

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

ЛЬВІВСЬКА ФІЛІЯ

МАТЕРІАЛИ

П'ЯТОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ



Львів-2014

Редакційна колегія:

Копитко В.І., д.е.н., проф. (головний редактор)

Кузін М.О., к.т.н., доц.

Вознюк О.М., к.пед.н., доц..

Возняк О. М., магістр, старший викладач

Матеріали П'ятої студентської науково-технічної конференції: //Збірник наукових праць/ ЛФ ДНУЗТ; Львів, 2014. 96 с. Наклад 20 прим.

Збірник містить праці П'ятої студентської науково-технічної конференції, яка проводилась у Львівській філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна 08 квітня 2014 р.

Іл. 65, Табл. 13, Бібліогр.: 98 назв.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Львівської філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (протокол № 8 від 25.03.2014 р.).

Комп'ютерна верстка та дизайн: О.М. Возняк

Адреса університету:

49010, Дніпропетровськ, 10, вул. акад. В.А. Лазаряна, 2

Адреса Львівської філії:

79052, м.Львів, вул. І. Блажкевич, 12а

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
Секція "Транспортні технології та організація перевезень"	
Дудок М. Д.	
ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДПРАВЛЕНЬ ПАСАЖИРІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА РЕГІОНАМИ УКРАЇНИ.....	6
Гришканич Р.О.	
АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОЇЗДОМ.....	8
Вовк Л.І.	
ЗНАЧЕННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ, ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ	18
Галас Я.І., Жінчин Ю.А.	
ПЕРСПЕКТИВНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ	22
Бандрівський П.П.	
ПЕРСПЕКТИВНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ МІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	29
Секція "Рухомий склад і залізнична колія"	
Десяк А. Є., Кравчук Т. В.	
МОДЕРНІЗАЦІЯ СИЛОВОГО УСТАТКУВАННЯ ТЕПЛОВОЗА 2М62 ДЛЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ	38
Павлів В.В., Кузишин А.Я.	
ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ	39
Осипчук Б.П., Житков С.Б.	
МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ ОХОЛОДЖЕННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ТЕПЛОВОЗА ЧМЕЗ	41
Петрик В.І.	
МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕГУЛЯТОРІВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТЕПЛОВОЗІВ	48
Чолавин Л.М.	
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНОГО ОПОРУ СПЕЦІАЛЬНОГО САМОХІДНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	53
Поліщук А. О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНОСТІЙКОСТІ ПРЯМОКУТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК	57
Мужик Б. Й.	
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРОТИ ЗСУВУ ІЗ ВРАХУВАННЯМ РЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТІВ.....	61
Любас І.М.	
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ В КРИВИХ РАДІУСОМ МЕНШЕ 350 м.....	67

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту"

Андріяшева Ю.В.

НЕОБХІДНІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ	73
---	----

Кужель С.А., Осьмак І.І.

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ДІЯЛЬНОСТЬ ЛЮДСТВА ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ..	76
--	----

Грицак В. В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ КЛЕПАРІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГІЙ	80
---	----

Федунь Т.І.

ТЕНДЕНЦІЇ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	84
--	----

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОДАНИХ МАТЕРІАЛІВ	95
--	-----------

ПЕРЕДМОВА

Завдання реалізації студентського творчого потенціалу є надзвичайно актуальним в сучасних умовах. Важливість цього завдання важко переоцінити, оскільки без належного становлення інженерних кадрів складно уявити продовження традицій ДПТУ та успішний розвиток залізничного транспорту в Україні.

Одним із важливих елементів, що сприяє професійному зростанню майбутніх молодих спеціалістів, є проведення студентської конференції задля безпосереднього спілкування молоді, обміну ідеями зі старшими колегами, набуття досвіду представлення результатів, розширення наукового кругозору.

Пріоритетним для Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна завжди було залучення студентів до наукової та науково-практичної роботи. Сучасний ДПТ займає провідне місце серед вищих навчальних закладів України, що дозволяє Вам, шановні студенти, впевнено дивитись у майбутнє.

V Студентська конференція продовжує традицію проведення студентських конференцій у Львівській філії ДПТУ. Від імені всіх викладачів філії щиро вітаю учасників конференції та бажаю плідної наукової праці з невгамовним молодіжним ентузіазмом та оптимізмом. Сподіваюсь і вірю, що ця конференція виявиться корисною для молоді, яка цікавиться проблемами розвитку залізничного транспорту, що охоплені тематикою цієї конференції.

Директор Львівської філії ДПТУ,
к.т.н., д.і.н., професор

С.С. Довганюк

Дудок М. Д.

Науковий консультант – доц. Гнатів Ю. М.

ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДПРАВЛЕНЬ ПАСАЖИРІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА РЕГІОНАМИ УКРАЇНИ

Використовуючи теорію кореляції, побудовано модель для прогнозування відправлень пасажирів залізничним транспортом України.

Транспортне обслуговування населення, як результат функціонування пасажирського комплексу країни, є невід'ємною частиною суспільного виробництва. Для підвищення показників ефективності роботи пасажирського комплексу важливе значення має збільшення достовірності прогнозування попиту на пасажирські перевезення.

Вагомий внесок у дослідження проблеми прогнозування попиту на залізничні пасажирські перевезення зробили В. Галабурда, Ю. Єлізар'єв, Ю. Кулаєв, В. Негрей, П. Орловський, Н. Правдін, Г. Скворцов, М. Терьошина та інші. Новий методичний підхід до прогнозування попиту на пасажирські залізничні перевезення, в якому враховується коефіцієнт задоволення попиту, розробила В. Вертель [1].

У цій роботі із застосуванням теорії кореляції [2, 3] будується рівняння для прогнозування обсягів перевезень пасажирів.

Нехай x_i, y_i ($i = 1, 2, \dots, 25$) – відправлення пасажирів залізничним транспортом за регіонами відповідно в 2011 р. та 2012 р. (табл. 1). Побудуємо рівняння прямої лінії регресії відправлень y_i на відправлення x_i .

Вибіркові середні $\bar{x}, \bar{y}$ відправлень x_i, y_i , вибіркові середні квадратичні відхилення $\tilde{\sigma}_x, \tilde{\sigma}_y$ та вибірковий коефіцієнт кореляції r_b обчислюються за формулами:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{25} x_i}{25}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{25} y_i}{25}, \quad \tilde{\sigma}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{25} (x_i - \bar{x})^2}{25}}, \quad \tilde{\sigma}_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{25} (y_i - \bar{y})^2}{25}}, \quad r_b = \frac{\sum_{i=1}^{25} x_i y_i - 25\bar{x}\bar{y}}{25\tilde{\sigma}_x\tilde{\sigma}_y}. \quad (1)$$

Оскільки для розглядуваних значень x_i та y_i вибірковий коефіцієнт кореляції приблизно дорівнює 0,999, то припустимо, що відправлення в 2012 р. та 2011 р. зв'язані лінійною кореляційною залежністю. Тому шукатимемо рівняння прямої лінії регресії відправлень в 2012 р. на відправлення в 2011 р., яке подамо у вигляді:

$$Y_i = \rho x_i + b. \quad (2)$$

Параметри ρ і b визначимо методом найменших квадратів, згідно з яким сума квадратів відхилень $Y_i - y_i$ повинна бути мінімальною. Ця сума є функцією:

$$F(\rho, b) = \sum_{i=1}^{25} (\rho x_i + b - y_i)^2. \quad (3)$$

Прирівнявши до нуля частинні похідні $\frac{\partial F}{\partial \rho}$ і $\frac{\partial F}{\partial b}$ та виконавши елементарні перетворення,

отримаємо систему двох лінійних рівнянь відносно ρ і b :

$$\left(\sum_{i=1}^{25} x_i^2 \right) \rho + \left(\sum_{i=1}^{25} x_i \right) b = \sum_{i=1}^{25} x_i y_i, \quad \left(\sum_{i=1}^{25} x_i \right) \rho + 25b = \sum_{i=1}^{25} y_i. \quad (4)$$

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
Таблиця 1. Відправлення пасажирів за регіонами

i	Регіон	x_i , млн.	y_i , млн.	Y_i , млн.
1	Автономна Республіка Крим	21,5	21,4	21,68
2	Вінницька обл.	14,1	13,1	13,92
3	Волинська обл.	4,7	4,6	4,07
4	Дніпропетровська обл.	37,2	37,3	38,13
5	Донецька обл.	41,3	40,7	42,42
6	Житомирська обл.	10,1	9,6	9,73
7	Закарпатська обл.	8,3	8,4	7,85
8	Запорізька обл.	17,1	17,4	17,07
9	Івано-Франківська обл.	6,3	6,0	5,75
10	Київська обл.	86,9	92,8	90,20
11	Кіровоградська обл.	4,8	4,9	4,18
12	Луганська обл.	11,3	11,2	10,99
13	Львівська обл.	31,8	31,4	32,47
14	Миколаївська обл.	2,7	2,8	1,98
15	Одеська обл.	19,1	18,6	19,16
16	Полтавська обл.	15,0	14,7	14,87
17	Рівненська обл.	6,6	6,3	6,07
18	Сумська обл.	14,1	13,8	13,92
19	Тернопільська обл.	5,7	5,6	5,12
20	Харківська обл.	43,8	43,2	45,04
21	Херсонська обл.	2,2	1,8	1,46
22	Хмельницька обл.	7,8	7,2	7,32
23	Черкаська обл.	5,1	5,1	4,49
24	Чернівецька обл.	2,1	1,9	1,35
25	Чернігівська обл.	10,2	9,3	9,84
Сума		429,8	429,1	429,10
Середнє значення		17,19	17,16	17,16

Розв'язуючи систему (4), знайдемо

$$\rho = \left(25 \sum_{i=1}^{25} x_i y_i - \sum_{i=1}^{25} x_i \sum_{i=1}^{25} y_i \right) / \left(25 \sum_{i=1}^{25} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{25} x_i \right)^2 \right),$$

$$b = \left(\sum_{i=1}^{25} x_i^2 \sum_{i=1}^{25} y_i - \sum_{i=1}^{25} x_i \sum_{i=1}^{25} x_i y_i \right) / \left(25 \sum_{i=1}^{25} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{25} x_i \right)^2 \right). \quad (5)$$

Підставивши у вирази (5) значення x_i та y_i , наведені в табл. 1, отримаємо $\rho = 1,0478$, $b = -0,8497$. У зв'язку з цим рівняння (2) запишемо у вигляді

$$Y_i = 1,0478x_i - 0,8497. \quad (6)$$

Як видно із табл. 1, відправлення Y_i , обчислені за формулою (6), узгоджуються з

фактичними відправленнями y_i у 2012 р..

Формула (6) може бути використана для прогнозування відправлень пасажирів залізничним транспортом України протягом року на основі минулорічних даних щодо відправлень пасажирів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Вертель В. В.* Розробка нового методичного підходу до прогнозування попиту на пасажирські залізничні перевезення // Інноваційна економіка. – Тернопіль: ТІАП НААНУ, 2012. – № 9. – С. 309-315.
2. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 2001. – 479 с.
3. *Политова И. Д.* Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике. – М.: Экономика, 1972. – 224 с.

Дудок Н. Д.

Научный руководитель – доц. Гнатив Ю. М.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТПРАВЛЕНИЙ ПАССАЖИРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПО РЕГИОНАМ УКРАИНЫ

Используя теорию корреляции, построено модель для прогнозирования отправок пассажиров железнодорожным транспортом Украины.

Гришканич Р.О.

Науковий консультант - к.т.н., доц. Баб'як М.О.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОЇЗДОМ

У роботі аналізуються системи автоматичного керування поїздами. Запропоновано обладнати вантажні електровози Львівської залізниці системами автоматичного керування з метою підвищення надійності їх роботи, підвищення пропускної спроможності та економії енергоресурсів.

Актуальність проблеми оновлення рухомого складу згідно транспортної стратегії України на період до 2020 року.

У транспортній інфраструктурі України залізничний транспорт забезпечує велику частку пасажирських і вантажних перевезень. Особливо гострим у перевізному процесі є питання забезпечення безпеки руху та збереження вантажу. Підвищення безпеки руху та надійності у процесі керування поїздами дозволяє використання автоматичних систем керування.

На даний час відомі системи, що використовуються на пасажирських електровозах, електропоїздах приміського сполучення та вагонах метрополітену. На вантажних електровозах, що експлуатуються на мережі Укрзалізниці таких систем не було, оскільки такі електровози випускалися у 60...80 роках минулого століття, і при їх побудові такі системи не встановлювалися.

Перевезення пасажирів є дуже відповідальна справа, тому керувати пасажирським поїздом повинні люди з досвідом, адже на їхніх плечах лежить відповідальність за кожного пасажира, тому у них немає права на помилку. Саме це робить роботу локомотивної бригади рухомого складу однією із найскладніших професій. Але ж усі ми люди і в будь який час можемо помилитись, тому виникла потреба розробляти систему автоматичним керуванням поїздом. Повністю замінити машиніста неможливо, про те «автомашиніст» значно полегшує роботу

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
локомотивної бригади. Машиністу практично лишається контролювати автоматизацію і діяти лише у крайніх випадках.

Другою причиною створення «автомашиніста» є велика вартість перевезень. Кожен кВт-год електроенергії є на рахунок, тому виникла потреба мінімізувати витрати на перевезення. Саме це дозволяє система автоматичного керування поїздом.

Мета роботи: вибір оптимальної системи автоматичного керування поїздом.

Об'єкт дослідження: системи автоматичного керування поїздом.

З моменту електрифікації залізниць постало питання про автоматизацію процесу перевезень, не виключаючи автоматичне керування поїздом. У 1930-ті роки теоретичні наукові розробки зводили дане питання до автоматичного регулювання, вирішуючи як правило дві основні задачі: підтримка встановленої швидкості та точне гальмування у потрібні точці.

Разом з тим підвищення вимог до рівня автоматизації електричного рухомого складу, маючи безпосередній вплив не тільки на рівень споживання енергетичних ресурсів, але й безпеку руху, а також вдосконалення і модернізація самих тягових засобів локомотивів – заставило розширити комплекс вирішення такими системами задач.

Тривалий практичний досвід експлуатації тягового рухомого складу доказав, що процес керування поїздом – важка багатофакторна задача, вирішення якої в значній мірі покладено на машиніста. По мірі розвитку електроніки стало можливим автоматичним вирішенням задач при керуванні поїздом. Функціональність таких систем постійно розширюють, відповідно збільшуються межі питань, що з їх допомогою вирішуються. Разом з тим лише в останні роки, коли отримала широке розповсюдження мікропроцесорна техніка, з'явилась можливість робити такі системи компактними і надійними. А вирішення у масштабах усієї мережі залізниць такого завдання, як прицільне гальмування, взагалі стало можливим в останнє десятиліття.

У СРСР на транспорті розробки з використанням мікропроцесорної техніки почали впроваджувати у 80-х роках, коли з'явилися перші системи управління тяговим проводом. В основному їх використовували в силових перетворюючих установках для управління безколекторним асинхронними та вентиляторними тяговими двигунами, інверторами на електровозах змінного струму, а також для діагностики електричних ланцюгів. Всі ці системи безумовно, мають різні схеми вирішення, хоча структурна схема у всіх однакова: система датчиків – пристрій вводу – мікропроцесорний пристрій – пристрій виводу – виконуючі елементи. У залежності від конкретно поставленої задачі система датчиків повинна забезпечити мікропроцесор всією необхідною інформацією, а виконуючі елементи повинні безперебійно передавати керуючу взаємодію на відповідне тягове обладнання. Потужність комп'ютера, його швидкодія та об'єм пам'яті визначаються перш за все складністю поставленого завдання.

Умови експлуатації ЕРС висуває доволі високі потреби до його електричного механізму та обладнання. Ці вимоги не обходять стороною і мікропроцесорну техніку: тут необхідна стійкість не тільки до вібрацій та коливань, але й до кліматичного впливу, оскільки рухомий склад експлуатуємо і влітку та взимку. Окрім цього є цілий ряд специфічних вимог до блока живлення і організації гальванічної розв'язки від високовольтних ланцюгів локомотива.

Одна із найважливіших особливостей мікропроцесорних систем управління тяговим рухомим складом полягає в тому, що такі системи є системами реального часу. Це в свою чергу, пред'являє відповідні вимоги до програмного забезпечення, включаючи вимоги до її організації. Програмне забезпечення повинне реагувати на закономірності та випадкові події із завчасно обумовленого переліку в жорстко заданих інтервалах часу, вихід за межі яких не допускається.

Основні типи систем автоматичного керування. Сьогодні зі всіх систем локомотивної автоматики найбільш передовими по частині об'єму та складності вирішення задач є саме системи автоматичного керування. Вони поділяються на три основні групи, в прямій залежності від класу рухомого складу:

- автоматичне керування приміськими поїздами;
- автоматичне керування локомотивами пасажирського поїзда;
- автоматичне керування локомотивами вантажного поїзда.

Хоча ціль застосування систем автоматичного керування для всіх груп одна, для кожної з них вона реалізується по різному через корінні розбіжності в особливостях експлуатації ЕРС, яких варто розглянути детальніше.

Приміський електропоїзд. Цей клас рухомого складу з'являється в середині 50-х років, коли ріст пасажиропотоку та його переміщення на невеликі відстані виникла потреба створити поїзд, здатний за короткий час розвинути велику технічну швидкість. Ці та деякі інші причини зумовили виникнення моторвагонного рухомого складу, коли склад поїзда складається з однакової кількості моторних та причіпних вагонів і апарати управління встановлені лише в головних вагонах.

Моторвагонний рухомий склад має значний запас по силі тяги завдяки великій кількості рушійних осей, відносно невелику масу, тому здатний реалізувати прискорення до $0,75 \text{ м/с}^2$. Його експлуатація пов'язана із великою кількістю зупинок і частою зміною режимів руху «розгін-гальмування»; зазвичай такі поїзда використовуються на ділянках з найбільш інтенсивним рухом, де необхідно точно дотримуватись розкладу.



Рис. 1 Апаратура УСАВП та її розміщення у кабіні електричного поїзда



Рис. 2. Пульт керування електропоїздом обладнаний УСАВП

Виходячи з цього, була визначена концепція системи автоматичного керування приміського електропоїзда:

- дотримання часу ходу по перегону;
- виконання розкладу руху поїздів для конкретного маршруту;
- дотримання швидкісного режиму, виключаючи перевищення встановленої швидкості, у тому числі в місцях обмеження швидкості;
- дотримання вимог сигналів світлофорів;
- розрахунок кривої руху поїзда з врахуванням потреб мінімізації розходу електроенергії;
- вимірювання фактичної швидкості руху і порівняння її до розрахункової відповідно із цього вмикання потрібної тяговою позиції;
- розрахунок координати знаходження поїзда (особливо в умовах недостатньої видимості);
- оповіщення пасажирів назви зупинок;
- оповіщення про закривання автоматичних дверей;

- оповіщення правил поведінки в приміських поїздах;
- повідомлення локомотивній бригаді необхідної інформації про місця підвищеної пильності, сигналів автоматичної локомотивної сигналізації, місця обмеження швидкості, про зупинки та станції.

Перші зразки системи автоматичного керування приміських електропоїздів (САВПЕ) були створені у ВНДІЗТ (ВНИИЖТ) ще у 80-х роках минулого століття. Для виконання графіка руху та економії електроенергії в системі автокерування реалізований механізм регулювання часу ходу, заснований на попередньому розрахунку траєкторії руху поїзда для заданого розкладу. Побудована крива руху розбивається системою на режими ведення. Велика кількість коротких перегонів і мале число ходових позицій контролера (всього 4), а також особливості кіл управління в електропоїзді при скиданні позицій обумовлюють особливий режим ведення електропоїзда, який в значному числі випадків є послідовністю «розгін – вибіг – гальмування».

На довгих перегонах система реалізує схему з декількома включеннями тяги, тобто режим «розгін – вибіг – тяга – вибіг – тяга... – вибіг – гальмування». По аналогічній схемі реалізується і підтримка швидкості, наприклад, при проходженні по ділянці з обмеженою допустимою швидкістю руху. Розраховані траєкторії узагальнено задаються у вигляді параметрів (коефіцієнтів), що описують швидкість розгону і середня швидкість. Такий підхід дозволив побудувати швидкий регулятор часу ходу, весь процес регулювання при цьому укладається в один такт вимірювання управління. При цьому програма, що керує, є достатньо компактною і реалізована на процесорах 8086, які в більш пізніх приладах САВПЕ були замінені на 80386sx і 80386ex.

Система застосовує прицільне гальмування поїзда при наближенні до світлофорів, що

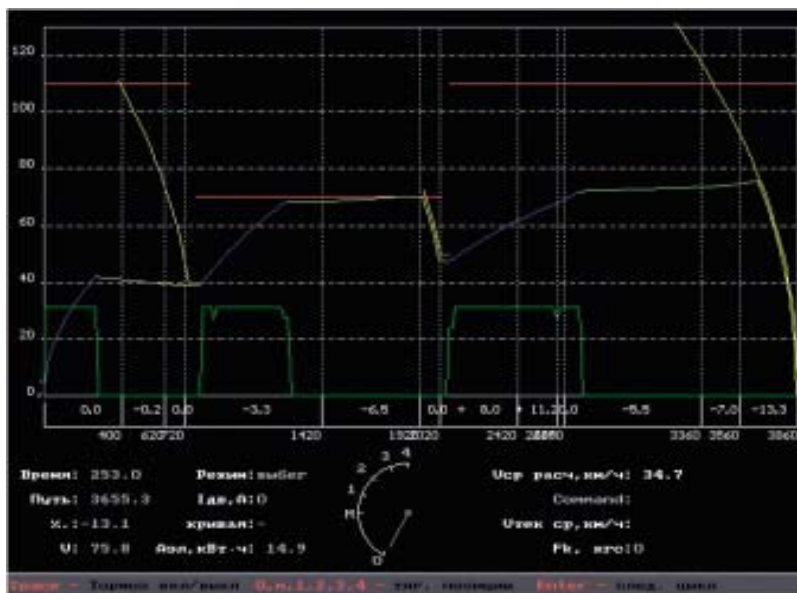


Рис. 3 Приклад графіків кривих руху (вісь абсцис — перегін: елементи профілю, величина ухилів; ось ординат — швидкість).

