні пункти з організації вагонопотоків на мережі залізниць. Від успішної роботи сортувальної станції залежить виконання

плану перевезень та найважливіші показники роботи залізниці в цілому.

Технічна оснащеність і технологія роботи сортувальних станцій визначають такий основний показник, як час простою вагона. На жаль, час простою не завжди відповідає встановленим нормам, зокрема і через відсутність автоматизації процесу оброблення поїзної інформації та перевізних документів. Скорочення часу знаходження вагонів на сортувальних станціях значно вплине на прискорення доставки вантажів і задоволення потреб клієнтів у перевезеннях. Наявність непродуктивних простоїв в очікуванні виконання операцій на сортувальних станціях погіршує ефективність роботи та призводить до додаткових витрат коштів, що є неприпустимим в умовах ринкової економіки.

Проаналізовано технічне оснащення та вантажопотоки сортувальної станції О. За технологічним планом, середньодобовий вагонообіг на станції складає 3800 вагонів, робочий парк вагонів – 1200, а кількість розформованих вагонів на кожній із сортувальних систем – 900.

Прискорити переробку вагонів на станції дозволить впровадження інформаційних технологій, автоматизованих систем управління, що включають автоматизацію планування, обліку і звітності, та реалізацію оптимальних режимів управління поїзної і маневрової роботи.

Запропоновано впровадження у станційному технологічному центрі (СТЦ) автоматизованого поста списування на базі АСК СС, що дозволить удосконалити такі основні функції:

- списування поїзда;
- коригування складу поїзда і відомостей про вагони;

- розрахунок і формування розміченого телеграми-натурного листа поїзда та сортувального листка;
- розформування поїзда;
- виконання маневрових операцій (відчеплення, причеплення, перестановка вагонів і груп вагонів);
- контроль за включенням до складу поїзда вагонів з небезпечними вантажами і заборона видачі натурного листа на поїзд по відправленню при порушенні правил перевезень небезпечних вантажів по залізницях.

Впровадження автоматизованого поста списування забезпечить достовірність обліку вагонів і безпомилкову роботу сортувальних гірок, а також призведе до значної економії ресурсів за рахунок зменшення витрат часу на ідентифікацію вагонів порівняно із списуванням «вручну на папері».

Список використаних джерел

1. Листопад, М. С. Технологічний процес роботи сортувальної станції Основа, 2016.
2. Листопад, М. С. Технічно-розпорядчий акт станції Основа, 2017.
3. ЦД-0050. Інструкція оператора станційного технологічного центру з обробки поїзної інформації і перевізних документів [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці від 01.12.2003 № 295-Ц.
4. Организация работы сортировочной станции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://domashke.net/referati/referaty-po-transportu/referat-organizaciya-raboty-sortirovochnoj-stancii-3>.
5. Организация работы сортувальної станції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.lib.tsu.ru/win/produkcija/metodichka/6_6.html.

УДК 622.6:656.025.6

Ю. В. Шульдінер, К. Ю. Селіванова, Т. В. Дмитрієва

**ПІДВИЩЕННЯ РІВНЮ СХОРОННОСТІ ВАНТАЖІВ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА
ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ GPS-СИСТЕМ
СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

Y. Shuldiner, K. Selivanova, T. Dmitrieva

**INCREASING THE ATMOSPHERIC LEVEL OF CARGOING AT TRANSPORT AT THE
TERRITORY OF UKRAINE ACCORDING TO THE IMPLEMENTATION OF GPS
SYSTEMS OF STAGE**

Схоронність вантажу і його своєчасне відстеження є важливими факторами у сучасній логістиці та потрібною функцією для клієнта. Впровадження інформаційних технологій та переміщення бізнесу в мережу Internet обумовлює все більшу потребу в логістичній організації функціонування транспортних компаній та служб доставки замовлень.

Проаналізовано транспортні компанії України, що надають послугу відстеження відправлень за допомогою комп'ютерних систем. Виявлено, що можливості цих систем не завжди дозволяють клієнту отримати достовірну базову інформацію про вантаж. У зв'язку з цінністю вантажу, що перевозиться, відправник (одержувач) бажає отримувати найбільш повний обсяг інформації про його місцезнаходження, стан, час прибуття до транзитних та кінцевого пунктів.