Умовні позначення: --- допустимі швидкості; --- гальмівні траєкторії; --- крива вимірювання тягового струму; --- крива руху в тязі; --- крива руху у вибігу

швидкості і АЛСН, індикатора повідомляє машиніста про наближення до переїздів, мостів, тунелів, нейтральних вставок, постів виявлення нагріву букс (приладам ПОНАБ, ДИСК), а також про обмеження швидкості, жовтому і червоному сигналах АЛСН.

Ця функція, по перше, сприяє підвищенню безпеки руху, привертаючи увагу локомотивної бригади до місць і подій, що вимагають підвищеної пильності або дотримання

особливих умов; а по друге, полегшує працю машиніста і його помічника, позбавлених тепер від необхідності читати інформаційні повідомлення для пасажирів.

Сьогодні на електропоїздах застосовуються уніфіковані системи автоматичного керування поїзда УСАВП і УСАВП-Л. У системі УСАВП застосований контролер 6030 серій MICROPS фірми Octagon Systems. Створення декількох модифікацій систем автоматичного керування, впровадження їх більш ніж у 40 депо зажадало розробки як уніфікованої програми, що управляє, так і технології (відповідними програмними засобами) підготовки даних.

У галузевому Центрі впровадження «Желдорконсалтинг» у 2000 році була розроблена універсальна програма, що керує, яка, маючи незалежне від системи ядро, забезпечена необхідним набором низькорівневих драйверів, безпосередньо керівників апаратурою конкретної системи. Величезний об'єм роботи по впровадженню системи зажадав розробки автоматизованого робочого місця підготовки даних, програмно-апаратні засоби, які істотно скорочують термін створення бортової бази даних.

Пасажирський електровоз. Створення системи автоматизованого керування для цього класу рухомого складу було обумовлене необхідністю підтримки високої середньої технічної швидкості поїзда. Це вимагає великого запасу по силі тяги за умови, що склад пасажирського поїзда в 4-7 разів легше вантажного, оскільки кількість вагонів в ньому істотно менша, а тому менше і питомий опір руху. Локомотив повинен розвивати прискорення в межах $0,2 \text{ до } 0,25 \text{ м/с}^2$. Сучасні серійні пасажирські електровози мають від 18 до 43 ходових позицій контролера.

У завдання автоматичного керування пасажирського електровоза входять:

- дотримання часу ходу по перегону;
- виконання розкладу руху для конкретного номера поїзда на ділянці між заданими станціями з точністю до 1 хвилини;
- дотримання режиму встановлених на ділянці проходження швидкостей руху, зокрема в місцях дії обмежень швидкості;
- дотримання сигналів світлофорів, що вимагають зниження швидкості або зупинки;
- розрахунок кривої руху поїзда, зокрема реалізація механізму нагання запізнення з урахуванням вимог по мінімізації витрати електроенергії;
- розрахунок координати місцезнаходження поїзда;
- вибір позиції контролера машиніста, виходячи з розрахованої енерго-оптимальної траєкторії, з урахуванням мінімізації числа його перемикачів;
- вимірювання фактичної швидкості руху і порівняння її з розрахунковою;
- організація взаємодії приладу автоматичного керування і машиніста за допомогою відображення на індикаторі всієї інформації про режими руху поїзда (зворотний зв'язок);
- повідомлення локомотивної бригади необхідної інформації про місця підвищеної пильності, сигнали автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН), місця обмеження швидкості, про наближення до станцій, про розташування пристроїв, мимо не якого обходженого пройти з відключеною тягою.

Пасажирські електровози працюють на перегонах значної довжини, на ряду напрямів проходячи без зупинок відстань до 550 км. Розрахунок такої траєкторії заздалегідь, до поїздки, неможливий, оскільки, на відміну від електропоїзда, вага складу (число вагонів поїзда) стає відомою тільки безпосередньо перед відправленням поїзда.

Крім того, необхідно оперативно будувати траєкторію руху з урахуванням обмежень, що є до моменту відправлення, швидкості. Все це припускає необхідність розрахунку траєкторії руху поїзда прямо на борту електровоза в системі автоматичного керування. Таку траєкторію

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
потрібно будувати як енерго-оптимальну, тобто таку, яка мінімізує витрату енергії по переміщенню конкретного поїзда по заданому маршруту за певний час.



Рис. 4 Пасажирський електровоз ЧС-7



Рис. 5 Кабіна керування електровоза ЧС-7 обладнаного САВП

Енерго-оптимальні траєкторії мають фіксований набір режимів: розгін з максимальним прискоренням, гальмування з максимальним сповільненням, вибігання, підтримка (стабілізація) швидкості. При цьому, якщо на траєкторії знаходяться декілька ділянок стабілізації швидкості, то на всіх цих ділянках підтримувана швидкість повинна мати однакову величину.

Проблема побудови енерго-оптимальної траєкторії полягає в наступному. Для ділянки без обмежень швидкості і з постійним профілем можна розрахувати точки зміни режимів теоретично. При введенні ж реального профілю і обмежень швидкості теоретично завдання не вирішується, а чисельні методи, які пропонувалися в 80-х роках, приводять до дуже великого часу обчислень через перебору значного числа варіантів управління.

Ученими ВНИИЖТ був запропонований метод оптимізації, що дозволяє будувати енерго-оптимальну траєкторію руху за розумний час (не більше хвилини для ділянки завдовжки 200 км., що має 1000 елементів профілю, 20 обмежень швидкості, і 80 вагонному складі). Цей метод оптимізації дозволяє автоматично (без перебору) врахувати профіль і всі обмеження швидкості, розрахувати початок попередніх вибігань перед спусками і інші режими. Очевидно, що для практичної реалізації енерго-оптимальної траєкторії необхідно дотримувати, в першу чергу, швидкісний режим, а не режим управління контролером машиніста, оскільки останній залежить від безлічі чинників, які неможливо врахувати заздалегідь. У числі цих чинників напруга контактної мережі, кількість вагонів в складі, метеоумови, реальний опір руху складу, залежне від температури навколишнього середовища, включення підвагонних генераторів, пристроїв освітлення, опалювання та ін. Маючи швидкісну оптимальну траєкторію як базу, система автоматичного керування повинна включати в свій склад механізм реалізації заданої швидкості за допомогою контролера машиніста.

На відміну від електропоїзда система управління пасажирського електровоза дозволяє реалізовувати режим підтримки заданої швидкості або швидкості, близької до заданої. Довгі перегони припускають наявність такого режиму. В той же час тягово високошвидкісні характеристики електровоза постійного струму мають значні області, для яких ходові позиції контролера відсутні. По цьому необхідний регулятор часу ходу і швидкості, що дозволяє реалізовувати енерго-оптимальну траєкторію, дотримуючи точки зміни режимів, що забезпечує в той же час мінімізацію числа перемикачів контролера і збереження заданого відхилення від швидкості стабілізації. Величина цього відхилення залежить від того, які втрати енергії при стабілізації швидкості вважаються допустимими. При розрахункових оцінках додаткова витрата енергії приймається прямо пропорційною квадрату відношення величини відхилення швидкості до швидкості стабілізації, а на практиці допустимими вважаються відхилення в межах 10%.

Регулятор, відробляє ділянки стабілізації швидкості, не може бачити просто класичним ПІ- або ПІД- регулятором, що реагує на фактичний вихід із заданої трубки по допустимому відхиленню швидкості. Це визначено двома основними причинами. По перше, необхідно витримати точку закінчення режиму стабілізації по всіх трьох координатах (шлях, швидкість, час), так як наступний найбільш ймовірний режим - вибіг, а відхилення на початку вибігу по швидкості на величину вище допустимої може привести до значної зміни швидкості в кінці вибігу. По друге, регулятор, що не враховує профіль, буде переключатись значно частіше, ніж регулятор, інтегрально враховує профіль на ділянці стабілізації. Таким чином, стає об'єктивно необхідним мати регулятор, що аналізує всю ділянку підтримки швидкості. Система автоматичного керування повинна мати механізм інтелектуального нагону, тобто враховувати вимоги мінімізації додаткової витрати енергії на наганяння, що передбачає реалізацію нагону не між двома найближчими (зонними) станціями, а на всьому шляху прямування, якщо, звичайно, це можливо (як правило, це залежить від поділу протяжних ділянок на диспетчерські зони обслуговування).

В системі автоматичного пасажирського електровоза мовний інформатор виконує функції, аналогічні функціям інформатора електропоїзда.



Рис. 6 Вантажний електровоз ВЛ-10

Вантажний електровоз, на відміну від вже згаданих класів тягового рухомого складу, має ряд особливостей. Цей тип локомотивів може використовуватися на граничній потужності, при цьому на деяких ділянках маршруту можливе зниження швидкості складу навіть при максимальному тяговому зусиллі. Число ходових позицій контролера невелике: від 15 на електровозах постійного струму до 36 на електровозах змінного струму. Як і на пасажирських

локомотивах, на електровозах постійного струму є значні області на тяговій характеристиці, для яких немає відповідних ходових позицій контролера. Перегінний час ходу залежить від ваги складу. Часто застосовується режим руху, що вимагає адаптації швидкості руху до сигналів АЛСН (їзда в потоці). Існують серйозні обмеження на вибір режиму управління локомотивом, пов'язані з гранично допустимими зусиллями в складі. Тому прискорення поїзда, як правило, мале і не перевищує $0,1 \text{ м/с}^2$.

Система автоматичного керування вантажного електровоза повністю включає в себе систему автоматичного керування пасажирського електровоза, так як всі завдання ведення пасажирського поїзда необхідно вирішувати і при управлінні вантажним складом. Крім того, можна виділити завдання, специфічні для вантажного автоматичного керування, а саме:

- обмеження сил в складі на допустимому рівні відповідно до плану і профілю шляху, а також схеми формування складу;
- формування сигналів, що керують, забезпечують допустимі повздовжньо-динамічні сили в складі;
- управління локомотивом з максимальним використанням його тягових можливостей.

Застосування мікропроцесорної системи автоматичного керування для управління подачею піску залежно від профілю і плану шляху, показників прослизання колісних пар і погодних умов дозволить забезпечити якнайповніше використання потужності локомотива при

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
заданому рівні надійності тягового устаткування, різко зменшить витрата піску і засмічення ним баластної призми.

В даний час у ВНІЖТ створюються алгоритми роботи системи автоматичного керування, що дозволяють обмежувати поздовжньо-динамічні сили в складі на безпечному рівні. Все це дозволяє зробити вивід про можливість створення повноцінної системи автоматичного керування вантажного електровоза в самій найближчій перспективі.

Апаратне забезпечення систем автоматичного керування

Експлуатаційні вимоги до електроніки систем автоматичного керування достатньо жорсткі. Вироби для застосування на рухомому складі входять до тієї ж групи, що і вироби для космосу і авіації, а деякі вимоги, що пред'являються до залізничної апаратури, жорсткіші, ніж авіаційні (наприклад, вібро- і ударо- міцність). Апаратура системи автоматичного керування зберігає працездатність в наступних умовах експлуатації:

- діапазон робочих температур від -40 до +55°C;
- діапазон температур зберігання від -55 до +60°C;
- відносна вологість повітря до 95% при +25°C без конденсації вологи;
- вібрація в діапазоні частот від 1 до 150 Гц при амплітуді віброприскорення по вертикальній і горизонтальній осях до 1g;
- синусоїдальна вібрація в діапазоні частот від 5 до 7 Гц при амплітуді вібропереміщення до 5,0 мм, в діапазоні частот від 7 до 10 Гц при амплітуді вібропереміщення до 2,5 мм і в діапазоні частот від 10 до 150 Гц при амплітуді віброприскорення до 1g;
- одиночні удари з максимальним прискоренням до 7,5g і тривалості 10-60 мс;

діапазон вхідної живлячої напруги 36-72 В або 80-160 В.

При цьому завдання розрахунку оптимальної траєкторії вимагає наступної обчислювальної потужності:

- процесор Pentium з тактовою частотою 166 Гц або вище;
- оперативна пам'ять не менше 32 Мбайт;
- флеш-диск об'ємом не менше 16 Мбайт.

З периферії на процесорній платі повинні бути 2 COM-порта і 1 EPP сумісний паралельний порт, порт для Ps/2 клавіатури. Бажано мати на платі SVGA-адаптер, вхід миші і IDE- і FDD-інтерфейси. Для розширення процесорна плата повинна мати один з роз'ємів типу Pc/104 або Isa-8.

Спочатку за основу була узята процесорна плата у форматі Pc/104 на базі мікропроцесора GX компанії National Semiconductor. Вона відповідала пред'явленим вимогам, але мала два недоліки - достатньо високе споживання (до 25 Вт) і, як наслідок, примусову вентиляцію процесора. Тому ця плата була використана лише для створення досвідченої системи автоматичного керування електровозом.

Зрештою ми зупинилися на процесорній платі Cpu686 фірми Fastwel, виконаної у форматі MICROP (Octagon Systems). Плата Cpu686 виконана на базі сучасного процесора GXLV (мал. 2), при цьому її енергоспоживання понижене на 30%, у зв'язку з чим не потрібна система примусового охолодження компонентів. Укрупнено структура системи автоматичного керування і її зв'язку з ланцюгами управління локомотивом показані на рис. 8.

Циклічні системи простіші у проектуванні і відлагоджуванні, проте, якщо потрібна миттєва реакція на подію, то слід віддавати перевагу подієво-циклічним системами. Для електрорухомого складу, як правило, час реакції до 1 секунди на будь-яку виникаючу подію не є критичним, тому допустимо будувати чисто циклічні програми.



Рис. 7 Модуль центрального процесора CPU686 фірми Fastwel

Програмне забезпечення системи автоматичного керування електропоїзда (САВПЕ) базується на тому, що всі події в системі можуть бути оброблені за один цикл вимірювання-управління. Це обумовлено малим об'ємом обрахованого безпосередньо на борту. Тому бортова програма САВПЕ була написана без застосування спеціальних програмних засобів реального часу. Вона є програмою під MS-DOS, перенесену на бортовий обчислювач.

В той же час програма автоматичного керування для пізніших модифікацій систем автоматичного керування приміських поїздів (УСАВП і УСАВП-Л), а також систем автоматичного керування пасажирського (УСАВПП) і вантажного (УСАВПГ) електровозів має ряд модулів, час роботи яких значно перевищує один цикл вимірювання-управління і, більш того, заздалегідь не визначено (Рис. 8). До таких завдань відносяться розрахунок оптимальної траєкторії і попередній розрахунок позицій контролера на ділянках стабілізації швидкості. Організація роботи програми за наявності ряду завдань з різним часом обчислень і різними пріоритетами вимагає спеціальних програмних засобів.

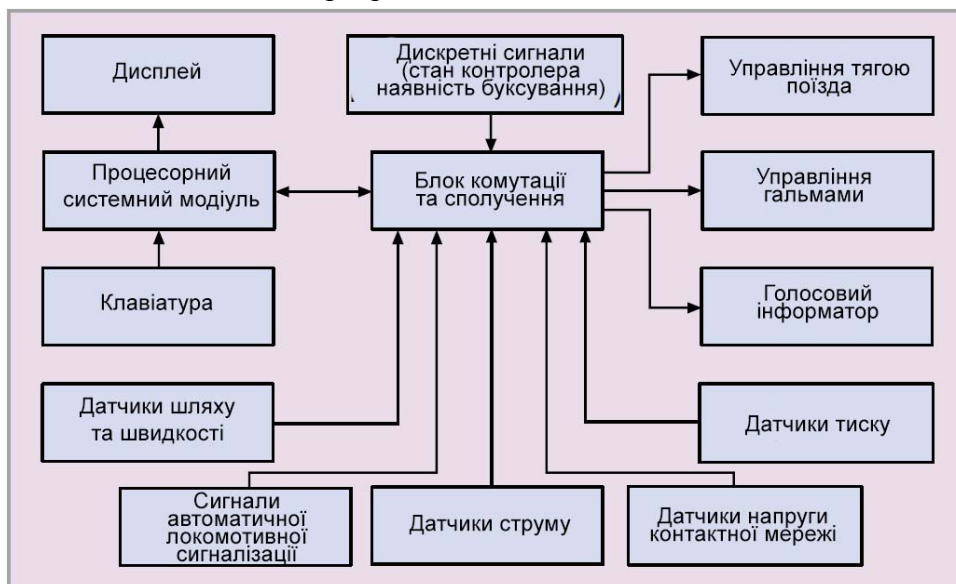


Рис. 8 Блок схема роботи системи автоматичного керування поїздом

Такі засоби представляються операційними системами реального часу, які дають можливість організувати багато задане середовище на системному рівні, зміни пріоритетів, працювати в жорсткому тимчасовому циклі, обмінюватися повідомленнями між різними завданнями, мати механізми захисту системи від збоїв.

Відомо, що ні MS-DOS, ні Windows будь-яких версій системами реального часу не є. Тому при створенні системи автоматичного керування електровоза Чс7 встало питання про підбір операційної системи реального ремені (ОС РВ).

ОС РВ повинні задовольняти наступні критерії:

малий час на перенесення програми розрахунку оптимальної траєкторії руху, яка є у варіанті бібліотеки DLL під Win32;

- невеликий час на освоєння власне операційної системи;
- мінімальні витрати на покупку операційної системи;
- мінімальні витрати на ліцензування кожної копії операційної системи на борту.

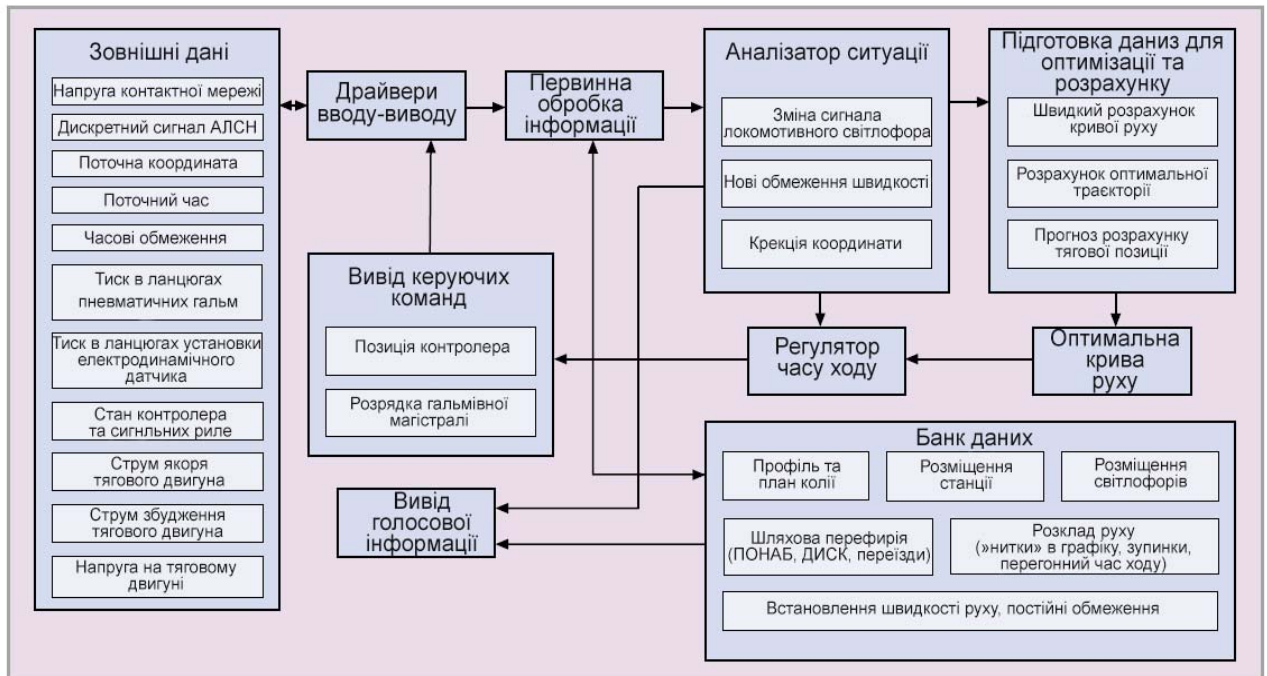


Рис. 9 Блок-схема роботи керуючої програми електровоза

З вживаних операційних систем реального часу сьогодні найбільш популярні QNX, Vxworks/tornado, Os-9, Windows CE. QNX є однією з найпоширеніших операційних систем реального часу і дозволяє будувати могутні мережеві системи управління. В той же час ця ОС має UNIX-подібний інтерфейс прикладного програмування, що викликає певні проблеми з перенесенням наявної програми оптимального розрахунку і її тестуванням. Крім того, потрібний значний час для вивчення власне операційної системи. Вартість базового пакету QNX складає більше десяти тисяч доларів, при цьому необхідно платити за кожен копію операційної системи на борту кожного локомотива.

Такі ж проблеми виникають і з використанням Tornado і Os-9. Вони вимагають перенесення програми оптимізації траєкторії під новий компілятор, значних засобів на базовий набір операційної системи і платного ліцензування кожної копії. Що стосується Windows CE, то експерти не рекомендують використовувати її сьогодні як операційна система реального часу у відповідальних застосуваннях зважаючи на недостатню надійність її роботи. Крім того, всі вказані проблеми, окрім перенесення програми оптимізації, властиві і їй.

В результаті вивчення ринку операційних систем реального часу було ухвалено рішення використовувати Rtos-32 фірми Ontime Informatik GMBH. Ця операційна система підтримує базові функції API Win-32, файлові системи Fat-16, Fat-32, включаючи підтримку флеш-дисків, а головне - забезпечує коректне виконання EXE і DLL-модулів, побудованих під Win32, без змін. Крім того, Rtos-32 володіє різними можливостями організації пріоритетів завдань, обміла повідомленнями між завданнями, обміла через поштову скриньку, жорсткого трактування, роботи з апаратними перериваннями і портами. При необхідності можна доповнити пакет

графічною бібліотекою, що підтримує інтерфейс, схожий на прийнятий в Win32. Важливо і те, що вартість цієї операційної системи відносно низка, а подальше ліцензування при тиражуванні готової системи на кожен локомотив не потрібне. Надійність Rtos-32 доведена її застосуванням в системах управління літальними апаратами, вчасності, апарату Ratan.

Використання Rtos-32 дозволило в короткий термін розробити так називає мий програмний каркас, тобто описати різні завдання з їх пріоритетами і механізм взаємодії завдань, який є універсальним для пасажирського і вантажного автоматичного керування.

Висновок: Сьогодні у стадії дослідної експлуатації знаходиться система автоматичного керування електровоза ЧС7, побудована на базі процесорного модуля Fastwel Cpu686. Як операційна система застосована Rtos-32. Програма автоматичного керування на борту проводить розрахунок траєкторії руху, що забезпечує мінімізацію витрат енергії на тягу. Крім того, системою вирішується завдання підбору позицій контролера машиніста, що забезпечують істотне наближення до оптимальної траєкторії при мінімізації числа перемикачів.

Впровадження систем автоматичного керування електропоїзда спочатку припускало зниження витрати електроенергії обладнаними складами в середньому на 5%. Реально економія електроенергії в різних депо склала від 3 до 18% від існуючих норм витрати, що підтвердилося спеціально проведеними вимірами в контрольних поїздах.

Наприклад, точніше виконання графіка руху в порівнянні з ручним управлінням збільшує пропускну спроможність участка на 10-12%, а число позапланових гальмувань знижується на 10-15%. Наряду з цим є непрямі переваги, які неможливо оцінити рублевим еквівалентом. Система дозволяє швидко наблизити рівень управління поїздом молодосвідченого машиніста до рівня кваліфікованого фахівця і навчити його правильному вибору режимів ведення поїзда. Таким чином, система виконує функції тренажера для локомотивної бригади, знижуючи витрати на навчання. Нарешті, головне - система дозволяє підвищити безпеку руху за рахунок звільнення машиніста від ряду рутинних операцій по керуванню поїздом.

Гришканьч Р.О.

Научный консультант - к.т.н., доц. Бабьяк Н.О.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЕЗДОМ

В работе анализируются системы автоматического управления поездами. Предложено оборудовать грузовые электровозы Львовской железной дороги системами автоматического управления с целью повышения надежности их работы, повышения пропускной способности и экономии энергоресурсов.

Вовк Л.І.

Науковий керівник - доц. Гревцов С.В.

ЗНАЧЕННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ, ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ

В статті розглянуто сучасний стан розвитку контрейлерних перевезень в Україні, їх переваги та недоліки. Приведена історія розвитку контрейлерних перевезень в Україні. Досліджуються питання підвищення ефективності контрейлерних перевезень у країнах Європи та в Україні. Розглянуто вплив діяльності контрейлерних перевезень на розвиток транспортної галузі.

Постановка проблеми: Україна має вагомі передумови для посилення своєї ролі як транзитної держави. Це її геополітичне становище та розвинений транспортний комплекс, тому

в наш час транзитний потенціал набуває стратегічного значення. Інтеграція України в Європейський Союз вимагає використання сучасних організаційних форм та прогресивних технологій у перевізному процесі. Основною проблемою транспортного комплексу є завантаженість автошляхів. Одним із найбільш дієвих способів по розвантаженню міжнародних автомобільних трас може стати розширення контрейлерних перевезень – транспортування автомобілів з вантажами залізничним транспортом. Необхідно зазначити, що контрейлерні маршрути для внутрішніх перевезень України безперспективні. «Ставати на рейки» має сенс тільки для подолання відстаней у тисячу кілометрів і більше. Тому контрейлер в Україні головним чином орієнтований на транзитний потенціал. Виходячи з цього можна зробити висновок, що в нашої держави велике майбутнє, але економічний та інфраструктурний рівні не відповідають тим вимогам, які надходять ззовні, тому актуальність проблеми перспектив розвитку контрейлерних перевезень для України залишається гострою на сьогодні. Судячи з темпів розвитку національної транспортної системи – повне вирішення проблеми поки не очікується, але вирішується малими темпами і частинами.

Аналіз публікацій:

Питання змішаних, комбінованих, інтермодальних перевезень у міжнародному сполученні висвітлювались у роботах таких вчених, як: Аветикян М.А., Бутко Т.В., Гаджинський А.М., Галабурда В.Г., Данько М.І., Донченко А.В., Дьомін Ю.В., Кірпа Г.М., Котенко А.М., Крупа А.Г., Ломотько Д.В., Мироненко В.К., Миротин Л.Б., Мямлін С.В., Павленко А.П., Пшінько О.М., Савчук О.М., Тітов Н.Ф., Огар О.М., Баланов В.О., Троцький М.В., Яновський П.О., Ширяєва С.В. та інших вітчизняних і закордонних вчених.

Основний виклад матеріалу: Контрейлерні перевезення – комбіновані залізнично-автомобільні перевезення причепів, напівпричепів, трейлерів (причепів для великовагових неподільних вантажів) або знімних кузовів на залізничній платформі. В Європі таку технологію називають «Rolling road» («шосе, що біжить»), тобто перевезення автомобіля на залізничній платформі з пониженою підлогою.

Перевагами контрейлерних перевезень виступають менша, у порівнянні з іншими видами транспорту, вартість перевезень; фіксований графік перевезення, незначний транзитний час; безпека перевезення, збереження вантажів на шляху транспортування; прискорені митні та прикордонні процедури оформлення документів; зменшення негативного впливу на оточуюче середовище.

Недоліком контрейлерної технології вважається необхідність перевезення самого автомобіля (зменшується коефіцієнт використання вантажопідйомності вагона), а також водія, для якого необхідно створити комфортні умови.

Комбіновані перевезення дозволяють комплексно і більш ефективно використовувати всю наявну інфраструктуру транспортної мережі країни. Використання залізничних вагонів для перевезення автопоїздів і напівпричепів (контрейлерів) із наступною доставкою їх за допомогою автотранспорту має потенційні переваги порівняно з перевезеннями самим лише автомобільним транспортом.

Контрейлерні перевезення – перспективний напрямок у розвитку залізничного транспорту України не тільки з точки зору їх ефективності, а також внаслідок широкого їх поширення на залізницях країн Європи і Росії, тому для України, як транзитної країни, перспектива цих перевезень і необхідність їх запровадження є безальтернативною. Контрейлерні перевезення вже давно запроваджені на теренах Європи і активно розвиваються в Росії. Наприклад, в Угорщині ще з 80-их років регулярно курсують комбіновані поїзди, які перевозять каміони (автофургони) з

Туреччини та Болгарії до Австрії і Німеччини. Звичайним явищем вони стали у Франції, Німеччині та інших країнах. Для європейського простору перевезення в змішаному автомобільно - залізничному виконанні вже давно не нововведення. На даний момент контрейлерний вантажообіг в Європі оцінюється в 70 млн т. У ряді випадків контрейлерні перевезення є невід'ємною частиною маршруту через діючі обмеження екологічного та іншого характеру, що стосуються автомобільних перевезень: обмеження осьового навантаження; заборона руху великовантажних та вантажних автомобілів по певних днях тижня та по конкретним трасам; незадовільний стан дорожнього покриття; Низька пропускна здатність наявних автомобільних шляхів. Крім того, на відміну від країн постсоціалістичного табору, вартість перевезення однієї тонни вантажу європейськими залізницями в три рази менше, ніж автомобільним транспортом. У такій ситуації розвиток контрейлерних поїздів становить великий інтерес, особливо з урахуванням фінансового заохочення з боку держави, яке компенсує автотранспортників половину витрат, відносячи їх на статтю захисту навколишнього середовища і збереження експлуатаційної якості автомобільних доріг. Задача пошуку ефективності бімодальних перевезень повинна вирішуватись комплексно, одним з напрямків оцінки ефективності бімодальних перевезень є пошук оптимального маршруту перевезень вантажів, тому що поряд з найменшими питомими витратами на перевезення вантажів досягається підвищення надійності доставки вантажів. У зв'язку з тим, що стан автошляхів в Україні значно поступається за якістю закордонним автошляхам, це приводить до збільшення витрат на експлуатацію та ремонт.

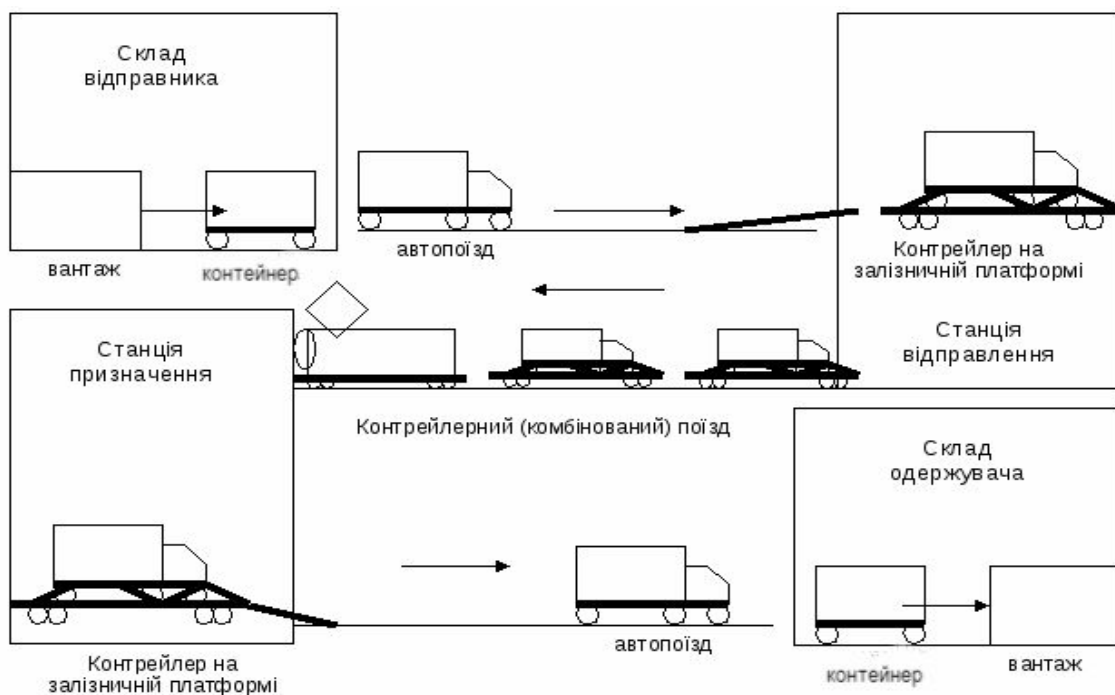


Рис. 1 Принципова схема контрейлерних перевезень залізничним транспортом

На залізницях України в 90-их роках минулого століття здійснювалися поодинокі контрейлерні перевезення, це були, як правило, дослідні перевезення. У 1996 році був здійснений пробний маршрут із Дніпропетровська на угорську прикордонну станцію Захонь. У 1998 році за маршрутом Луганськ – Київ – Катовіце через Україну прослідував перший комерційний контрейлерний поїзд. У 1999 році здійснено дослідний рейс на комерційній основі транзитом через Україну за маршрутом Молдова – Україна – Росія і ряд інших рейсів сумісно з Угорщиною, Польщею і Росією. Але це були ще нерегулярні перевезення. У квітні 2002 року Укрзалізниця та Білоруська залізниця та АТ «Литовські залізниці» підписали Угоду про організаційні і експлуатаційні аспекти комбінованих перевезень в міжнародному сполученні

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
між залізницями України, Білорусі та Литви. Результатом співпраці став проект під назвою «Вікінг». 6 лютого 2003 у рейс вирушив перший потяг.

У грудні 2011 року поїзд «Вікінг» отримав сертифікат про реєстрацію товарного знаку «VIKING TRAIN». «Всесвітня організація інтелектуальної власності», в яку входять 185 держав-членів, підтвердила реєстрацію товарного знака до 30 грудня 2021 року.

19 грудня 2012 року, в результаті наради, що пройшла в Києві, до проекту під назвою "Вікінг" приєдналась Болгарія. Також бажання вступити до проекту виявили й інші країни. Зараз ведуться перемовини з Молдовою, Грузією, Туреччиною, Азербайджаном та Скандинавськими країнами. Раніше зацікавленість проектом висловлювали Сирія та Ліван. В планах УДЦТС «Ліски» був пошук партнерів з метою подовження маршруту потягу «Вікінг» до ст. Самарканд-Узбецької залізниці за участю переправ Іллічівськ – Поті, Баку – Туркменбаші, а також у напрямку Поті – Баку – Актау – Алмати.

В квітні 2003 р. за маршрутом Київ – Славкув (Польща) вирушив контрейлерний поїзд «Ярослав». В 2003-2005 рр. поїздом «Ярослав» було перевезено 3,2 тис. автопоїздів. На той час послуга перевезень контрейлерно-придатних вантажів користувалась великим попитом і була рентабельною. Користування потягом «Ярослав» знімало багато проблем з перевізників, зокрема при отриманні дозволу перетину кордону. Але прийняття змін до митного законодавства та полегшення умов роботи перевізників значно скоротило зацікавленість вантажовласників контрейлерними перевезеннями. На початку 2006 р. збільшили тарифи польські залізничники, потім підвищились тарифи при перевезенні вантажів територією України, державою не було запроваджено відповідних тарифних дотацій на контрейлерні перевезення, тому автоперевізникам стало не вигідно користуватися такою послугою.

В 2009 році відбулося відродження контрейлерних перевезень, пробний потяг «Ярослав» здійснив перший, після чотирирічної перерви, проїзд за маршрутом Київ – Славкув(Польща).

На території України лідером в сфері організації перевезень вантажів між країнами СНД, Прибалтики, Європи й Азії виступає український державний центр транспортного сервісу «Ліски». Введення спеціальних тарифів на перевезення вантажів – це основний пріоритет для ефективної організації контрейлерних перевезень. У нинішніх умовах Укрзалізниця ставить перед собою завдання залучення додаткових обсягів перевезень у конкурентних сегментах транспортного ринку, а це в першу чергу організація контейнерних і контрейлерних перевезень. А в перспективі – ще глибше проникнути в Європу. Уже зараз можна мобілізувати центральні, а не тільки прикордонні термінали та сформувати транспортну логістику так, щоб, завантаживши автомобіль на європейський рухомий склад, швидко добратися до пункту перевантаження, переставити на платформи широкої колії й через Україну везти далі в Росію і Казахстан. У перспективі намічається швидкісний контрейлерний маршрут Санкт-Петербург – Київ – Іллічівськ і ряд інших.

Висновок: Отже, розвиток транспортних коридорів в Україні, в тому числі і контрейлерних перевезень, дозволить ефективно використати вдале географічне розташування нашої країни на карті Європи, що, у свою чергу, буде сприяти створенню нових робочих місць; значно збільшиться кількість замовлень українським підприємствам, а головне, це дозволить підняти рівень інвестиційної привабливості інфраструктури, що розвивається, забезпечить статус України як транзитної держави, сприятиме інтеграції національної транспортної системи в міжнародну транспортну систему та реалізації національних стратегічних інтересів.

На мою думку, це також підніме економіку країни та відбудеться популяризація транспортних послуг, які надає Україна. При наявності вже існуючої розвиненої базової

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
інфраструктури міжнародних автомобільно-залізничних вантажних перевезень, консолідація технологій автомобільного та залізничного транспорту має бути пріоритетом для подальшого розвитку торговельно-транспортних відносин на міждержавному рівні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Розвиток контейнерних перевезень в Україні та досвід перевезень в європейських країнах. / Баланов В.О., Дніпропетровськ, 2012;
2. Проблеми та перспективи розвитку контейнерних перевезень в Україні./ Репіч Т.А., НУХТ
3. Визначення сфери ефективності біомодальних перевезень./ О.М. Огар, Харків, 2013
4. Укрзалізниця. Комбіновані перевезення. Режим доступу:
http://uz.gov.ua/cargo_transportation/intermodal_transportation/container_and_piggyback/

Вовк Л.И.

Научний консультант: доц. Гревцов С.В.

ЗНАЧЕНИЕ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

В статье рассмотрено современное состояние развития контейнерных перевозок в Украине, их преимущества и недостатки. Приведенная история развития контейнерных перевозок в Украине. Исследуются вопросы повышения эффективности контейнерных перевозок в странах Европы и в Украине. Рассмотрено влияние деятельности контейнерных перевозок на развитие транспортной отрасли.

Галас Я.І., Жінчин Ю.А.

Науковий консультант - к.т.н., доц. Баб'як М.О.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

У роботі розглянуто можливість використання рухомого складу третього покоління в умовах Львівської залізниці, для чого досліджуються тягові характеристики електровозів ВЛ10, ВЛ11м та 2ЭС6, 2ЭС10.

Актуальність проблеми: оновлення рухомого складу згідно транспортної стратегії України на період до 2020 року.

Мета роботи. Дослідження та порівняння технічних та тягових характеристик електровозів в умовах Львівської залізниці.

Об'єкт дослідження. Електрорухомий склад постійного струму колії 1520 мм.

Предмет дослідження. Характеристики електровозів ВЛ10, ВЛ11м, 2ЭС6 та 2ЭС10.

Львівська залізниця навіть у найскрутніші часи своєї роботи залишається воротами України до Євросоюзу. За таких умов всі вантажні поїзди на ділянках, що електрифіковані постійним струмом, обслуговуються електровозами ВЛ11м, що були виготовлені у 1985 – 1988 роках (рис.1) [1]. Доля пасажирських перевезень залежить від електровозів серії ВЛ10, які були виготовлені ще давніше у 70 - тих роках минулого сторіччя (рис.2) [2].

Одним із шляхів покращення використання електровозів на Львівській залізниці є модернізація їх окремих систем при капітальному ремонті.

Забезпечення перевезення через Карпатський перевал за допомогою штовхачів, або ж використання до чотирьох електровозів ВЛ11м з різними схемами формування поїздів (табл.1) [3] на даний час дозволяє капітальний ремонт і продовження терміну експлуатації такого рухомого складу.

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"



Потужність на валах тягових двигунів, кВт	
а) годинного режиму	5360
б) тривалого режиму	4600
Конструкційна швидкість, км/год	100
Швидкість, км/год	
а) годинного режиму	48,7
б) тривалого режиму	51,2
Натиск колісної пари на рейку, кН	23
Маса електровоза, т	184

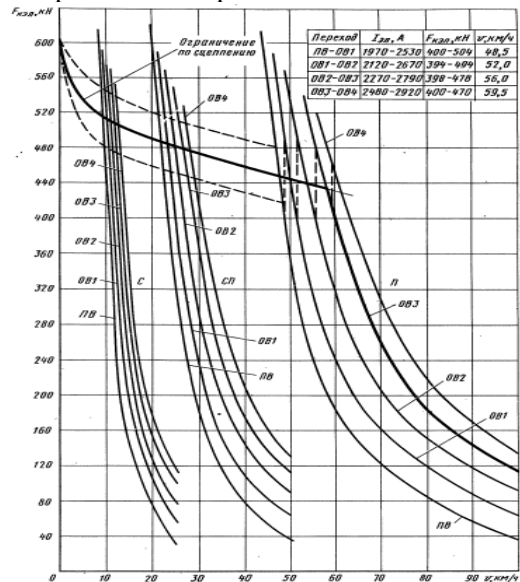


Рис. 1. Характеристики електровоза ВЛ11м



Потужність на валах тягових двигунів, кВт	
а) годинного режиму	5360
б) тривалого режиму	4600
Конструкційна швидкість, км/год	100
Швидкість, км/год	
а) годинного режиму	48,7
б) тривалого режиму	51,2
Натиск колісної пари на рейку, кН	23
Маса електровоза, т	184

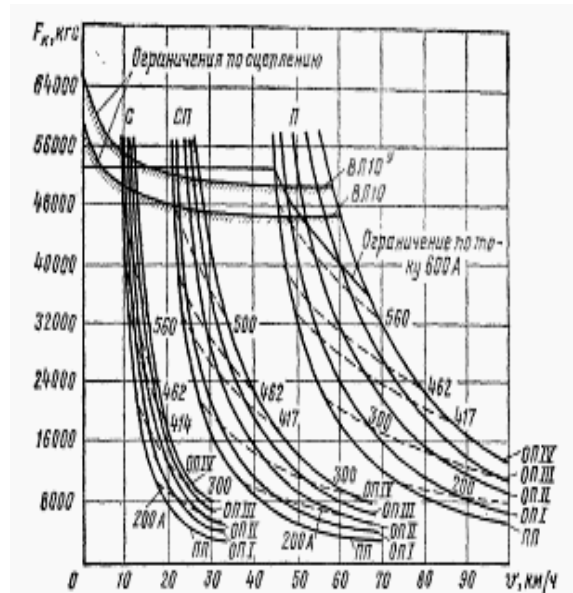


Рис. 2. Характеристики електровоза ВЛ10

Таблица 1 - Кількість задіяних електровозів ВЛ11м для перевезення вантажних поїздів різної ваги на ділянках Карпатського перевалу

Дільниця	Вага поїзда, т	Напрямок	Кількість в голові поїзда	Кількість підштовхуючих електровозів
Лавочне – Воловець	до 2400	Непарний	1	1
	2400-3600		2	1
	3600-4600		3	1
Воловець – Лавочне	до 1800	Парний	1	1
	1800-3000		2	1
	3000-4000		3	1
Любенці – Лавочне	3600-4600	Непарний	1	1
Сянки – Ставне	до 5000	Парний	1	1
Ставне – Сянки	до 2000	Непарний	1	1
Стрілки – Сянки	1800-3600	Непарний	2	1
	3600-5000			

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"

На даний час в Російській Федерації на заміну електровозів старого зразка в умовах Уральських гір запроваджено електровози третього покоління 2ЭС6 та 2ЭС10, що випускаються підприємством ВАТ «Уральський завод залізничного машинобудування» ЗАТ «Група Синара» і міжнародним концерном Сіменс АГ, які призначені для роботи з вантажними поїздами на залізницях колії 1520мм електрифікованих постійним струмом, напругою 3000 В.