При перевезенні вантажу транспортними компаніями виявлено випадки пошкодження і загублення вантажу під час технологічної обробки та митних процедур при перевезенні залізничним, автомобільним та іншими видами транспорту.

Ефективним рішенням щодо надання клієнту та перевізнику максимально повного обсягу інформації про стан вантажу, його місцезнаходження і точний час прибуття до кінцевого пункту буде

впровадження GPS-систем Cars-Control і Triton. Система Cars-Control являє собою датчик GPS, встановлений на кожному автомобілі, та має можливість слідкувати за вантажем у режимі реального часу. Cars-Control може використовуватись як на автомобільному транспорті, так і при залізничних перевезеннях. Система дозволить контролювати місцезнаходження вантажу, час у дорозі, розхід палива, температуру всередині кузова, стан вантажу та підвищують рівень безпеки перевезення в цілому. Cars-Control вже використовується на території України, але ще не є достатньо розповсюдженою. Triton – система, розроблена спеціально для контейнерів. Дозволяє фіксувати місцезнаходження вантажу, час, будь-які спроби злому, відхилення від температурного режиму. Система формує звіти за різні проміжки часу, що включають такі показники, як область карти, область даних і область даних відстеження (рисунок). Система Triton може використовуватись при контейнерних відправках на всіх видах транспорту.

Впровадження та розповсюдження систем Cars-Control і Triton дозволить знизити випадки втрати, пошкодження, викрадання і псування вантажу, що значно підвищить показники перевезень на території України.

Received	Reason	Installed	Speed (Kph)	Mileage (Km)	Address
25/03/2013 07:39:58	Tracking	On	0	0	(1) Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 07:40:30	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 08:40:00	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 08:40:31	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 09:40:02	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 09:40:34	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 10:40:04	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 10:40:35	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 11:40:06	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 11:40:37	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 12:40:08	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 12:40:39	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 13:40:03	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 13:40:34	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 14:40:05	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 14:40:36	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 15:40:11	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 15:40:43	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 16:40:13	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 16:40:44	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 17:40:15	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 17:40:47	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 18:40:14	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 18:40:45	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 19:40:16	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 19:40:53	Ping				Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)
25/03/2013 20:40:18	Tracking	On	0	0	Veracruz, Fidel Velazquez (-96.1455,19.2119)

Рис. Приклад звіту в GPS-системі Triton

Список використаних джерел

1. Lomotko, D. V. Methodological Aspect of the Logistics Technologies Formation in Reforming Processes on the Railways [Електронний ресурс] / D. V. Lomotko, E. S. Alyoshinsky, G. G. Zambrybor // Transportation Research Procedia. – 2016 – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.482>.

2. Сушарин, Є. В. Формування логістичної моделі обслуговування масових вантажів залізничним транспортом незагального користування [Текст] / Є. В. Сушарин, Т. В. Бутько, Д. В. Ломотко

// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 1, 2.

3. Ширін, Л. Н. Транспортні комплекси кар'єрів [Текст] : навч. посібник / Л. Н. Ширін, О. С. Пригунов, О. В. Денищенко; Держ. ВНЗ "Нац. гірн. ун-т". – Дніпропетровськ : НГУ, 2015. – 240 с.

4. GPS-мониторинг грузовых контейнеров. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m.habrahabr.ru/post/234293/>.

5. Cars-Control Ukraine. GPS-мониторинг и логистика грузоперевозок. – 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cars-control.ua>.

**МУЛЬТИМОДАЛЬНІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НА БАЗІ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ**

**MULTIMODAL PASSENGER TRANSPORTATION ON THE BASIS
OF RAILWAY TRANSPORT IN UKRAINE**

Мультимодальні перевезення являють собою втілення сучасної концепції, направленої на покращення та вдосконалення пакета послуг, що надаються у процесі руху пасажиром різними видами транспорту за єдиним проїзним документом з одним відповідальним перевізником, є втіленням балансу між витратами, швидкістю і надійністю перевезення.