За даними виробника, електровози серії ЭС6 та ЭС10 будуть виконуватись в односекційному, двохсекційному і трьохсекційному виконанні, що дозволяє машиністу прохід з однієї кабіни управління до хвостової секції. Електровози 2ЭС10 виконуються двохсекційними з двома кабінами управління, восьмивісними з чотирма візками. Також передбачена можливість зчеплення і з'єднання по колах управління двох електровозів (2ЭС10+2ЭС10) або одного восьмивісного електровоза 2ЭС10 і чотирьохвісної секції електровоза 2ЭС10 по системі багатьох одиниць із синхронним управлінням із будь якої кабіни [4, 5].



За даними виробників електровозів можна порівняти і оцінити технічні характеристики вітчизняних та закордонних (СНД) електровозів, які можуть забезпечувати перевезення на Карпатському перевалі з поїздами вагою 4600 т.

Дослідна експлуатація електровоза ДЕ1-008 в локомотивному депо Львів-Захід мала низку зауважень до цієї серії електровозів, а в подальшому - до закриття програми їх випуску.

На даний час в умовах Придніпровської залізниці експлуатуються випущені Тбіліським електровозобудівним заводом електровози ВЛ11мб, які за своїми характеристиками не відрізняються від

Рис. 3 – Схеми експлуатації 2ЭС6 і 2ЭС10 ВЛ11м.

Львівський локомотиворемонтний завод проводив модернізацію кабіни машиніста і системи керування електровозів ВЛ11м, що покращує умови праці локомотивних бригад, але не підвищує їхні експлуатаційні характеристики.



Потужність на валах тягових двигунів, кВт

- а) годинного режиму 6440
- б) тривалого режиму 6000

Конструкційна швидкість, км/год 120

Швидкість, км/год

- а) годинного режиму 49,2
- б) тривалого режиму 50,8

Натиск колісної пари на рейку, кН 24,5

Маса електровоза, т 200

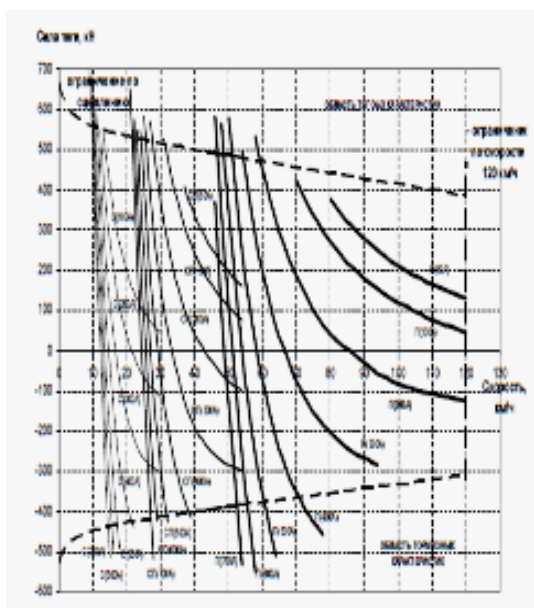


Рис. 4. Характеристики електровоза 2ЭС6



Потужність на валах тягових двигунів, кВт	
а) годинного режиму	8800
б) тривалого режиму	8400
Конструкційна швидкість, км/год	120
Швидкість, км/год	
а) годинного режиму	49,2
б) тривалого режиму	50,5
Натиск колісної пари на рейку, кН	24,5
Маса електровоза, т	200

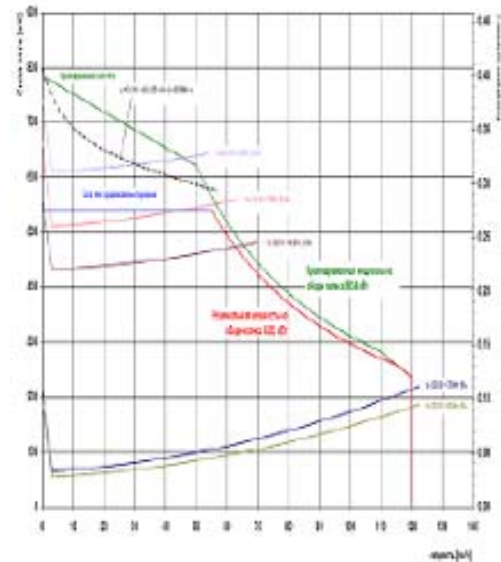


Рис. 5. Характеристики електровоза 2ЕС10

При величезних потужностях українських заводів з'явилась можливість частково оновити локомотивний парк Львівської залізниці російськими електровозами постійного струму серій 2ЕС6 (рис.4) [4] та 2ЕС10 (рис.5) [5], що є представниками рухомого складу третього покоління, виробництва ВАТ "Уральський завод залізничного машинобудування".

Здавалося б, що новий рухомий склад дозволить вирішити всі проблеми локомотивного господарства. Однак, з новими електровозами з'являються нові проблеми, можливо навіть, складніші за існуючі. Йдеться не тільки про відсутність навиків обслуговування чи ремонтної бази у локомотивних депо. При нових формах господарювання у локомотивному господарстві це питання буде знято чи повністю, чи частково, за рахунок сервісу і обслуговування виробником нової техніки та впровадження новітніх технологій у процес ремонту.

Щодо експлуатаційних навиків локомотивних бригад сумнівів не виникає, оскільки досвідчені машиністи, наприклад локомотивного депо Львів-Захід, швидко самі оволоділи новою технікою, а також спромоглися за короткий термін передати навички молодому поколінню. Недоліки в роботі обладнання, що виникали при випробуванні електровозів постійного струму серій 2ЕС6 та 2ЕС10 в умовах Львівської залізниці, швидко усувалися, завдяки організованій взаємодії представників ВАТ "Уральський завод залізничного машинобудування" з локомотивними бригадами локомотивного депо Львів-Захід та фахівцями кафедри ЕРС і Львівської філії ДНУЗТу.

З метою встановлення доцільності введення електровозів даної серії в експлуатацію, фахівцями ДНУЗТу спільно з працівниками локомотивного депо Львів – Захід по заводських характеристиках, що надані заводом-виробником розраховували критичну вагу поїзда і розрахункову швидкість. Ці розрахунки проводились вимірювально-обчислювальним комплексом спеціалізованої тягово-енергетичної вагон-лабораторії (ТЕВЛ), який у процесі експлуатаційних випробувань фіксує такі параметри: пройдений шлях; час ходу; швидкість руху поїзда; зусилля на автозчепках; струм та напруга тягових електродвигунів в режимі тяги та електричного гальмування; температура тягових електродвигунів; позиції контролера машиніста та спрацювання окремих апаратів; тиск у гальмівній системі; витрати електроенергії; сигнали АЛС; барометричний тиск та температура навколишнього середовища.

На даний час електровози ВЛ11м використовують у двохсекційному виконанні, хоча можуть працювати по системі багатьох одиниць. Це призводить до перевитрат електроенергії на

деяких локомотивах, що працюють в режимі штовхача, або не забезпечується розрахована кратна сила тяги при невідповідності ваги поїзда до розрахованої норми.

Для прикладу розглянемо існуючу схему ведення поїзда вагою 4600 т електровозом ВЛ11м на ділянці Львів – Лавочне – Чоп (рис.6):

- відправлення зі станції Львів з одним електровозом ВЛ11м;
- станція Любенці - причеплення електровоза ВЛ11м в хвіст поїзда в якості штовхача;
- станція Лавочне – причеплення в голову поїзда ще двох електровозів ВЛ11м;
- станція Воловець – відчеплення всіх штовхачів ВЛ11м;
- слідування до станції Чоп з одним електровозом ВЛ11м.

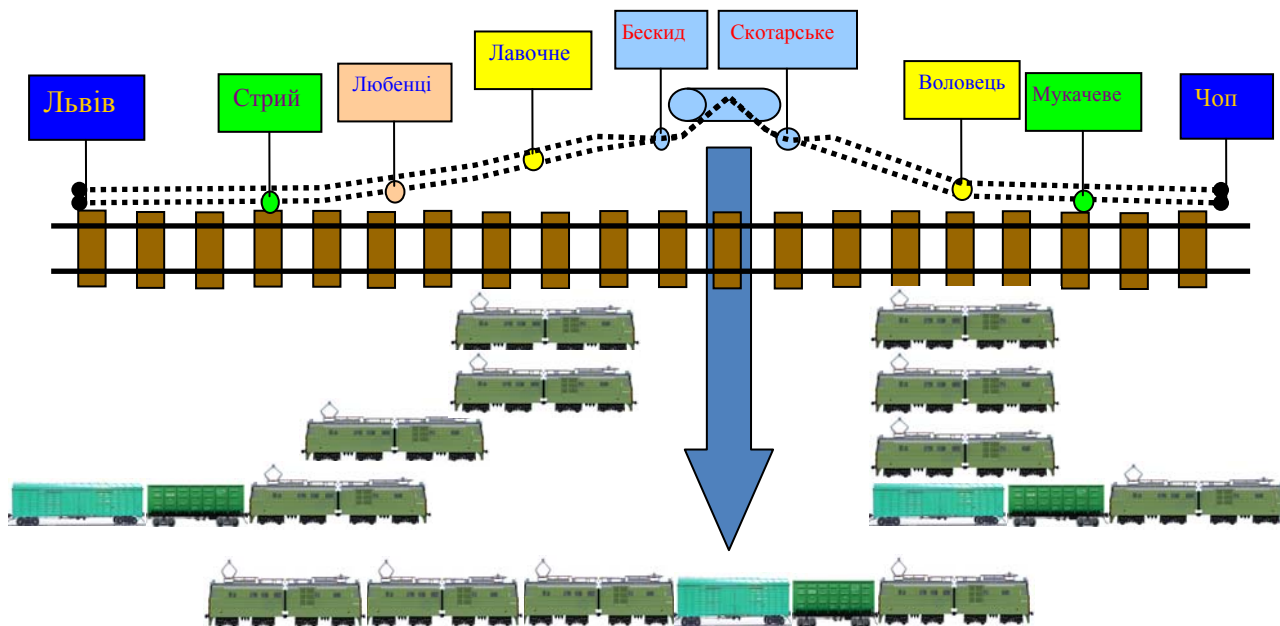


Рис. 6 - Схеми ведення поїздів на ділянці Лавочне – Воловець

Отже, на даний момент для ведення вантажного поїзда даною вагою через перевал Лавочне – Бескид – Скотарське, нам необхідно використання чотирьох електровозів серії ВЛ11м.

З цією метою, для встановлення критичної ваги для перспективних електровозів 2ЭС6 і 2ЭС10 доцільно провести порівняльні розрахунки з електровозами ВЛ10 і ВЛ11м.

За допомогою програмного забезпечення графоаналітичної системи Railway 2010, було зімітовані поїздки на даній ділянці, з метою визначення критичної ваги поїзда. На ділянці Львів – Чоп лімітуючим є перегін Лавочне – Бескид, оскільки це найскладніший відрізок колії Карпатських перевалів Львівської залізниці з найкрутішим ухилом.

Всі розрахунки проводяться відповідно до наказу № 755/Н від 12.12.2005 року «Про порядок формування та руху пасажирських, вантажних поїздів через Карпатські перевали електровозами серії ВЛ10, ВЛ11м із застосуванням рекуперативного гальмування».

Дослідження характеристик для усіх електровозів проводилося із встановленою ваговою нормою 1200т. При розрахунках отримано режимну карту імітованої поїздки, а також можливість обчислити критичну масу поїзда для даної ділянки для усіх серій електровозів [6].

Визначення максимальної ваги поїзда проводиться підбором шляхом додавання середньої ваги одного вагона. При цьому встановлено, що максимальна вага поїзда для електровоза ВЛ10 становить 1260т. Розрахунок обмеження сили тяги електровоза по максимальній вазі проводимо також методом підбору, в результаті чого було встановлено, що електровоз ВЛ10 не зможе провести поїзд вагою 1350 т.

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
Аналогічно проводяться розрахунки для всіх типів локомотивів.

Було встановлено максимальну вагу поїзда для електровоза ВЛ11м 1350 т., для електровоза 2ЭС6 – 1620 т., для електровоза 2ЭС6 – 1880 т.

Результати всіх імітованих дослідних поїздок зводимо в узагальнену таблицю 2.

Таблиця 2 – Узагальнені дані імітованих дослідних поїздок

Електровоз	Потужність електровоза в тривалому режимі, Р, кВт	Максимальна вага поїзда на перегоні Лавочне-Бескид, Q, т	Прогнозоване збільшення ваги поїзда на ділянці, %	Кількість двосекційних локомотивів для ваги 4600т
ВЛ10	4600	1260	0,93	4
ВЛ11м	4600	1350	1	4
2ЭС6	6000	1620	1,20	3
2ЭС10	8400	1890	1,40	3

Враховуючи те, що ВАТ «Уральський завод залізничного машинобудування» пропонувалося до експлуатації електровози серій ЭС6 і ЭС10 у односекційному, двосекційному та трьох секційному виконанні, у даній роботі пропонується розглянути інші схеми експлуатації цих локомотивів на Карпатському перевалі.

Перший варіант передбачає використання потужностей двохсекційних електровозів 2ЭС6 на всій ділянці Львів – Чоп при умові заміни всього парку електровозів ВЛ11м. У такому випадку, згідно прогнозованих даних, максимальна вага поїзда на перегоні Лавочне-Бескид може становити для трьох двосекційних електровозів одиниць – 4860 т., для чотирьох – 6480 т.

Другий варіант передбачає використання трьохсекційних 3ЭС6 у якості штовхачів, а двохсекційних 2ЭС6 у якості головних. У такому випадку, згідно прогнозованих даних, максимальна вага поїзда на перегоні Лавочне-Бескид може становити 4455 т.

Третій варіант передбачає використання потужностей трьохсекційних електровозів 3ЭС6 і використання трьохсекційних 3ЭС6 у якості штовхачів на перегоні Лавочне-Бескид. У такому випадку, згідно прогнозованих даних, максимальна вага поїзда на перегоні Лавочне-Бескид може становити 5265 т.

Результати розрахунків всіх прогнозованих поїздок зводимо до таблиці 3.

Таблиця 3 – Прогнозовані дані згідно результатів імітованих дослідних поїздок

Електровоз	Максимальна вага поїзда на 1 секцію електровоза на перегоні Лавочне-Бескид, Q, т	Кількість секцій локомотивів, що необхідна для ваги 4600т по системі багатьох одиниць	Максимальна вага поїзда для двосекційних електровозів на перегоні Лавочне-Бескид, Q, т	Максимальна вага поїзда для двосекційного електровоза в голові і трисекційного штовхача 2ЭС10 Q, т	Максимальна вага поїзда для трисекційного електровоза в голові і трисекційного штовхача 2ЭС10 Q, т	Максимальна вага поїзда для 4 двосекційних електровозів на перегоні Лавочне-Бескид, Q, т
ВЛ10	630	8 (7,3)	5040 (4)	4095	-	5040
ВЛ11м	675	7 (6,8)	5400 (4)	4185	4860	5400
2ЭС6	810	6 (5,7)	4860 (3)	4455	5265	6480
2ЭС10	945	5 (4,8)	5670 (3)	4725	5670	7560

З таблиці видно, що електровози 2ЭС6 і 2ЭС10 потужніші і їх кількість на Карпатських перевалах для ведення поїзда встановленої ваги менша ніж нинішніх ВЛ11м, а при трьохсекційному виконанні їх необхідно в двічі менше.

Тобто, три електровоза 2ЭС6 можуть провести поїзд вагою 4850 т., у той час, коли трьома електровозами ВЛ11м можна провести лише 4050 т. Для електровоза 2ЭС10 це значення становить 5670 т.

У порівнянні з чотирма електровозами ВЛ11м (максимум 5400 т), електровози 2ЭС6 можуть провести поїзд вагою 6480 т. Електровози 2ЭС10, у свою чергу, забезпечують при такій схемі рух поїзда на даній ділянці з вагою 7560 т.

Враховуючи, що збільшення ваги поїзда призведе до збільшення його довжини, що не буде задовольняти експлуатаційні довжини станцій на всій ділянці Львів – Чоп, можна застосувати схему з одним 2ЭС10 у голові і одним 3ЭС10 у якості штовхача у голову поїзда. При цьому вага поїзда може становити 4725 т.

Оскільки кінцева мета роботи полягає в уніфікації парку електровозів Львівської залізниці, найбільш оптимальною є схема з одним 3ЭС10 у голові і одним 3ЭС10 у якості штовхача у хвіст поїзда. При цьому максимальна розрахована вага поїзда становить 5670 т.

Висновки. При використанні сучасного електрорухомого складу в умовах Львівської залізниці можна досягнути:

- зменшення витрат електроенергії;
- вивільнення локомотивних бригад;
- покращення умов роботи локомотивних бригад;
- збільшення міжремонтного пробігу;
- збільшення середньодобової продуктивності за рахунок підвищення вагової норми поїздів;
- підвищення пропускної спроможності без додаткових вкладень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Электровоз ВЛ 11м. Руководство по эксплуатации. – М. Транспорт, 1994 – 416 с.
2. Электровозы ВЛ 10 и ВЛ10у. Руководство по эксплуатации Под ред. О.А. Кикнадзе – М. Транспорт, 1981 – 519 с.
3. Наказ 755/Н від 12.12.2005. Про порядок формування та руху пасажирських, вантажних поїздів через Карпатські перевали електровозами серії ВЛ10, ВЛ11м із застосуванням електричного гальмування. – Л.: Управління Львівської залізниці, 2005 – 3 с.
4. Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 с коллекторными тяговыми электродвигателями. Руководство по эксплуатации. – В.П. Уральские локомотивы, 2008. – 1202 с.
5. Электровоз магистральный грузовой постоянного тока 2ЭС10. Руководство по эксплуатации. – В.П. Уральские локомотивы, 2011. – 1154 с.
6. Гетьман Г.К., АрпульС.В., Демчук Р.Н., Забарилло Д.А. Эксплуатационные испытания электровозов 2ЭС6 и 2ЭС10 на Львовской ж.д. (част 2, стор 69 – 74).
7. М.О. Баб'як, М.Д. Грилицький. Про деякі особливості розрахунку зносу контактних пластин. // Вісн. Східноукр. нац. ун – т. – 2011. №4 (158) ч. 1 – С. 232 – 236.
8. Осипов С.И. Основы электрической и тепловозной тяги. – М.: Транспорт, 1985.
9. Техничко-економические расчеты в эксплуатации железных дорог. / И.Б. Сотников, А.А. Выганов, Ф.С.

Галас Я. И., Жинчин Ю. А.

Научный консультант - к.т.н., доц. Баб'як Н. А.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЛЬВОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В работе рассмотрена возможность использования подвижного состава третьего поколения в условиях Львовской железной дороги, для чего исследуются тяговые характеристики электровозов ВЛ10, ВЛ11м и 2ЭС6, 2ЭС10.

Бандрівський П.П.

Науковий консультант - к.т.н., доц. Баб'як М.О.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ МІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У роботі розглядається можливість заміни автобусів та тролейбусів міста Львова перспективними транспортними засобами – електробусами.

Актуальність проблеми полягає у зношеності міського комунального автобусного парку та електротранспорту у Львові, високій вартості нафтопродуктів, та енергетичній залежності України від інших держав.

Мета роботи: дослідження особливостей міського транспорту з електричною тягою.

Об'єкт дослідження: міський пасажирський транспорт.

Предмет дослідження: експлуатаційні характеристики міського транспорту.

На сьогоднішній день в комунальному господарстві України гостро постає питання переходу на більш економічний вид міського транспорту. Пріоритетом є заміна на транспорті двигуна внутрішнього згорання електричним двигуном.

У даній роботі пропонується порівняти відомі розробки міського електротранспорту, його етапи розвитку та модифікації з метою вибору найбільш прийнятних параметрів для нового транспортного засобу для перевезення пасажирів в умовах Львова. Для цього нижче будуть розглянуті транспортні засоби з автономними та неавтономними елементами живлення електричного транспорту, що рухаються на рейковій та безрейковій основі.

На даний час Україна перебуває в енергетичній залежності від інших держав. Закупівля нафтопродуктів потребує значних коштів. Виникає потреба економії та пошуку альтернативної тяги. У той же час в Україні у достатньому обсязі виробляється електрична енергія, як на традиційних електростанціях, так і на сучасних вітрових та сонячних, енергії яких достатньо для забезпечення окремих видів споживачів.

Сучасні світові столиці поступово переходять на альтернативні види енергії, запроваджують сучасні технології у машинобудуванні. Враховуючи наявність виробничих потужностей у місті Львові таких як ЛАЗ і Електрон, постає питання не тільки складання з іноземних запчастин автобусів, тролейбусів та трамваїв, але й випуску власного сучасного транспорту для забезпечення перевезення пасажирів.

Для того, щоб забезпечити надійність і функціональність майбутнього транспортного засобу, необхідно дослідити історичний та технічний розвиток міського транспорту.

Двигун внутрішнього згорання було винайдено наприкінці 19 століття. Це геніальне відкриття здійснило значний поштовх у галузі машинобудування, дало людству нові можливості у пересуванні на великі відстані. Крім того, принцип роботи цього двигуна є досить простим. Він потребував тільки одного – палива. Зважаючи на ці обставини двигун внутрішнього згорання близько ста років не мав собі рівних у популярності використання. Лише з недавнього часу, коли почали впроваджуватися нові технології і все більше поставало питання про економію, екологію, люди задумалися над альтернативою двигуну внутрішнього згорання. Всі згадали про давно забутий автомобіль на електричній тязі.

Електромобіль з'явився раніше за двигун внутрішнього згорання. Перший електромобіль у вигляді візка з електродвигуном було створено 1841 року. Після цього електромобілі пройшли ряд оновлень і у 1899 році у Санкт-Петербурзі російський винахідник Іполит Романов створив

перший російський електромобіль. На ньому використовувався свинцевий акумулятор системи Барі, що мав 36 вольтових стовпів і потребував підзарядки кожних 64 кілометри. Сумарна потужність становила 4 кінські сили і машина могла змінювати швидкість у 9 градаціях від 1,6 до 37,4 км/год.

Перехід до електричної тяги здійснювався поступово. Електромобілі створювалися як для загального використання, так і для міських транспортних перевезень. Останнє давало можливість великої економії, тому це питання зацікавило майже всі провідні держави світу.

Першим суттєвим кроком до переходу на електричну тягу стало впровадження комбінованого рухомого складу з електричним приводом. До таких транспортних засобів належали тролейбуси та гіробуси.

Тролейбус – безрейковий механічний засіб контактного типу з електричним приводом, що одержує електричний струм від зовнішнього джерела живлення через дводровову контактну мережу за допомогою штангового струмоприймача.

Перший тролейбус був створений у Німеччині інженером Вернером фон Сіменсом [1]. Експериментальна тролейбусна лінія довжиною 591 ярд, відкрита компанією Siemens&Halske у передмісті Берліна Галензі (Halensee), діяла з 29 квітня по 13 червня 1882 [2].



Рис. 1 – «Electromote» Сіменса — перший у світі тролейбус. Галенз, 1882 рік.



Рис. 2 – Гібридна кінно-тролейбусна лінія. Гамбург, 1914 рік.

Інший Німець, Макс Шейман, у 1914 році запустив гібридну кінно-тролейбусну лінію у Гамбурзі від порту в місто. За 1 рейс ця система перевозила 5 тонн вантажу. Оскільки у той час, тролейбуси ще не були розвинені, то вони служили як засіб посилення кінських возів.

У регулярній експлуатації тролейбус з'явився в Британії, в 1910 році. Англійці скаржилися на гуркіт трамвая по бруківці на вузькій вулиці. Тоді один з трамвайних вагонів просто поставили на колеса з пневмошинами, до переднього моста приробили торпеду і кермо, зверху зробили дві штанги. Переробити тодішній примітивний двовісний вагон з штанговим струмоприймачем у тролейбус було нескладно.

На початку XX століття тролейбуси існували тільки як допоміжний варіант для трамвайних шляхів, без перспективи використання в жвавих міських центрах, працюючи для «дедалі більшого, але роз'єданого населення» [4].

Перший тролейбус СРСР ЛК-1 (Лазар Каганович) пішов у Москві, в 1933 році.

В Україні 5 тролейбусів моделі ЛК-5 вперше з'явилися у Києві 5 листопада 1935 року на ділянці між пл. Дзержинського і пл. Л. Толстого.



Рис. 3 – Перший пасажирський тролейбус в СРСР на випробувальній лінії. Москва, 1933 рік.



Рис. 4 – Перший серійний тролейбус СРСР ЛК-1. Москва, 1933 рік.

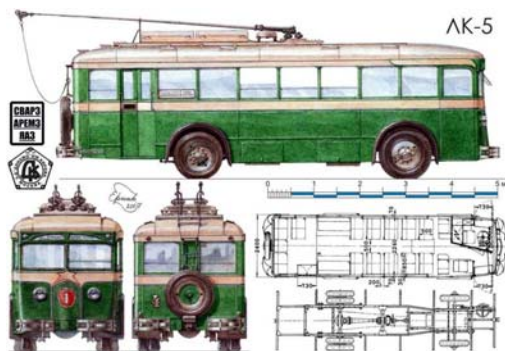


Рис. 5 – Перший пасажирський тролейбус ЛК-5 у Києві. 1935 рік.



Рис.6 Курсування тролейбусів у Львові



Рис. 7 Курсування тролейбуса у Львові на проспекті Шевченка



Рис. 8 Експлуатація тролейбуса Skoda у Львові



Рис. 9 – Двоповерховий тролейбус ЯТБ-3 в Москві, 1933 - 1948 р.



Рис. 10 – Двоповерховий тролейбус Блек Кантрі в Дадлі, Великобританія.

Двоповерхові тролейбуси були широко поширені у європейських містах. У 1938 році в Москві експлуатувалися двоповерхові тролейбуси ЯТБ-3, однак перша ж зима показали їх недоліки: сніг та ожеледь ускладнювали керування важкою машиною і викликали її небезпечно розгойдування. Крім того, висота тролейбуса була обмежена висотою існуючої контактної мережі, розрахованої на звичайні тролейбуси, і низькі стелі створювали незручності пасажиром.



Рис. 11 – Трьохсекційний зчленований тролейбус Hess lighTram 3 у Цюриху

Тролейбус має як переваги, так і недоліки у порівнянні з іншими видами міського громадського транспорту.

Переваги у порівнянні з трамваем:

- Тролейбус використовує те ж дорожнє полотно, що і автомобільний транспорт, в той час як рух по трамвайних коліях може бути ускладненим або навіть повністю забороненим. В результаті економиться міський простір і значно знижуються капітальні витрати на будівництво тролейбусної лінії.
- Тролейбус може відхилятися від осі контактної мережі на відстань до 4,5 м, завдяки чому порівняно легко маневрує в транспортному потоці і не має проблем з об'їздом перешкод.
- Гумові шини тролейбуса мають краще зчеплення з дорогою, ніж металеві колеса трамвая, що дозволяє експлуатувати його на трасах з великими ухилами (до 8...12 %).
- Тролейбус звичайно використовує спільні з автобусами зупинки, розташовані на тротуарі. Зупинки трамвая на суміщеному полотні розташовані в глибині дороги і вимагають виходу пасажирів на проїжджу частину.
- Тролейбус може проходити по кривим меншого радіуса, ніж трамвайний вагон [5].
- Оскільки тролейбус має дводротову систему електропостачання, то він не викликає появи підземних блукаючих струмів, які різко скорочують термін служби дорогих підземних металевих споруд [5].

Переваги у порівнянні з автобусом:

- Тролейбуси не забруднюють повітря в місті вихлопними газами.
- Тролейбус може працювати по системі багатьох одиниць.
- Термін служби рухомого складу тролейбуса більше, ніж термін служби автобуса.
- Витрати на обслуговування тролейбусного парку нижче, ніж на автобусний парк.
- Собівартість перевезень тролейбусним транспортом нижче, ніж автобусним.
- При експлуатації на гірських трасах тролейбус не вимагає установки спеціального ретардера, оскільки його роль виконує тяговий двигун.
- Двигун тролейбуса допускає досить значні за величиною короточасні перевантаження. Електродвигун може розвивати повну потужність у всьому діапазоні швидкостей, що також важливо при експлуатації в гористій місцевості.
- На тролейбус можна встановити систему рекуперації енергії в контактну мережу, що забезпечує економію електроенергії, особливо на ділянках зі складним рельєфом.
- Тяговий електродвигун більш надійний, ніж двигун внутрішнього згоряння [5]
- Сучасний тролейбус значно менш шумний, ніж автобус. Основними джерелами шуму в тролейбусах є компресор, системи опалення та кондиціонування, а в деяких моделях — ще й

головний редуктор, мотор-генератор та системи управління двигуном. В сучасних тролейбусах ці шуми або усунені, або значно знижені.

- Тролейбус використовує електричну енергію, що виробляється на електростанціях, ККД яких вище, ніж у двигуна автобуса. Причому, джерелом електроенергії для тролейбуса може служити будь-яка доступна електростанція.
- Місткість низькопідлогового тролейбуса зазвичай більше, ніж у низькопідлогового автобуса, оскільки не потрібно місця для розміщення паливних баків, двигун та агрегати трансмісії тролейбуса набагато компактніші, а частину електроустаткування можна розмістити на даху.

Недоліки у порівнянні з автобусом:

- Початкові витрати на розгортання тролейбусної системи вищі, ніж для автобусної, оскільки вимагають будівництва тягових підстанцій та контактної мережі.
- Тролейбус споживає більше електроенергії, ніж трамвай [7].
- Провізна здатність тролейбусної лінії не перевищує таку ж у автобусної лінії і, звісно, завжди нижче, ніж у трамвайної лінії [5].
- Тролейбус дуже чутливий до стану дорожнього покриття та контактної мережі [8]. При необхідності проїхати пошкоджену ділянку дороги доводиться значно знижувати швидкість, щоб уникнути сходу штанг з дротів контактної мережі.
- На відміну від трамвая, кузов тролейбуса не заземлений, тому потрібно прийняття додаткових заходів забезпечення електробезпеки: контроль струму витoku, забезпечення подвійної ізоляції електричних кіл, регулярні перевірки стану ізоляції.
- Тролейбусна мережа має порівняно низьку гнучкість через прив'язку до контактної мережі.
- Конструкція спецчастин контактної мережі (вигинів на поворотах, перетинів, стрілок, з'єднань на розвідних мостах) вимагає проходити їх на зниженій швидкості (іноді до 5 км/год. [8]).
- Існує небезпека зупинки на знеструмленому ділянці на перетині і тролейбусній стрілці.
- Фактично неможливий обгін одного тролейбуса іншим, якщо це не передбачено контактною мережею — для цього необхідно опускати штанги на одному з тролейбусів.
- Тролейбус більше, ніж трамвай, чутливий до обмерзання контактних проводів. Поганий контакт призводить до швидкого зносу контактних вставок, які в цьому випадку доводиться міняти кілька разів за робочу зміну.
- Контактна мережа тролейбуса захаращує вулиці та площі міст; плутанина проводів і підвісних тросів виглядає не естетично і псує історичний вигляд міста [5]. Тролейбус, не оснащений системою автономного ходу не може відхилитися від контактної мережі більше, ніж на 4,5 метра, що іноді призводить до ускладнень при об'їзді дорожніх заторів і пошкоджень контактної мережі. При значному відхиленні від контактної мережі необхідно знижувати швидкість, щоб уникнути сходу штанг з дротів контактної мережі.

Застосування систем автономного ходу і дуобусів частково вирішує ці проблеми. Тролейбус може оснащуватися системою автономного ходу, яка дозволяє забезпечувати енергією двигун у випадку, якщо немає доступу до контактної мережі. Як джерело енергії може використовуватися акумулятор, або генератор, що працює від двигуна внутрішнього згорання. Зазвичай системи автономного ходу використовуються для руху на незначні відстані (менше кілометра). Проте існують тролейбуси, розраховані на тривалий рух поза контактною мережею. Такі тролейбуси по суті є електромобілями, позбавленими недоліку - тривалого часу зарядки без можливості переміщення.

Дуобус – універсальний вид транспорту, який є водночас і тролейбусом, і автобусом. Застосовуються переважно у містах, тому часто є поєднанням автобуса та тролейбуса.

Англійською – Dual-Mode bus. Для експлуатації дуобуса потрібна автомобільна дорога, а іноді контактна мережа. Він рухається за допомогою дизель/бензинового + електричного двигуна, завдяки яким він може розвивати швидкість до 120 км/год. Така машина має два повноцінні двигуни: один внутрішнього згоряння, а другий електричний, при тому має також електрообладнання від звичайного тролейбуса. При цьому кожен з двигунів передає момент кручення до ведучого моста (їх може бути два у тривісній машині, у дуобусів стандартної довжини ведучі колеса переважно задні) окремою карданною передачею: два двигуни (електричний та дизельний/бензиновий) незалежно передають момент кручення до коліс.

Також дуобусами є вантажно-технічні тролейбуси, або **тролейвози**. Їм потрібен ДВЗ, оскільки вони часто обслуговують місця без контактної мережі, а іноді, і дуже далекі до неї. Дуобусами є і дизель-тролейвози, які ще створювалися до Другої світової війни з електричним двигуном і дизельним з метою заощадження пального. Нині вони вже вийшли з експлуатації. Вантажно-технічні тролейбуси дотепер використовуються у деяких містах. Часто зі справжніми дуобусами плутають тролейбуси з можливістю автономного ходу.

Однак, це знову ж таки не означає, що це дуобус; як було сказано вище, дизель-генератор приводить у дію електрогенератор, що виробляє електроенергію.



Рис. 12 18-метровий зчленований низькопідлоговий тролейбус Белкоммунмаш АКМ 33300А



Рис 13 Дуобус в Чехії

Гіробус – особливий вид тролейбуса, що рухається за рахунок кінетичної енергії маховика, що обертається.



Рис. 14 Гіробус

Переваги:

- безшумний хід;
- екологічно чистий;
- не потребує безперервної контактної сітки;
- має можливість змінювати маршрутну сітку при необхідності.

Недоліки:

- велика вага. Гіробус призначений для перевезення 20 людей на 20 кілометрів повинен мати маховик масою 3 тонни;
- маховик, що рухається зі швидкістю 3000 оборотів / хвилину потребує особливих засобів безпеки;

– Керування гіробусом є складне, оскільки маховик має властивості гіроскопа (прагне зберегти незмінне положення в просторі).

Крім комбінованих також появилася гібридні транспортні засоби на електричній тязі. Яскравими представниками цього виду тяги став метробус та гібридний тролейбус. Метробус – це ізольована, магістральна система транспорту, що дозволяє людям швидко пересуватися на

Секція "Транспортні технології та організація перевезень"
далекі відстані. Станції розташовані на відстані приблизно 1 км одна від одної. Метробус - поєднання метрополітену і звичайного міського транспорту.



Рис. 15 Метробус

Переваги метробуса

- швидкість перевезень на далекі відстані
- легко організовується в місті при наявності місця для експлуатації
- екологічність
- ізоляція від транспортних потоків

Недоліки

- потрібні великі території для побудови турнікетів для проходу на станції
- неможливість використання зупинок призначених для іншого виду транспорту
- потребує окремої магістралі



Рис. 16 «Пастка» для струмоприймачів.



Рис. 17 Гібридний тролейбус

Гібридний тролейбус. Цей транспортний засіб є гібридами автобуса і тролейбуса. Вони обладнані двома повноцінними двигунами: внутрішнього згоряння та електричним. Цей вид транспорту поєднує переваги і недоліки електротяги і двигуна внутрішнього згоряння.

Після появи метробусів, тролейбусів, гіробусів на дорогах провідних міст світу почали з'являтися електробуси.

Електробус – це автономний безрейковий транспортний засіб, призначений для перевезення пасажирів. Він рухається за допомогою електропривода, електрична енергія для якого зберігається на борту в накопичувачі. В якості накопичувача і одночасно джерела електроенергії для роботи електробуса використовується акумуляторна батарея, яку розміщують під кузовом в задньому відділі. Ведучі колеса електробуса приводяться в рух за допомогою тягового електродвигуна (або кількох) яких з'єднаний з акумуляторною батареєю. При необхідності проміжної підзарядки акумуляторної батареї або аварійного живлення тягового електропривода, на борту електробуса може встановлюватися генераторна установка невеликої потужності.

За останній час електробуси широко розповсюдилися по таких країнах як: Франція, Німеччина, Бельгія, Швейцарія тощо.

Швейцарський електробус компанії Hess

Швейцарська компанія Hess розробила перший зчленований електробус, здатний пересуватися без ліній електропередач. Електробус Hess, представлений на недавній виставці Busworld в Кортрейку, розроблений за програмою TOSA спільно з іменитою компанією ABB. Його особливістю є дуже швидкий процес зарядки акумуляторів (як опція -

суперконденсаторів) за допомогою висувного пандуса на зупинці. На все про все йде не більше 15 секунд - при напрузі в « зарядці » не менш 400 кВт. Електробус не гальмує автобусний трафік на вулиці.. Завдяки частим установкам для перезарядки, Hess TOSA не потребує ємних, але при цьому важких акумуляторів. Тут застосовуються дуже легкі батареї, що дозволяє знизити споряджену масу і збільшити пасажиромісткість - до 135 осіб. Машина пропонується у двох варіантах: двох-або трисекційний, довжиною відповідно 19 і 24 м.

Компанія Iveco представила новий вид економічного громадського транспорту. Це був електробус Ellisur представлений концерном.Iveco. Ellisur вражає оригінальним будовою(має чотири осі і вісім коліс малого діаметра) і незвичайною архітектурою. Завдяки застосуванню малих коліс , салон вийшов дуже просторим і нагадує вагон метро – невисокі колісні арки легко сховалися під сидінням, підлога має низький рівень на всій площі.

Система живлення електробуса являє собою інноваційну комбінацію акумуляторних батарей і суперконденсаторів, яка забезпечує велику відстань проходження і швидку перезарядку на кінцевих станціях. Швидка перезарядка запобігає утворенню трафіка на дорогах.

Привід через електромотори вмонтований у чотири з восьми коліс.



Рис. 18 Електробус компанії Hess



Рис. 19 Електробус компанії Iveco

Україна також не залишилася осторонь переходу на електричну тягу. Враховуючи такі чинники як: проблема транспортних вузлів; геополітичне положення України; наявність багатьох електростанцій; відсутність дотацій; вартість електроенергії.

Україна перейняла досвід європейських держав і почала вводити свої автобуси на електричній тязі. Розпочалося все з Києва.

Корпорація «Богдан» освоїла випуск автобусів А705 з дизель-електричною силовою установкою. Гібридна установка працює за послідовним принципом і містить 6,7-літровий дизельний двигун Cummins потужністю 250 к.с. та асинхронний електродвигун у 180 кВт.

Нова модель дозволяє знизити витрату палива в міському циклі на 35-40 % в порівнянні з аналогічною моделлю традиційного автобуса

Також почалася розробка електробусів у Львові. Спільне українсько-німецьке підприємство «Електронтранс», що входить до складу корпорації «Електрон», почало виготовляти для міста Львова електробуси та тролейбуси.

На нашу думку у Львові електробуси мали б ряд переваг порівняно з іншим транспортом:

- екологічність
- оскільки місто Львів знаходиться не на рівнині є можливість застосування рекуперативного гальмування
- можливість створення електробусів на базі ЛАЗ
- наявність кільцевих маршрутів у Львові дозволили б зменшити кількість зарядних установок на зупинках



Рис. 20 Проект електробуса Е19 компанії «Електрон»

Крім того є перспективи додаткового модернізування електробусів і вмонтування на них сонячних батарей, що знизило б собівартість перевезень, яка є дуже важливою в нашому місті. Оскільки у Львові є багато студентів, пенсіонерів та інших пільговиків.

Виходячи з вище сказаного можна зробити висновок, що у Львові транспорт на електричній тязі є більш вигідним порівняно з іншими видами транспорту і тому потрібно вкладати інвестиції для збільшення виробництва транспорту на електричній тязі, щоб потім заощаджувати значні кошти на економії палива і зберігати наше місто в екологічній безпеці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коган Л. Я., Корягіна Є. Є., Білостоцький І. А. Пристрій і експлуатація тролейбуса. (Учеб. посібник для ПТУ) - М.: Вища школа, 1978. - 336 с.
2. Коган Л. Я., Корягіна Є. Є., Білостоцький І. А. Експлуатація та ремонт тролейбусів - М.: Транспорт, 1978. - 248 с.
3. Корягіна Є. Є., Коськін О. А. Електрообладнання трамваїв і тролейбусів. Підручник для технікумів міського транспорту. - М.: Транспорт, 1982. - 296 с.
4. Максимов А. Н. Міський електротранспорт. Тролейбус. Початкова професійна освіта - Академія, 2006. - ISBN 5769523719.
5. Тролейбуси, 1969, Розділ перший. Загальна характеристика рухомого складу електричного безреєстрового транспорту. Глава II. Розвиток конструкції тролейбусів
6. Вішнік Г.В., і ін Тролейбус пасажирський ЗиУ-682Б - М.: Транспорт, 1977. - 207 с. - 30000 екз.
7. Пономарьов А. А., Ієропольскій Б. К. Рухомий склад та споруди міського електротранспорту - М.: Транспорт, 1981. - 274с.
8. Ребров С. А. Пристрій і технічна експлуатація тролейбусів - 2. - К.: Будівельник, 1972.
9. Єфремов І. С. Тролейбуси (теорія, конструкція і розрахунок) - вид. 3, испр. і доп. - М.: Вища школа, 1969. - 5000 екз. УДК 656.4.002.5 (075.8)
10. СНиП 2.05.09-90 - vsesnip.com/Data1/1/1960 "Трамвайні та тролейбусні лінії"
11. Правила технічної експлуатації тролейбуса
12. Посадова інструкція водія тролейбуса

Бандривський П.П.

Научний консультант - к.т.н., доц. Бабяк Н.А.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК

В работе рассматривается возможность замены автобусов и троллейбусов города Львова перспективными транспортными средствами - электробусами.

Десяк А. Є., Кравчук Т. В.

Науковий керівник – доц. Джус В. С., асист. Кінтер С.О.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИЛОВОГО УСТАТКУВАННЯ ТЕПЛОВОЗА 2М62 ДЛЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

У статті розглянуто проблеми модернізації рухомого складу дизелями закордонного виробництва у зв'язку з відпрацюванням ресурсу. Проведено аналіз тягово-експлуатаційних характеристик тепловозів на ділянках обслуговування Сокаль – Львів – Бурштин Львівської залізниці.