Сьогодні потенційні пасажирів прагнуть спланувати свою поїздку «від дверей до дверей», з мінімальними витратами на усі операції, пов'язані з плануванням поїздки, покупкою квитків та іншим, що робить актуальними саме мультимодальні перевезення. Як відомо, часто подорож не завжди можливо здійснити одним видом транспорту. В таких випадках, щоб прибути до пункту призначення, необхідно здійснити одну або декілька пересадок. Тобто пасажир стикається з проблемою підбору рейсів на інші види транспорту, які б успішно узгоджувалися у часі, а також з наявністю факту очікування поїзда чи літака. Ці незручності можуть бути усунені при впровадженні технології єдиного квитка за участю залізничного транспорту. Для реалізації впровадження технології єдиного квитка на принципах мультимодального перевезення ПАТ «Укрзалізниця»

необхідно заключити договори з іншими видами транспорту, за умови, що ПАТ «Укрзалізниця» виступає у ролі генерального перевізника, грає роль оператора мультимодального перевезення, який несе відповідальність за перевезення та можливі ризики на усьому шляху прямування незалежно від кількості видів транспорту, що беруть участь у процесі перевезення; це і є головною відмінною рисою від усіх інших споріднених концепцій транспортування (у порівнянні з поняттями «комбіновані» та «інтермодальні» перевезення). Тож основною перевагою єдиного квитка є узгодження всіх пересадок пасажирів. Таке нововведення підвищить комфорт пасажирів та якість сервісу залізничного транспорту в Україні.

На сьогодні актуальним напрямком подорожей до Європи та ділових поїздок є Україна – Польща, тому для прикладу доцільності впровадження технології єдиного квитка мультимодальних пасажирських перевезень було розглянуто маршрут Харків – Варшава. Після розрахунків отримали економічний ефект від впровадження технології єдиного квитка за досліджуваним мультимодальним маршрутом вже у першому році у розмірі майже 19 мільйонів гривень у теперішній вартості грошей.

УДК 656.223

Д. В. Ломотько, Д. В. Арсененко

МЕТОДИ СКОРОЧЕННЯ ОБІГУ ЗЕРНОВОЗА ЗА РАХУНОК СТВОРЕННЯ МАРШРУТНИХ ВІДПРАВOK

D. V. Lomotko, D. V. Arsenenko

METHODS OF SHORTING OF GRAIN CLEANING FOR THE CALCULATION OF ROAD CUSTOMS SENDING

Зважаючи на тенденцію розвитку економіки країни одним із пріоритетних напрямків роботи залізничної галузі є розвиток ринку перевезень зернових вантажів виходячи із особливостей роботи

саме цього сектора. Тенденція розвитку ринку перевезень зернових має позитивну динаміку і всі зовнішні та внутрішні фактори сприяють цьому в доступному для огляду майбутньому (див. рисунок).

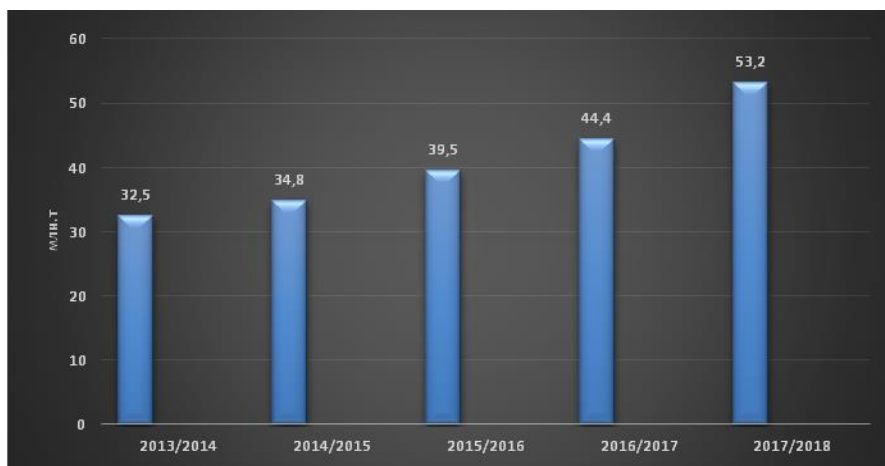


Рис. Динаміка розвитку ринку перевезень зерна

Рухомий склад для перевезення зернових вантажів, як і інші види рухомого складу, потребує оновлення. На сьогоднішній день об'єктивних можливостей для глобального оновлення інвентарного рухомого складу не вистачає, тому актуальним постає питання продовження виконання зобов'язань перевізника зернових у нових обсягах із поступовим залученням власних і приватних інвестицій [1].