На даний час локомотиви, які експлуатуються на залізниці є морально та технічно застарілими, середній термін експлуатації їх становить 25-30 років.

Незадовільний технічний стан локомотивів приводить до збільшення витрат на ремонт і забезпечення безпеки руху. Високі експлуатаційні затрати зумовлюють необхідність модернізації або закупівлі нового рухомого складу.

Враховуючи, що згідно статистичних даних [1] відсоток відмов дизель-генераторних установок тепловозів є досить суттєвим, оскільки він становить 40% відмов локомотива, тому предметом дослідження являється модернізація енергетичної установки тепловозів.

На Львівській залізниці експлуатують тепловози 2М62(У) в магістральному русі та ЧМЕЗ(Т) в маневровому, з яких відповідно 100% і 82% відпрацювали свій ресурс. Перед локомотивним господарством на даний час стоїть завдання виготовлення локомотивів нового покоління та модернізація старого рухомого складу, які мають забезпечувати: збільшення швидкості руху; зменшення витрати паливо-мастильних матеріалів; зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу; підвищення надійності рухомого складу; збільшення терміну міжремонтних пробігів; покращення ергономіки робочого місця локомотивних бригад.

Для вирішення перерахованих вище завдань модернізація рухомого складу може здійснюватись в різних напрямках, а саме: заміна енергетичної установки; заміна ходової частини локомотива; зміна кабіни машиніста тощо.

Цими проблемами займається і Львівська залізниця. Виконана модернізація тепловоза (2)М62: дизель-генераторами Д49 виробництва ВАТ «Коломенский завод»; встановлення силового обладнання модуля Super Skid компанії General Electric.

Окрім того, Вільнюським локомотиворемонтним депо проводиться модернізація тепловоза дизелем Caterpillar 3512B HDSC. На Львівській залізниці на даний час не експлуатують тепловози з таким дизелем, проте це може бути пріоритетним напрямом для модернізації.

Метою дослідження є порівняння різних дизель-генераторних установок, їх технічних та економічних показників експлуатації на ділянці Сокаль – Львів – Бурштин. Цей маршрут обрали через те, що по ньому відбуваються регулярні перевезення з місць видобутку кам'яного вугілля (Львівська обл.) до Бурштинської теплоелектростанції (Івано-Франківська обл.)

Для різних типів дизель-генераторних установок проведено тягові розрахунки, метою яких було визначення маси складу та кількості вагонів, які можливо перевезти на даній ділянці. (табл.1)

Тягові розрахунки були проведені за відповідною методою, яка пройшла апробацію при виконанні курсових робіт з дисципліни «Теорія локомотивної тяги», дипломних проектів та магістерських робіт. Окрім того для автоматизації розрахунків було використано програми Microsoft Office, MathCAD та Компас АСКОН.

Таблиця 1

Тягові характеристики	Тип дизеля			
	14Д40	Д49	General Electric	Caterpillar 3512B HDSC
Розрахунковий підйом	10,28			
Швидкісний підйом	15,27			
Найменша довжина приймально-відправних колій (м)	840			
Маса складу (т)	3300	3300	4100	4100
Кількість вагонів	40	40	50	50

Внаслідок заміни силової установки ми можемо збільшити масу складу, довжину поїзда, зекономити на паливо-мастильних матеріалах. Також збільшиться ресурс роботи установки за рахунок використання більш сучасних дизелів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гончаров О. М., Кінтер С. О., Терещак Ю. В. Аналіз технічного стану тепловозів Львівської залізниці та пропозиції, щодо їх покращення. – м. Львів, м. Київ. 2012.
2. Полтавський локомотиворемонтний завод. – Полтава: Подвижной состав, 2007. – 52 с.
3. Френкель С. Я. Техника тяговых расчетов. – Гомель. 2007. – 73 с.

Десяк А. Е., Кравчук Т. В.

Научный руководитель – доц. Джус В. С., асист. Кинтер С.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗА 2М62 ДЛЯ ЛЬВОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В статье рассмотрены проблемы модернизации подвижного состава дизелями зарубежного производства в связи с отработкой ресурса. Проведенный анализ тягово-эксплуатационных характеристик тепловозов на участках обслуживания Сокаль - Львов - Буриштын Львовской железной дороги.

Павлів В.В., Кузишин А.Я.
Науковий керівник – доц. Кузін М.О.

ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ПОДІЙ

У роботі проведено огляд основних підходів механіки руйнування, які використовуються при дослідженні залізнично – транспортних подій та їх застосування при розв'язанні практичних задач.

Одним із напрямків сучасної залізнично-транспортної експертизи є дослідження або відтворення реалізованого механізму (механізму – оригіналу) при руйнуванні вузлів та деталей рухомого складу по інформації, яка фрагментарно відображена в матеріалах кримінальної справи [9].

При цьому, зокрема, перед експертом може постати наступне питання [6]: чи була забезпечена відповідність властивостей деталей в початковий момент часу (перед

постановкою в експлуатацію) нормативним документам по відомій (частково відомій або спотвореній) інформації про роботу конструкції і параметрах структури матеріалу в кінці експлуатації.

З позицій інженерної практики розв'язання задачі в даній постановці зводиться до використання підходів механіки руйнування при аналізі траєкторій розвитку тріщин; при цьому матеріал деталі розглядається як система, що не змінює свої властивості (механічні, теплофізичні тощо).

На даний час втомне знеміцнення розглядають як процес, який складається з наступних стадій [7, 8]: 1) зародження і ріст мікроструктурно коротких тріщин; 2) ріст фізично малих тріщин та утворення макротріщин; 3) ріст макротріщини до повного руйнування тіла.

Питання введення достатньої кількості змінних відповідної розмірності для опису структури матеріалу та її динаміки під час зовнішніх навантажень залишається відкритим і, враховуючи прикладну направленість даної роботи, зв'яжемо динаміку структурних перетворень зі скалярною змінною – пошкодженість.

Необхідність і «достатність» введення саме змінної скалярної природи для опису пошкодженості показана в роботах Лебедева А.О. [10], який запропонував достатньо доступну методику вимірювання кінетики цієї величини – метод LM-твердості.

Конкретизація математичної постановки та метод розв'язку задачі для пошуку зворотної в часі траєкторії зміни пошкодженості для стадії розвитку «розсіяних пошкоджень» наведена в роботі [6].

В даній роботі пропонується модель втомного знеміцнення тіла, яка одночасно враховує поширення (розвиток) тріщин та кінетику розвитку «розсіяних пошкоджень»:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dl(x, \tau)}{d\tau} = K(l, \{M\}, \hat{\sigma}, T, \tau) \\ \frac{d\omega(x, \tau)}{d\tau} = f(\omega, \sigma, T, \tau) \\ \{M(x, \tau)\} \equiv \{M(\omega)\} \end{array} \right. , \quad (1)$$

де $l(x, \tau)$ - траєкторія тріщини, $\{M\}$ - множина (сукупність) досліджуваних властивостей тіла, $\hat{\sigma}$ - тензор напружень, T - температура, τ - час, $\omega(x, \tau)$ - пошкодженість, $K(\dots)$ - функціонал, який відповідає за розвиток тріщин, $f(\dots)$ - функціонал, який відповідає за розвиток пошкодженості.

В прямій постановці задачі при відомих зовнішніх впливах і початкових умовах згідно моделі (1) необхідно встановити значення $l(x, \tau_{кін})$ і $\omega(x, \tau_{кін})$, $\tau_{кін}$ - кінцевий час роботи конструкції.

В оберненій (ретроспективній) постановці необхідно встановити $l(x, \tau_0)$, $\omega(x, \tau_0)$ по відомих впливах і кінцевих значеннях даних величин, де τ_0 – початок роботи конструкції.

Варто зауважити, що методи, які дозволяють в загальному випадку встановити точний розв'язок вищенаведеної задачі, відсутні. Тому пропонується шукати наближений розв'язок за схемою, яка наведена в роботах [6, 1]. Дана схема передбачає побудову еквівалентного варіаційного формулювання задачі і пошук розв'язку в системі базових функцій, які

мінімізують в шуканому часовому просторі нев'язку (відхилення) результатів по апіорній інформації [2, 5].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ватульян О.А. Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела. – М.: Физматлит, 2007. – 224 с.
2. Егоров А.И. Оптимальное управление линейными системами. – К.: Выща школа, 1988. – 278 с.
3. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение. – М.: Мир, 1984. – 624 с.
4. Кузин Н.О. Использование подходов термодинамики и компьютерного моделирования при анализе функционирования трибосистем подвижного состава// Залізничний транспорт України. – 2013, № 2. – с. 23 – 26.
5. Кузін М.О. Використання моделей механіки для ретроспективного дослідження поведінки залізничних конструкцій на основі фрагментарно відображеної інформації // Тези XXXIII відкритої науково-технічної конференції молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів, 2013. – с. 46-48.
6. Кузін М.О., Курильова О.Ф., Гординська Н.В. Побудова методики ретроспективного дослідження знеміцнення залізничних конструкцій на основі фрагментарно відображеної інформації// Криміналістика и судебная экспертиза. Вып. 58, ч. 2. (Посвящается 100-летию Киевского научно-исследовательского института судебных экспертиз) – К.: Министерство юстиции Украины, 2013. – с. 471 – 473.
7. Остап О.П., Панасюк В.В., Костик Є.М. Уніфікована модель зародження та росту втомних макротріщин. Частина 1: Застосування силових параметрів механіки руйнування матеріалів на стадії зародження тріщини// Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 1998. – № 1. – С. 7–21.
8. Панасюк В.В. Механика квазихрупкого разрушения материалов. – К.: Наукова думка, 1991. – 416 с.
9. Сокол Э.Н. Крушения железнодорожных поездов (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). – К.: Феникс, 2009. – 376 с.
10. Прочность материалов и конструкций/ Под ред. В.Т. Трощенко. – К.: Академперіодика, 2005. – 1088 с.

Павлів В.В., Кузьмич А.Я.

Научный руководитель – доц. Кузин Н.О.

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО - ТРАНСПОРТНЫХ СОБЫТИЙ

В работе проведен обзор главных подходов механики разрушения, которые используются при исследовании железнодорожно - транспортных происшествий и их применение при решении практических задач.

Осипчук Б.П., Житков С.Б.

Наукові консультанти – доц. Сірик З.О., Болжеларський Я.В.

МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ ОХОЛОДЖЕННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ТЕПЛОВОЗА ЧМЕЗ

Вдосконалення допоміжних систем охолодження на прикладі привода вентилятора даного локомотива. Розрахунок механічної передачі гідромеханічного редуктора. Виконання технічних креслень. Спрощення конструкції привода, зменшення габаритів редуктора, втрат енергії а також собівартості при його виробництві.

Тепловоз серії ЧМЕЗ потужністю 1350 к.с. з електричною передачею призначений для важкої маневрової та вивізної служби і для робіт на сортувальних гірках.

Секція "Рухомий склад і залізнична колія"

Система охолодження тепловоза - двоконтурна : в одному охолоджується вода дизеля, в іншому - надувочне повітря і масло дизеля.

Холодильник складається з секцій, які зведені в блоки. Блоки і вентилятор утворюють один монтажний вузол.

Все обладнання холодильника (рис. 1) розташоване в передньому кузові і розміщене в шахті, зварний каркас якій укріплений болтами на чотирьох спеціальних підставках, посилених ребрами.

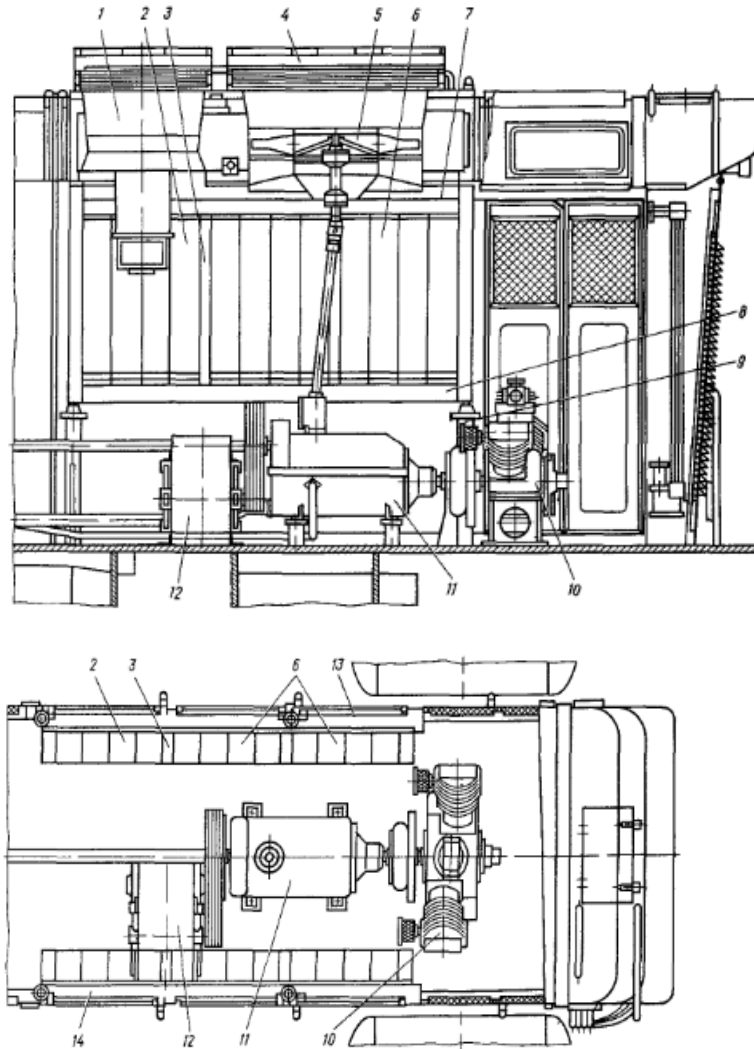


Рис. 1 Холодильник тепловоза :

1 – вентилятор з електроприводом; 2 – секції радіатора охолодження води допоміжного контуру; 3 – перегородка; 4 – верхні жалюзі; 5 – головний вентилятор; 6 – секції радіатора охолодження води основного контуру; 7, 8 – верхні і нижні водяні колектори; 9 – підставка; 10 – компресор; 11 – гідромеханічний редуктор; 12 – вентилятор охолодження тягових електродвигунів переднього візка; 13, 14 – ліві та праві жалюзі.

Основним приводом для забезпечення роботи основних і допоміжних агрегатів всіх тепловозів, що експлуатуються в Україні є дизельний двигун. Він має достатній ККД а також простий і надійний в експлуатації. Однак через велику кількість різноманітних агрегатів в об'ємі корпусу тепловоза відбувається велика втрата енергії на подолання сил тертя в механічних передачах за допомогою яких передається на великі відстані рух до агрегатів-споживачів.

Так в різних серіях тепловозів втрати складають 8-12% ефективної потужності дизеля. Із допоміжних машин основними споживачами енергії є вентилятори охолоджуючого пристрою (4-6%), компресор (близько 2%), вентилятори охолодження електричних машин (2-2,5%). Беручи до уваги ці дані, ми вважаємо доцільним модернізацію механізму одного з приводів вентилятора, що й розглянемо в нашому дослідженні.

На тепловозах відбір потужності від дизеля відбувається, як правило, з обох боків його колінчастого валу через розподіляючі редуктори.

Ведучий вал розподільного редуктора з'єднаний з валом генератора і валом компресора пластинчастими муфтами.

В останні роки в експлуатацію вводять більш просту і надійну конструкцію розподільних редукторів. Було змінено підшипникові вузли проміжних валів (кулькові підшипники стали розвантаженими від радіальних сил завдяки їх монтажу в гнізді з радіальним зазором). Отже як видно з аналізу проведених досліджень сьогодні спостерігається чітка тенденція спрощення існуючих механічних приводів з метою зменшення втрат приводу тепловоза в цілому.

Метою даного розрахунку є реконструкція переднього розподільного редуктора приводу механізмів вентиляторів охолодження генератора тепловоза ЧМЕЗ з метою

- заміни конічно-циліндричної передачі однією конічною,
- заміни двох існуючих вентиляторів одним більш потужнішим для одночасного охолодження і двомашинного агрегата і тягового генератора,
- спрощення конструкції приводу, зменшення габаритів редуктора, втрат енергії а також собівартості при його виробництві.

В процесі проведеної модернізації вибрано матеріал і розраховані допустимі згинальні і контактні напруження, здійснений проектний розрахунок передачі, визначені геометричні розміри зубчастих коліс, встановлені сили в зубчастому зачепленні, вибрані підшипники і розраховані вали (Додаток 1).

За результатами проведених розрахунків зроблена попередня компоновка приводу (Рис.2) і технічні креслення.

Розрахунок конічної передачі

Розрахувати конічну передачу редуктора із наступними даними:

1. Потужність на швидкохідному валу $P_2 = 993 \text{ кВт}$
2. Кутова швидкість тихохідного вала $\omega_2 = 78,5 \text{ рад/с}$
3. Передаточне число $U = 4$
4. Маса редуктора $m = 292,5 \text{ кг}$

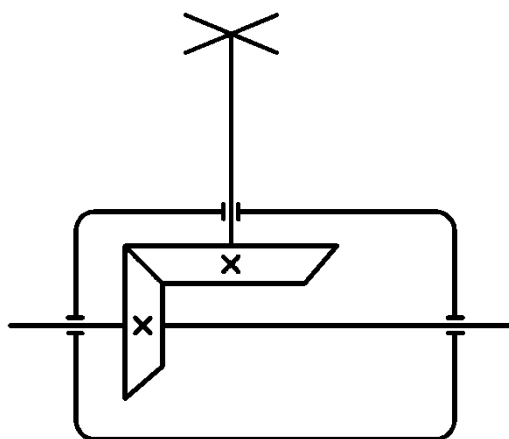


Рис. 2 Модернізований редуктор

Висновки:

В результаті проведеної модернізації отримано суттєво спрощений привід який забезпечує передачу необхідних потужностей і функціонування вентилятора охолодження і тягового генератора. Також це полегшує обслуговування та ремонт даної системи, що призводить до зменшення фінансових витрат на них.

Отже, можна зробити висновок, що модернізація даного приводу є доцільною, а відтак отримаємо досить значну економію дизельного палива, яке буде витрачатися для потреб інших механізмів дизеля тепловоза.

Додаток 1Розв'язання :**Силові параметри редуктора**

Кутові швидкості:

а) швидкохідного вала:

$$\omega_1 = U\omega_2 = 4 \cdot 78,5 = 314 \text{ p/c} \quad (1.1)$$

б) тихохідного вала:

$$\omega_2 = 78,5 \text{ p/c задано умовою} \quad (1.2)$$

Частота обертання:

а) швидкохідного вала редуктора

$$n_1 = \frac{30\omega_1}{\pi} = \frac{30 \cdot 314}{3,14} = 3000 \text{ об/хв.} \quad (1.3)$$

б) тихохідного вала редуктора

$$n_2 = \frac{30\omega_2}{\pi} = \frac{30 \cdot 78,5}{3,14} = 750 \text{ об/хв.} \quad (1.4)$$

Потужність на валах редуктора:

а) швидкохідному валу

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{4}{0,94} = 4,25 \text{ кВт} \quad (1.5)$$

η – ккд редуктора

$$\eta = \eta_1^2 \cdot \eta_2 = 0,99^2 \cdot 0,96 = 0,94 \quad (1.6)$$

$\eta_1 = 0,99$ – ККД пари підшипників кочення

$\eta_2 = 0,96$ – ККД конічної передачі (табл. 1.1(1))

б) тихохідному валу

$P_2 = 4$ кВт задано умовою.

Крутні моменти на валах редуктора :

а) швидкохідному валу

$$T_1 = \frac{10^6 P_1}{\omega_1} = \frac{10^6 \cdot 4,25}{314} = 135350 \text{ Н мм} \quad (1.7)$$

б) тихохідному валу

$$T_2 = \frac{10^6 P_2}{\omega_2} = \frac{10^6 \cdot 4}{993} = 40281 \text{ Н мм} \quad (1.8)$$

Результати розрахунку силових параметрів зводимо в таблицю :

	$\omega \text{ [p / c]}$	$n \text{ [об / хв]}$	$P \text{ [квт]}$	$T \text{ [Нмм]}$	U
1	314	3000	4,25	135350	4
2	78,5	750	4	40281	

Вибір матеріалу. Приймаємо матеріал:

а) для шестерні – сталь 45, термічна обробка – покращення, твердість HB 230 (т.3.3 (1)).

б) для колеса – сталь 45, термічна обробка – покращення, твердість HB 200 (т.3.3 (1)).

Допустиме контактне напруження

а) шестерні

$$[G_{H1}] = \frac{G_1 \lim b_1 K_{HL}}{[S_H]} = \frac{530 \cdot 1}{1,2} = 442 \text{ н/мм}^2 \quad (2.1)$$

$$G_{H1} \lim b = 2HB + 70 = 2 \cdot 230 + 70 = 530 \text{ н/мм}^2 \quad (2.2)$$

б) колеса

$$[G_{H2}] = \frac{G_{H2} \lim b K_{HL}}{[S_H]} = \frac{470 \cdot 1}{1,2} = 392 \text{ н/мм}^2 \quad (2.3)$$

$$G_{H2} \lim b = 2HB + 70 = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ н/мм}^2 \quad (2.4)$$

 $G_{HL} \lim b$ - межа контактної витривалості при базовім числі циклів.(т.3.2 (1)). K_{HL} - коефіцієнт довговічності при довготривалій експлуатації $K_{HL}=1$ (стр.33 (1)).**Для нормалізованих і покращених сталей** $[S_H] = 1,1 - 1,2$ приймаємо $[S_H] = 1,2$ (стр.33 (1)).

Допустиме напруження згину

а) шестерні

$$[G_F] = \frac{G_F^0 \lim b}{[S_F]} = \frac{414}{1,75} = 236,5 \text{ н/мм}^2 \quad (2.5)$$

$$G_{F0} \lim b = 1,8HB = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ н/мм}^2 \quad (2.6)$$

б) колеса

$$[G_F] = \frac{G_F^0 \lim b}{[S_F]} = \frac{360}{1,75} = 205,7 \text{ н/мм}^2 \quad (2.7)$$

$$G_F \lim b = 1,8HB = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ н/мм}^2$$

 $G_F^0 \lim b$ - межа витривалості (т.3,9 (1)). $[S_F]$ - коефіцієнт безпеки (стр.43 (1)).

$$[S_F] = [S_F]^1 [S_F]^{11} = 1,75 \cdot 1 = 1,75 \quad (2.8)$$

 $[S_F]^1$ – коефіцієнт, який враховує нестабільні властивості матеріалу зубчатих коліс.

$$[S_F]^1 = 1,75 \text{ (табл. 3.9 (1))}$$

 $[S_F]^{11}$ - коефіцієнт, який враховує спосіб одержання зубчатого колеса**Для поковок і штамповок**

$$[S_F]^{11} = 1,0$$

Зовнішній ділительний діаметр колеса

$$d_{e2} = Kd_3 \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_H \beta \cdot U}{[G_{H2}]^2 (1 - 0,5 f_{bRc}) \phi_{bRc}}} = 99 \sqrt{\frac{40281 \cdot 1,35 \cdot 4}{392^2 (1 - 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 174,11 \text{ мм} \quad (2.9)$$

Приймаємо попередньо $K_{HB} = 1,35$ (стр.49 (1)) $\Psi_{bRc} = 0,285$ коефіцієнт ширини зубчатого вінця (стр. 49 (1)).Приймаємо число зубів шестерні $Z_1 = 20$ Число зубів колеса $Z_2 = UZ_1 = 20 \cdot 4 = 80$

Зовнішній коловий модуль

$$M = \frac{d_{e2}}{Z_2} = \frac{174,11}{80} = 2,17 \text{ мм} \quad (3.0)$$

По ГОСТ 9563-60 приймаємо $m = 5 \text{ мм}$

Знаходимо основні геометричні розміри зубчатих коліс

Конусна відстань

$$Re = 0,5m\sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} = 0,5 \cdot 5\sqrt{20^2 + 80^2} = 206,15 \text{ мм} \quad (3.1)$$

Ширина коліс

$$b = \phi_{bRc} \cdot Re = 0,285 \cdot 206,15 = 58,7 \text{ мм}$$

Приймаємо $b=60$ мм.

Середня конусна відстань

$$Rc = Re - 0,5b = 206,15 - 0,5 \cdot 60 = 176,15 \text{ мм} \quad (3.2)$$

Середній коловий модуль

$$mc = me \frac{Rc}{Re} = 5 \frac{176,15}{206,15} = 4,3 \text{ мм} \quad (3.3)$$

Зовнішній ділительний діаметр :

а) шестерні

$$d_{e1} = MZ_1 = 5 \cdot 20 = 100 \text{ мм} \quad (3.4)$$

б) колеса

$$d_{e2} = mZ_2 = 5 \cdot 80 = 400 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Середній ділительний діаметр

а) шестерні

$$dm_1 = M_c \cdot Z_1 = 4,3 \cdot 20 = 86 \text{ мм} \quad (3.6)$$

б) колеса

$$dm_2 = M_c \cdot Z_2 = 4,3 \cdot 80 = 344 \text{ мм} \quad (3.7)$$

Зовнішній діаметр вершин зубів

а) шестерні

$$d_a e_1 = d_{e1} + 2m \cos \delta_1 = 100 + 2 \cdot 5 \cos 14^\circ 2' = 109,7 \text{ мм} \quad (3.8)$$

б) колеса

$$d_a e_2 = d_{e2} + 2m \cos \delta_2 = 400 + 2 \cdot 5 \cos 75^\circ 58' = 402,4 \text{ мм} \quad (3.9)$$

Зовнішній діаметр впадини

а) шестерні

$$d_F e_1 = d_{e1} - 2,4m \cos \delta_1 = 100 - 2,4 \cdot 5 \cos 14^\circ 2' = 88,36 \text{ мм} \quad (4.0)$$

б) колеса

$$d_F e_2 = d_{e2} - 2,4m \cos \delta_2 = 400 - 2,4 \cdot 5 \cos 75^\circ 58' = 397,1 \text{ мм} \quad (4.1)$$

Кути ділительних конусів

$$\operatorname{ctg} \delta_1 = U = 4 \quad \delta_1 = 14^\circ 2', \quad \delta_2 = 90^\circ - \delta_1 = 90^\circ - 14^\circ 2' = 75^\circ 58'$$

Перевіряємо контактні напруження

$$G_H = \frac{335}{Re - 0,56} \sqrt{\frac{T_2 K_H \sqrt{(u^2 + 1)^3}}{b U^2}} = \frac{335}{206,15 - 0,5 \cdot 60} \sqrt{\frac{40281 \cdot 1,12 \sqrt{(4^2 + 1)^3}}{60 \cdot 4^2}} = 280,8 \text{ Н/мм}^2 \quad (4.2)$$

$$< [G_{H_2}] = 392 \text{ Н/мм}^2$$

$$K_H = K_{H_B} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\nu} = 1,07 \cdot 1 \cdot 1,05 = 1,12 \quad (4.3)$$

При $\psi_{bd} = \frac{60}{86} = 0,69$, несиметричному розположенні коліс і твердості $HB < 350$,

$$K_{H\beta} = 1,07 \text{ (т. 3,5 (1))}, K_{H\alpha} = 1 \text{ (т. 3,4 (1))}.$$

При

$$V = \frac{\pi d_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{60 \cdot 86}{2 \cdot 10^3} = 2,58 \quad (4.4)$$

Секція "Рухомий склад і залізнична колія"

Приймаємо 8^у степінь точності, коефіцієнт, який враховує динамічне навантаження в зачепленні $K_{H_v} = 1,05$ (т. 3.6 (1)).

Перевіряємо зуби на витривалість по напруженням згину

K_F - коефіцієнт навантаження

$$K_F = K_{FB} \cdot K_{FV} = 1,14 \cdot 1,25 = 1,42 \quad (4.5)$$

При $\psi_{bd} = b/d_{e1} = 0,69$, несиметричному розположенні коліс $HB < 350$ $K_{FB} = 1,14$ (т. 3.7(1)).

При $HB < 350$, швидкості $V = 2,58$ м/с, прийнявши 8^у ступінь точності

$K_{FV} = 1,25$ (табл. 3.8(1)).

Y_F – коефіцієнт форми зуба:

а) шестерні

$$Z_{v1} = \frac{Z_1}{\cos \delta_1} = \frac{20}{\cos 14^{\circ} 21'} = 21 \quad (4.6)$$

$Y_F = 4,09$

б) колеса

$$Z_{v2} = \frac{Z_2}{\cos \delta_2} = \frac{80}{\cos 75^{\circ} 58'} = 330 \quad (4.7)$$

$Y_F = 3,6$ (стр 42(1)).

$U_F = 0,85$ - дослідний коефіцієнт, який враховує пониження навантажувальної здібності конічної прямозубої передачі в порівнянні з циліндричною. (ст 51 (1)).

Сили, які діють в зачепленні.

Колова сила шестерні і колеса

$$F_t = \frac{2T_1}{d_{c1}} = \frac{2 \cdot 135350}{86} = 3150H \quad (4.8)$$

Радіальна сила

а) шестерні:

$$F_{r1} = F_t \tan \alpha \cos \delta_1 = 3150 \cdot \tan 20^{\circ} \cos 14^{\circ} 21' = 150H \quad (4.9)$$

б) колеса:

$$F_{r2} = F_t \tan \alpha \cos \delta_2 = 3150 \cdot \tan 20^{\circ} \cos 75^{\circ} 58' = 598,6H \quad (5.0)$$

Осьова сила:

а) шестерні:

$$F_{x1} = F_t \tan \alpha \sin \delta_1 = 3150 \cdot \tan 20^{\circ} \sin 14^{\circ} 21' = 176,4H \quad (5.1)$$

б) колеса

$$F_{x2} = F_t \tan \alpha \sin \delta_2 = 3150 \cdot \tan 20^{\circ} \sin 75^{\circ} 58' = 601,6H \quad (5.2)$$

ЛІТЕРАТУРА:

1. Нотик З. Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ: Пособие машинисту. — М.: Транспорт, 1990. 381 с
2. Швайништейн Б.С., Майоров Э.Г., Шалаев С.С. Тепловозы ЧМЭЗ и ЧМЭ2, 1975.

Осипчук Б.П., Житков С.Б.

Научные консультанты - доц. Сырык З.А., Болжеларський Я.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА ОХЛАЖДЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ТЕПЛОВОЗА ЧМЭЗ

Совершенствование вспомогательных систем охлаждения на примере привода вентилятора данного локомотива. Расчет механической передачи гидромеханического редуктора. Выполнение чертежей. Упрощение конструкции привода, уменьшение габаритов редуктора, потерь энергии а также себестоимости при его производстве.

Петрик В.І.

Науковий консультант – ст. викладач Возняк О.М.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕГУЛЯТОРІВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТЕПЛОВОЗІВ

Запропоновано спосіб модернізації регуляторів частоти обертання дизельних двигунів тепловозів шляхом заміни відцентрового механічного регулятора на електричний двигун, який управлятиме рейкою подачі палива. Як альтернативний варіант також запропоновано використання паливного акумулятора (ресивера) з інжекторами.

У процесі експлуатації дизельних двигунів, як виняток, не виключається можливість різкого зниження навантаження на нього через різноманітні причини (несправність приводу чи, власне, самих споживачів потужності дизеля). Це спричиняє практично миттєву реакцію – збільшення частоти обертання його колінчастого вала. Перевищення ж гранично допустимої межі частоти обертання колінчастого вала спричиняє швидкий знос деталей дизеля, які не розраховані на роботу у таких умовах, і, як результат, – вихід дизеля з ладу.

Зрозуміло, що машиніст неспроможний швидко відреагувати на зміни у навантаженні та виправити ситуацію. Тому з'явилась потреба у використанні пристроїв, які б підтримували сталу частоту обертання колінчастого валу двигуна і захищали від критичної частоти обертання шляхом зміни паливopодачі у циліндри засобами автоматичних систем (електромеханічних, механічних, зрештою, електронних). Це допоможе вирішити зазначену проблему, а також дозволить підтримувати постійною частоту обертання колінчастого валу двигуна, незалежно від змін навантаження, що також є суттєвою проблемою. Такі системи вже передбачені у конструкціях локомотивів, де на дизелях встановлюють регулятор частоти обертання (РЧО).

На кожному такті впуску циліндр заповнений свіжим повітрям практично в однакових кількостях. Таким чином, крутний момент двигуна пропорційний тільки кількості палива, яке впорскується. Якщо крутний момент двигуна нижчий за момент навантаження, швидкість обертання колінчастого вала двигуна зменшується. Однак, якщо момент навантаження менший, оберти двигуна збільшуються. Якщо частота обертання на виході з передачі управляється самою передачею, то двигун, для забезпечення стабільної передачі, повинен працювати на постійній швидкості, для цього повинна бути введена достатня кількість палива, щоб підтримувати момент навантаження та крутний момент двигуна у стані рівноваги. Для виконання цієї функції використовуються пристрої, які постійно порівнюють оберти двигуна із заданим значенням і, у результаті цього порівняння, подають більшу чи меншу кількість палива відповідно до потреб. Таку задачу можуть реалізовувати тільки автоматичні регулятори. З цієї причини використовують регулятор частоти обертання (РЧО), який реагує на зміни частоти обертання через невідповідність у навантаженні та потужності дизеля шляхом переміщення на потрібну величину рейки паливних насосів, без втручання машиніста. Таким чином, відбувається підтримання заданої частоти обертання колінчастого вала дизеля незалежно від його навантаження.

Існує кілька видів регуляторів, які за принципом їх роботи поділяються на: механічні, гідравлічні та електричні.

Механічні РЧО, які функціонують за принципом відцентрової сили, вперше були використані в значній кількості на промислових дизельних двигунах. Завдяки їх міцній та простій конструкції, простоті регулювання і дуже низьких виробничих витратах (досягнутих за

рахунок великомасштабного виробництва), вони були використані майже виключно протягом тривалого періоду часу. Їх принцип роботи постійно удосконалювався та покращувався. Одна з особливостей механічних РЧО полягає у тому, що вони використовують безпосередній привід від дизельного двигуна, у той час, як усі інші типи потребують додаткового джерела енергії.

Гідравлічні РЧО, в основному, використовуються на великих двигунах. Гідравлічні РЧО складаються з комбінації механічного, відцентрового або електронного вимірювального приладу швидкості та гідравлічного приводу.

Електричні РЧО здійснюють фактичний контроль засобами електричного управління. Їх основний блок контролює дозування палива у насосі високого тиску за допомогою електромеханічного або електрогідравлічного приводу. Електричні регулятори за принципом управління поділяються на аналогові та цифрові.

Аналогові регулятори (електронні регулятори з аналоговими блоками управління) використовуються на великих двигунах і, в основному, дизель-генераторах. У порівнянні з цифровими регуляторами (див. далі), вони характеризуються своїм нескладним способом роботи, оперативним реагуванням на зміни швидкості і, особливо, простотою налаштування. Вони найчастіше використовуються у тих випадках, коли віддається перевага дешевизні самого регулятора.

Цифрові регулятори можуть, крім виконання своїх основних функцій, реалізовувати ще й функції додаткових чи допоміжних елементів обладнання або значно збільшити продуктивність машин з урахуванням індивідуальних особливостей застосування. На відміну від інших видів регуляторів, які обмежені в конструкції та виборі і поєднанні їх компонентів, функції цифрового регулятора, перш за все, формує його програмне забезпечення, яке, таким чином, створює необхідні параметри роботи дизеля. Тому, два пристрої при однаковому апаратному оснащенні та їх взаємному розміщенні, можуть виконувати абсолютно різні функції.

Апаратна частина, по суті, створює умови, за яких функції програмного забезпечення бездоганно виконуються, що виражається створенням вихідного сигналу з достатньою точністю та швидкістю виконання функції. Тому додаткові витрати, які пов'язані з використанням цифрового регулятора амортизуються протягом короткого періоду часу.

На тепловозах до цих пір найбільше поширення отримали механічні регулятори частоти обертання, принцип роботи яких пояснюється на рис. 1.

Оберти від дизеля передаються на диск. Відцентрова сила що виникає при обертанні диска з шарнірно з'єднаними через важелі вантажами, протидіє натягу пружини і переміщує муфту. Цей вузол називається датчиком частоти обертання колінчастого вала дизеля і є вихідним основним органом регулятора. Зміна позицій на контролері машиніста через привід змінює силу натягу пружини. При невідповідності подачі палива у циліндри з навантаженням дизеля, муфта (переміщена внаслідок невідповідності відцентрової сили і сили натягу пружини) переміщує через важіль рейку паливних насосів.

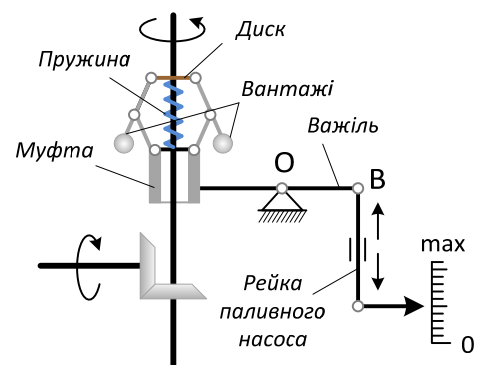


Рис. 1. Найпростіший відцентровий регулятор

Основний недолік такого регулятора полягає в тому, що для потужних дизелів потрібні значні зусилля для переміщення рейок паливних насосів, а з метою уникнення збільшення розмірів регулятора доводиться збільшувати силу, яка переміщує рейку паливних насосів. Для цього використовують гідравлічний серводвигун. Муфта легко переміщує золотник, який через

вікна пропускає масло під тиском в циліндр серводвигуна, тим самим управляючи силовим поршнем серводвигуна. Шток серводвигуна переміщує рейку паливних насосів. Однак виникає нова проблема, яка полягає у тому, що золотник, так само як і поршень серводвигуна, здійснює неперервний рух вгору і вниз. Частота обертання вала також змінюється від верхньої до нижньої межі. Тому процес регулювання нестійкий. Щоб позбутися цієї проблеми для загальмовування коливань, з'єднують лівий кінець важеля АОВ з поршнем серводвигуна, що дозволяє повертати золотник в середнє положення.

Однак при збільшенні подачі палива поршень займе положення ближче до нижнього крайнього і перемістить за собою вниз муфту, спричиняючи невідповідність встановленій частоті обертання із заданою контролером машиніста.

Для вирішення цієї проблеми скористалися ізодромним регулятором (Рис. 2), встановленим замість попереднього жорсткого з'єднання. Таким чином, вдасться зберегти постійною частоту обертання вала дизеля при різних навантаженнях. Тому на тепловозних дизелях найчастіше встановлюють даний регулятор.

Зрозуміло, що якісна і довговічна робота такого складного механізму передусім залежить від найвибагливішого а одночасно найважливішого вузла – датчика частоти обертання. Робота складових вузла полягає у постійному обертанні вантажів та зміні відцентрової сили. Вплив різноманітних динамічних ударів та постійний знос елементів шарніру негативно відбивається на роботі елементів вузла і, як результат, спричиняє часті виходи з ладу. Тому з'являється потреба у покращенні цього вузла.

Одним з виходів заміни відцентрового регулятора передбачено проектом модернізації РЧО тепловоза ЧМЕЗ (Рис. 3).

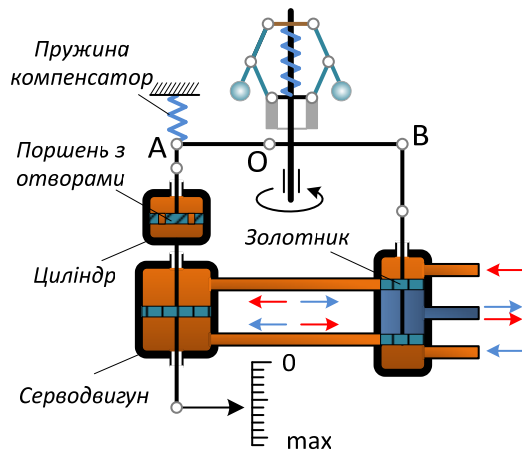


Рис.2. Відцентровий регулятор із гідравлічним серводвигуном та ізодромним регулятором.

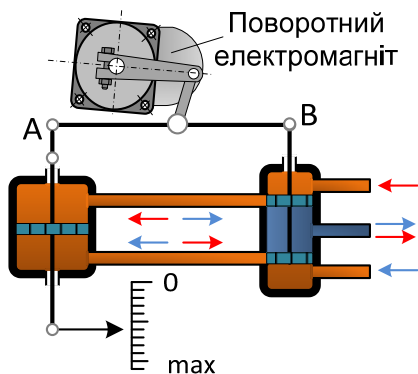


Рис. 3. Управління паливною рейкою за допомогою поворотного електромагніта.

Частота обертання колінчастого вала визначається не відцентровою силою вантажів, а точним електромагнітним імпульсним датчиком. Тому зрозуміло, що точність, а, відповідно, і якість роботи зростає [3].

У даній роботі пропонується механізм управління паливною рейкою дизельного двигуна замінити електричним двигуном, який управляється за допомогою електронного модуля управління. Електронний модуль отримує інформацію з датчика про фактичну частоту

обертання колінчастого вала двигуна та інформацію про положення ручки контролера машиніста, яке визначає необхідну частоту обертання колінчастого вала двигуна. Отримана інформація у електронному модулі порівнюється і приймається рішення про переміщення засобами крокового електродвигуна паливної рейки в ту чи іншу сторону (у сторону збільшення чи зменшення подачі палива) до необхідного рівня паливоподачі. У якості двигуна, який управляє паливною рейкою пропонується використати кроковий електродвигун, що дасть змогу не тільки точно встановлювати позицію паливної рейки, але й контролювати її положення.

Структура пропонованого пристрою наведена на рис. 4. На входи електронного блоку надходить інформація з датчика частоти обертання (фактична частота обертання колінчастого вала двигуна) та з контролера машиніста (необхідна частота обертання колінчастого вала двигуна). Отримана інформація порівнюється компаратором на виході якого формується сигнал напряму та величини зміщення паливної рейки. Вихідний сигнал компаратора подається на кроковий двигун, який зміщує паливну рейку у необхідному напрямі та на визначену віддачу у визначене місце.

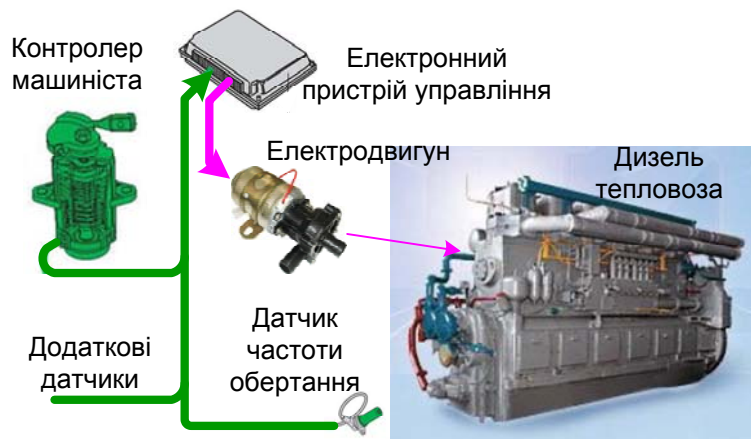


Рис. 4. Структурна схема запропонованого пристрою.