Аналіз ринку перевезень і врожаїв зернових за звітний період показує, що експорт зернових складає приблизно 90 % від загального видобутку, що в свою чергу визначає пріоритетний напрямок удосконалення його складових. Позитивна

динаміка на ринку перевезень зернових вантажів не могла не знайти відгуку від зернотрейдерів у питанні розширення інфраструктури для організації експорту. Так, на сьогоднішній день лише на території Харківської області створено та введено в експлуатацію близько 25 нових пунктів навантаження зернових вантажів, що виконують всі послуги та вимоги елеватора і за рахунок яких мережа пунктів навантаження зерновозів щороку стає більшою. Незважаючи на це за результатами перевезення зернових за минулий рік на теренах ПАТ «Укрзалізниця» виявлено станції, які виділяються серед інших кількістю навантажених і відправлених вагонів (див. таблицю).

Найбільші навантажувальні станції зернових за 2017 рік

Назва станції	Навантаження у вагони	Пропускна спроможність	Заявка
1. Прилуки	10237	25550	18069
2. Подольск	7259	36500	8979
3. Сула	7153	29200	10982
4. Хмельник	7104	19710	12026
5. Кролевец	7011	7300	10744
6. Миргород	6420	36500	13524
7. Сватово	6149	48545	9785
8. Торопиловка	6051	19710	9677
9. Бобровица	5797	30295	9414
10. Попільня	5476	19710	886

Існуюча інфраструктура, на базі якої відбувається безпосередньо експорт зернових вантажів, та дані за наведений період свідчать про наявність декількох основних перевалочних пунктів. Отже ключовим завданням є створення умов для оптимального розподілення рухомого складу під навантаження, виходячи із заявок експортерів найбільших станцій відправників за рахунок маршрутів. Створення такого підходу дозволить:

- скоротити кількість операцій з вагоном та зменшити оберт вагона;

- створити умови для крупних експортерів, залучати кошти на придбання власного рухомого складу [3];

- зменшити експлуатаційні витрати за рахунок скорочення кількості операцій.

Список використаних джерел

[1] Закон України «Про залізничний транспорт»: введ. в дію Постановою

Верховної Ради України 04.07.1996 р. за №273/96 (із змінами та доповненнями). URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 06.01.2018).

[2] Пропозиція ПАТ «Укрзалізниця» та фахівців філії «Центр транспортної логістики» [Електронний ресурс] // Медіа центр «Магістраль» ПАТ Укрзалізниця. Режим доступу: <https://info.uz.ua/news/ukrzaliznitsya-proponue-uchasnikam-rinkuzerna-spilno-virobiti-optimalnu-model-robotiz-perevezennya-novogo-vrozhayu>.

[3] Ломотько, Д. В. Разработка организационно-технологической модели управления парком грузовых вагонов разной формы собственности [Текст] / Д. В. Ломотько // Инновационный транспорт: научно-публицистическое издание. – Екатеринбург : УрГУПС, 2012. – № 4 (5). – С. 8-13.

П. О. Харламов, О. М. Харламова

ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ У ЛОГІСТИЦІ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ РІШЕНЬ

P. O. Kharlamov, O. M. Kharlamova

APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS IN LOGISTICS FOR STRATEGIC DECISION-MAKING

У випадках, коли не вистачає достовірної інформації для побудови фінансової або імітаційної моделей підприємства, застосовуються морфологічні матриці для обґрунтування стратегічних рішень у логістиці.

Морфологічний аналіз – засіб вивчення різноманітних комбінацій варіантів управлінських рішень, що пропонуються для формування логістичної стратегії підприємства. Якщо записати в стовпець усі функції логістичної системи, а потім навпроти кожної функції у рядок вказати різноманітні варіанти її виконання, то в результаті вийде морфологічна матриця.

Сенс цього методу полягає в тому, щоб складне завдання вдосконалення логістичної системи розбити на дрібні підзавдання, які легше вирішувати окремо. При цьому передбачається, що рішення складного завдання складається із рішень підзавдань.

Логістична система, що оптимізується, має кілька характеристик структурних або функціональних морфологічних ознак. Кожна ознака може характеризувати якийсь параметр або характеристику логістичної системи, від яких залежить рішення завдання і досягнення основної мети.

По кожній виділеній морфологічній ознаці складають список його різних конкретних варіантів, альтернатив. Ознаки з альтернативами можна розташовувати у формі таблиці - так званим морфологічним ящиком, що дозволяє краще уявити собі пошукове поле. Перебираючи різні

комбінації альтернативних варіантів виділених ознак, можна виявити нові варіанти вирішення завдання, які при простому перебиранні могли бути упущені.

Після одержання безлічі різних можливих рішень проводимо вибір раціонального рішення на основі обраних критеріїв. Критерії вибору можна підрозділити на вимірні (об'єктивні), що виражаються числовими величинами, і невимірні, що залежать від сприйняття особи, яка проводить оцінювання (тобто суб'єктивні критерії).

За цим методом роботи виконують у п'ять етапів:

1. Формулювання завдання по вдосконаленню логістичної системи підприємства, що підлягає вирішенню.

2. Складання списку всіх морфологічних ознак, тобто всіх важливих характеристик розглянутої логістичної системи компанії, її параметрів, від яких залежить вирішення завдання і досягнення основної мети.

3. Розкриття можливих варіантів вирішення завдання по вдосконалюванню логістичної системи компанії за кожною морфологічною ознакою (характеристикою) шляхом складання матриці. Кожна з N характеристик (параметрів, морфологічних ознак) має певну кількість K_i різних варіантів, незалежних властивостей, форм конкретного вираження. Тоді повна кількість рішень, складена із сукупності всіх можливих варіантів, визначається як добуток K_i . У кожній позиції N -вимірного

простору з N координатами знаходиться одне можливе рішення.

4. Визначення функціональної цінності всіх отриманих варіантів рішень. Це найбільш відповідальний етап методу. Повинні бути розглянуті всі N варіантів рішень, що впливають зі структури морфологічної таблиці, і проведене їхнє порівняння за одним або декількома

найбільш важливими для даної системи показниками.

5. Вибір найбільш раціональних рішень.

Знаходження найбільш раціонального варіанта може здійснюватися за кращим значенням найбільш важливого показника системи.

УДК 656.13

Н. У. Гюлев (ХНУМГ)

ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА НА ТЕХНОЛОГІЮ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

N. U. Gyulyev

INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON TECHNOLOGY OF THE ORGANIZATION OF TRAFFIC

Діяльність водія у системі «людина – техніка – середовище» є динамічною і вимагає від нього постійної напруги та готовності до будь-яких змін у навколишньому середовищі.

Ефективність і надійність трудової діяльності водія у системі «людина – техніка – середовище» значною мірою залежить від конкретних умов праці, у які потрапляє водій. Ці умови визначаються параметрами транспортного процесу, що склалися у конкретних ситуаціях. Однією з таких ситуацій є затор, який утворюється внаслідок перевищення інтенсивності руху транспортного потоку над пропускною здатністю окремих ділянок вулично-дорожньої мережі. Рух у транспортному потоці пов'язаний із подоланням численних дорожніх заторів, що утворюються на перехрестях, особливо в пікові періоди. Це призводить до погіршення функціонального стану водія і зростання рівня стомлення внаслідок тимчасового розладу деяких його психічних і

психологічних функцій. Погіршення функціонального стану водіїв в умовах інтенсивного міського руху і внаслідок перебування у транспортному заторі призводить до зміни часу їх реакції.

При перевищенні рівня стомлення п'яти умовних одиниць водій починає неадекватно реагувати на дорожньо-транспортну ситуацію. Це проявляється у тому, що при певному рівні психоемоційної напруженості, викликаній транспортним затором, водій виконує неправильні дії після виходу із затору. Внаслідок цього водієм може бути неправильно оцінена дорожня обстановка і його дії можуть призвести до дорожньо-транспортної пригоди.

Час реакції водія обумовлює зупинковий шлях автомобіля під час екстреного гальмування. Загальний час реакції включає час реакції водія, час спрацьовування приводу гальм і час дії гальм. Час реакції водія відіграє важливу роль у створенні безпеки руху і від нього

значною мірою залежить імовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Зазначене дає змогу стверджувати, що дослідження впливу параметрів транспортного процесу на зміну стану

водія, які, зі свого боку, впливають на параметри транспортного процесу, є актуальною проблемою, вирішення якої значною мірою впливає на технологію організації дорожнього руху.