Найдоцільніше електронний пристрій виконати на базі мікроконтролера, який працюватиме за записаною в ньому програмою. Це дасть змогу не тільки виконувати ним безпосередні функції, які вимагатимуться від даного пристрою, але й додаткові (захист від критичного тиску масла і критичних температур води, того ж масла тощо). Сигнали, які надходять на вхід мікроконтролера повинні бути перетворені у цифрову форму. Вихідні сигнали мікроконтролера, які управляються для двигуна повинні бути попередньо перетворені у послідовність імпульсів, а потім підсилені.

Використання у якості пристрою управління рейкою крокового електродвигуна дає змогу, по-перше, точно встановлювати паливну рейку у задане (необхідне) положення, а, по-друге, завдяки обчисленню кількості імпульсів, які надсилаються на двигун, визначати точне її положення. Запропонований варіант модернізації функціональніший, простіший і надійніший, а порівняно нижча вартість елементів регулятора і, як результат – догляд, що вказує на його перевагу над попередниками.

Інший варіант модернізації двигунів полягає у застосуванні паливного акумулятора (ресивера), в якому накопичується паливо під високим тиском, і спеціальних паливних форсунок-інжекторів, якими управляє електронний пристрій управління (ЕБУ).

Це спрощує використання насоса високого тиску, який використовується лише для підтримки заданого тиску. Тиск у ресивері підтримується за допомогою механічного клапана. Паливо через трубопровід високого тиску подається до інжекторів. Паливний інжектор є

Секція "Рухомий склад і залізнична колія"

активний, коли клапан у ньому відкритий і паливо впорскується у циліндри при необхідному тиску. Оскільки у паливному акумуляторі тиск сталий, то на початку і в кінці впорску він буде однаковим для кожного впорску і для кожної форсунки.

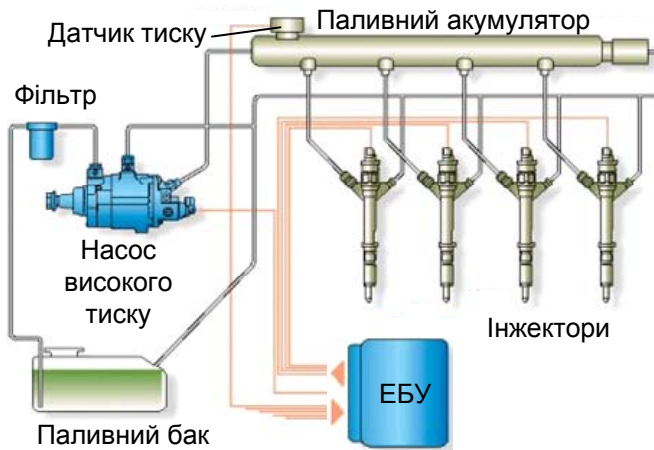


Рис. 5. Структура системи з ресивером

Також ЕБУ виконує функцію моніторингу та самодіагностики, що полегшує пошук несправностей. Інформація від датчика частоти обертання колінчастого вала дизеля, контролера машиніста та інших додаткових датчиків надходить до ЕБУ, який обробляє ці сигнали. Згідно з характеристичними картами, які зберігаються у пам'яті, блок вираховує оптимальну кількість впорскування палива для кожного циліндра на всіх режимах роботи двигуна і подає вихідний сигнал на відкриття клапану інжектора (час відкриття та кількість палива визначається ЕБУ). Щоб знизити шум двигуна, електронний блок управління може впорскувати невелику кількість дизельного палива безпосередньо перед головним циклом, тим самим знижуючи його вибухонебезпечність, вібрації, а також цією можливістю можна скористатися для оптимізації роботи дизеля та при запуску холодного двигуна.

Впровадження цієї системи дасть змогу знизити значення насоса високого тиску, забезпечити точний контроль над впорскуванням палива, економічність, зниження шуму при роботі дизеля, можливість безпосередньої синхронізації з іншими електронними системами (наприклад дистанційного контролю локомотивом), діагностику стану системи в режимі реального часу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Дробинский В. А., Егунов П. М. Как устроен и работает тепловоз. -3-е изд., перераб. и доп. Транспорт, 1980. –367 с.
2. Digital Control of Diesel Engines. Manfred Glöckner, Ingo Bach
3. Грудин Н.Л. Электронный регулятор дизеля тепловоза ЧМЭЗ: Учебное пособие. –М.: Маршрут, 2005. –79 с.
4. Common-rail, AKTraining

Петрик В.И.

Научный консультант – ст. преподаватель Возняк О.М.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВЗОВ

Предложен способ модернизации регуляторов частоты вращения дизельных двигателей тепловозов путем замены центробежного механического регулятора на электрический двигатель, который будет управлять рейкой подачи топлива. Как альтернативный вариант также предложено использование топливного аккумулятора (ресивера) с инжекторами.

Чолавин Л.М.**Наукові консультанти – к.т.н., Набоченко О.С., к.т.н., доц. Болжеларський Я.В.,
д.і.н., к.т.н., проф. Довганюк С.С.****ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНОГО ОПОРУ СПЕЦІАЛЬНОГО САМОХІДНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

У даній роботі досліджується залежність основного питомого опору руху в режимі холостого ходу від швидкості для спеціального самохідного рухомого складу. На основі експериментальних вимірів та обробки результатів визначена емпірична залежність питомого опору руху в режимі холостого ходу від швидкості для дрезини ДГК-М1.

Теорія тяги поїздів дозволяє вирішувати широке коло практичних задач із підвищення ефективності експлуатації залізниць, розраховувати основні параметри нових ліній, ділянок при переводі їх на новий вид тяги, визначати основні вимоги до нових типів рухомого складу тощо. За допомогою тягових розрахунків визначають сили, що діють на рухомий склад, оцінюють їх вплив на характер руху. Теорія тяги дозволяє розраховувати швидкість руху у будь-якій точці колії з врахуванням безпеки руху поїздів та часу ходу по ділянці, визначати витрати електроенергії та дизельного палива та проводити гальмівні розрахунки [1].

В основі тягових розрахунків лежить розв'язання рівняння руху поїзда, яке має узагальнений вигляд

$$\frac{dv}{dt} = \zeta \cdot (f_d - w_d - b_r), \quad (1)$$

де ζ – сповільнення рухомого складу під дією питомої сповільнюючої сили, км/год²; f_d – питома дотична сила тяги, Н/кН; w_d – питома сила опору руху, Н/кН; b_r – питома гальмівна сила, Н/кН.

Однією зі складових рівняння є питомий опір руху w_d .

Опором руху поїзда називають еквівалентну силу, що прикладена у зонах (точках) дотику коліс з рейками, на подолання якої витрачається така ж робота, як і на подолання усіх некерованих дійсних сил, що перешкоджають руху.

Класифікація сил опору заснована на їх розподілі по певних ознаках, однією з яких є режим роботи одиниці рухомого складу. За цією ознакою визначають основний питомий опір руху одиниці рухомого складу, що працює в режимі тяги w_0 та основний питомий опір руху одиниці рухомого складу, що працює в режимі холостого ходу w_x .

Для локомотивів, вагонів та моторвагонного рухомого складу формули для визначення питомого опору руху наведені у [2]. Вказані формули мають вигляд

$$w_x = A + B \cdot v + C \cdot v^2, \quad (2)$$

де A, B, C – коефіцієнти, які залежать від типу рухомого складу.

Однак для спеціального самохідного рухомого складу розрахункові формули у спеціалізованій технічній літературі відсутні. Згідно рекомендацій [3], питомий опір руху можна приблизно приймати 1,2...2,67 Н/кН у діапазоні швидкостей руху 0...80 км/год. Наведені відомості не дозволяють з достатньою точністю проводити тягові розрахунки спеціального самохідного рухомого складу.

Метою роботи є встановлення залежності основного питомого опору руху в режимі холостого ходу дрезини ДГК-М1 від швидкості

$$w_x = f(v). \quad (3)$$

Це дозволить підвищити точність тягових та гальмівних розрахунків, особливо при службовому розслідуванні залізнично-транспортних подій.

Для досягнення вказаної мети використано метод скочування [4]. Коротко він полягає у наступному.

Рівняння руху одиниці рухомого складу для режиму холостого ходу записується у вигляді:

$$s(w_d + b_r) = -\frac{500}{\zeta} \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2), \quad (4)$$

де s – відстань, яку проходить одиниця рухомого складу у режимі холостого ходу при зміні швидкості від $(V_n \dots V_{n+1})$.

Виділяємо в цій формулі роботу опору від підйому:

$$s \cdot (w_x + w_r + b_r) + s \cdot i = -\frac{500}{\zeta} \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2). \quad (5)$$

де w_r – додатковий питомий опір від руху у кривій, Н/кН; i – додатковий питомий опір від ухилу, який чисельно дорівнює крутизні ухилу у ‰.

Легко довести, що ця формула справедлива також при змінному i на ділянці s . Для цього достатньо розбити ділянку s на елементи l з постійним значенням крутизні ухилу i , написати попередню формулу для кожного елемента і скласти всі отримані формули. Отримаємо:

$$s \cdot (w_x + w_r + b_r) + \sum li = -\frac{500}{\zeta} \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2). \quad (6)$$

Оскільки $\sum li = 1000h$, де h – різниця відміток в метрах кінцевого і початкового пунктів ділянки s ; під кінцевим і початковим пунктами ділянки s розуміється положення центра ваги одиниці рухомого складу при швидкості V_{n+1} і V_n . Отже, формула (6) остаточно може бути записана у вигляді:

$$w_x + w_r + b_r = -\frac{500 \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2) + 1000h}{\zeta \cdot s}. \quad (7)$$

З цієї формули слідує, що величину w_x або $w_x + w_r$ можна визначити як середню в межах швидкості V_{n+1} і V_n скочуванням на деякій ділянці s . При цьому необхідно лише вимірювати швидкість на кінцях цієї ділянки, знати довжину ділянки і різницю відміток центра ваги одиниці рухомого складу на кінцях ділянки. Точність вимірювання швидкості може бути меншою при збільшенні інтервалу її зміни.

Необхідно зазначити, що формула (6) і послідовно виведена з неї формула (7) справедлива не лише при постійній силі, але і при силі, яка лінійно залежить від швидкості. Оскільки залежність сил w_x, w_r, b_r від швидкості близька до лінійної, то формулу (7) можна на практиці застосовувати в достатньо широких межах швидкості для зменшення відносної похибки.

У випадку проведення експерименту на прямій ділянці колії з нульовим ухилом без застосування гальмування ($w_r = 0$; $b_r = 0$; $h = 0$) формула (7) може бути записана у вигляді:

$$w_x = -\frac{500 \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2)}{\zeta \cdot s}. \quad (8)$$

Величина ζ залежить від коефіцієнта інерції обертових мас і для різних типів рухомого складу наведена у [2]. Оскільки будова трансмісії дрезини ДГК-М1 найбільш подібна до трансмісії дизель-поїздів (наявна гідравлічна передача, карданний привід колісних пар, кутові осьові редуктори), то для подальших розрахунків може бути прийнято $\zeta = 116$ км/год². При підстановці даного значення у (8), отримаємо кінцеву формулу для розрахунку величини основного питомого опору у інтервалі швидкостей $V_n \dots V_{n+1}$:

$$w_x = - \frac{4,31 \cdot (V_{n+1}^2 - V_n^2)}{s}. \quad (9)$$

Для визначення відстані s , на якій відбувається зміна швидкості від V_n до V_{n+1} , було проведено вісім заїздів дрезини ДГК-М1 на прямій ділянці колії з нульовим ухилом перегону Борщовичі-Задвір'я Львівської залізниці.

Фіксація відстані та швидкості проводилась з використанням GPS-датчика смартфона GSmart G1355 та програмного забезпечення Live GPS Tracker, яке дозволяє у режимі реального часу відслідковувати швидкість руху та пройденої відстані. На початку випробувань (при пробних заїздах) була проведена звірка показів GPS-датчика та штатного електронного швидкостеміра дрезини. При цьому встановлено, що покази даних пристроїв співпадають. Інтервал зміни швидкості становив 10 км/год, початкова швидкість, з якої розпочиналася фіксація відстані, складала 20 км/год, заїзди проводились в обох напрямках.

Результати, що отримані при заїздах, наведені у табл. 1. Заїзди під непарними номерами проведені по лічбі кілометрів, з парними номерами – проти лічби кілометрів.

Таблиця 1 – Результати заїздів.

v, км/год	Значення відстані S, км для заїзду							
	1	2	3	4	5	6	7	8
20	0,36	0,15	0,17	0,14	0,21	0,13	0,1	0,13
15	0,78	0,45	0,56	0,45	0,42	0,36	0,51	0,5
10	1,44	0,78	1,11	0,65	1,08	0,51	0,94	0,71
5	1,84	0,95	1,45	0,79	1,49	0,61	1,65	0,84
0	2,07	1,02	1,61	0,83	1,72	0,64	1,84	0,88

Отримані значення дозволяють за формулою (9) розрахувати основний питомий опір руху дрезини для середнього значення швидкості у інтервалі. Наведемо детальний розрахунок для інтервалу швидкості 20...10 км/год (середня швидкість руху в інтервалі 15 км/год).

Відстань, яка пройдена за даний інтервал зміни швидкості

$$s = 1,44 - 0,36 = 1,08 \text{ км} = 1080 \text{ м.}$$

Основний питомий опір руху у даному інтервалі швидкостей

$$w_x = - \frac{4,31 \cdot (10^2 - 20^2)}{1080} = 1,197 \text{ Н/кН.}$$

Подальші розрахунки зведемо до табл. 2.

Як видно з результатів розрахунку, у 5-ому заїзді значення питомого опору для усіх швидкостей є максимальними, а у 7-ому – мінімальними, що може свідчити про значне відхилення фактичної швидкості на початку замірів від значення 20 км/год.

На основі даних табл. 2 встановлено середнє значення основного питомого опору для усіх заїздів, крім 5-го та 7-ого і отримана залежність $w_x = f(v)$ у табличній формі (табл. 3).

Таблиця 2 – Результати розрахунку основного питомого опору

v , км/год	Значення основного питомого опору w_x , Н/кН для заїзду							
	1	2	3	4	5	6	7	8
15	1,19722	2,05238	1,37553	1,37553	2,53529	1,48621	0,49134	0,74994
10	0,81321	1,724	0,96854	0,96854	2,53529	0,80561	0,2155	0,29308
5	0,68413	1,79583	0,862	0,862	2,39444	0,67344	0,05603	0,07327

Таблиця 3 – Залежність $w_x = f(v)$

v , км/год	15	10	5
w_x , Н/кН	1,647	1,115	0,9901

За даними табл. 3 з використанням програми Excel, яка входить до програмного пакету Microsoft Office, побудована графічна залежність $w_x = f(v)$, яка наведена на рис. 1 та встановлено, що дана залежність може бути описана виразом

$$w_x = 1,274 - 0,0976v + 0,0082v^2. \quad (10)$$

Для порівняння на рис. 1 наведені також залежності $w_x = f(v)$ для електровозів, тепловозів, електропоїздів ЕР1, ЕР2, ЕР9, а також для дизель-поїзда ДР-1, які побудовані на основі формул для визначення питомого опору руху в режимі холостого ходу вказаних типів рухомого складу, що наведені у [2].

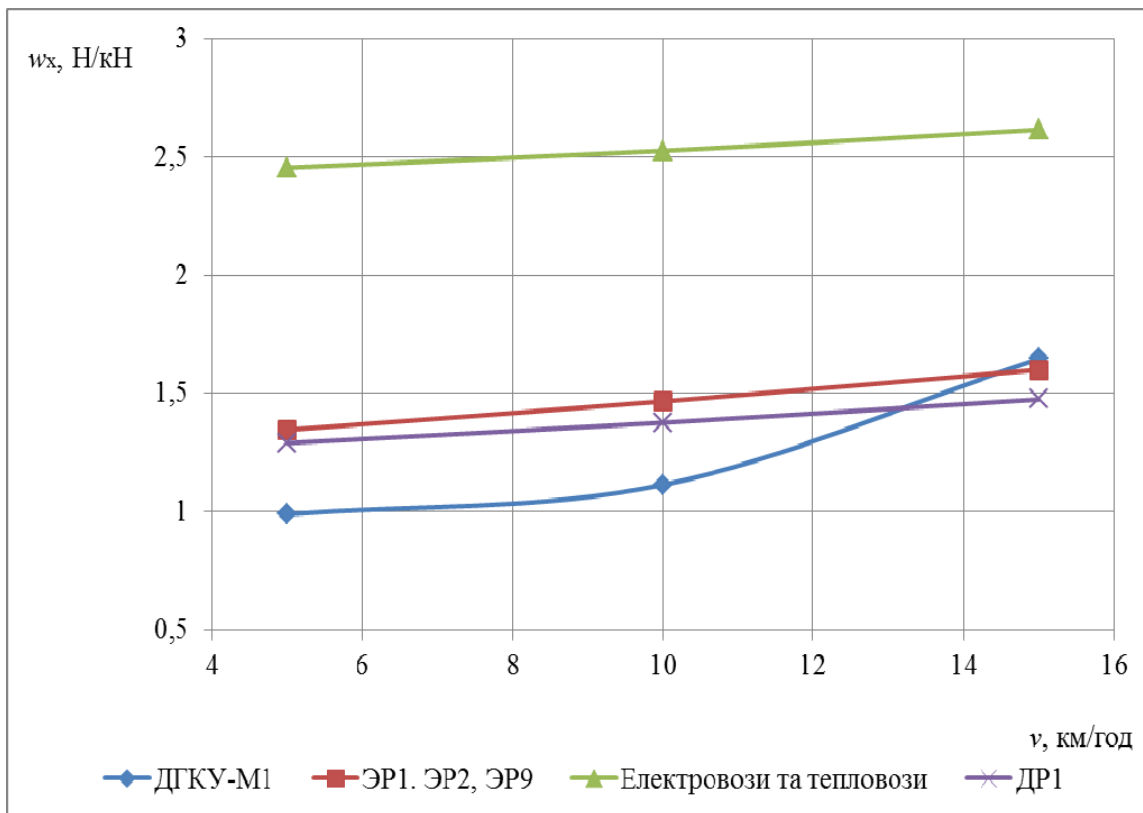


Рисунок 1

З рис. 1 видно, що питомий опір руху дрезини ДГК-М1 є близьким за значенням до опору руху дизель-поїздів та електропоїздів і значно меншим, ніж питомий опір руху локомотивів.

Таким чином, у результаті проведених досліджень отримана емпірична залежність $w_x = f(v)$ для дрезини ДГК-М1, яка дозволяє визначати основний питомий опір руху даної дрезини у режимі холостого ходу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Осипов С. И. Основы тяги поездов. / Осипов С. И., Осипов С. С. – [Учебник для студентов техникумов и колледжей ж/д тр-та]. – М.: УМК МПС России, 2000. – 592 с.
2. Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985. 287 с.
3. Соломонов С. А. Путьевые машины: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / С. А. Соломонов и др. – [Под ред. С. А. Соломонова]. – М.: Желдориздат, 2000. – 756 с.
4. Бабичков А. М. Тяга поездов. Теория, расчеты, испытания. / А. М. Бабичков, В. Ф. Егорченко. – М.: Трасжелдориздат, 1938. – 462 с.

Чолавын Л. М.

Научные консультанты – к.т.н., Набоченко О.С., к.т.н., доц. Болжеларский Я. В., д.и.н., к.т.н. Довганюк С.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО САМОХОДНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В данной работе исследуется зависимость основного удельного сопротивления движению в режиме холостого хода от скорости для специального самоходного подвижного состава. На основе экспериментальных измерений и обработки результатов определена эмпирическая зависимость удельного сопротивления движению в режиме холостого хода от скорости для дрезини ДГК-М1.

Поліщук А. О.

Наукові консультанти – проф. Лучко Й. Й., ас. Ковальчук В. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНОСТІЙКОСТІ ПРЯМОКУТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

У даній роботі наведені результати розрахунків ширини розкриття тріщин, які виникають у залізобетонних балках прямокутного перерізу від прикладених короточасних навантажень.

Вступ. Виникнення тріщин в залізобетонних елементах зумовлюють силові фактори (зовнішнє навантаження, власні напруження), температура та агресивне зовнішнє середовище, яке викликає корозійну деградацію структури бетону й арматури, тобто втрату їх експлуатаційних властивостей. Для того, щоб розрахувати конструкцію по утворенню чи розвитку тріщин, треба спрогнозувати експлуатаційні фізико-хімічні умови роботи елемента і виявити причини появи та розвитку тріщин.

Мета задачі. Виконати розрахунки ширини розкриття тріщин, які виникають у залізобетонних балках прямокутного перерізу у залежності від моменту тріщиноутворення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати аналізу значної кількості експериментальних даних [4–9] свідчать: гетерогенність матеріалу визначається складність процесу утворення та розвитку тріщин. Узагалі в залізобетоні розрізняють п'ять стадій росту тріщин: зародження, повільне стабільне поширення, його зупинка (необов'язкова), гранично-рівноважний стан, її нестабільний розвиток (необов'язковий). Крім того, руйнування після

першої стадії часто супроводжується розшаруванням арматури і бетону в області поверхні тріщини, а в особливих випадках фізико-хімічних впливів треба враховувати можливість корозійного розтріскування арматури. Коли є просте навантаження та ортогональність арматури до поверхні тріщини, то стадія руйнування описується механізмом нормального відриву. Поза тим треба брати до уваги можливість руйнування за механізмом антисиметричного розриву, але на даному етапі розвитку механіки руйнування залізобетону розв'язати такі практичні задачі поки що не вдається.

Розвитку тріщини в бетонній матриці притаманне супутнє мікророзтріскування (псевдопластичні деформації) в зоні передруйнування (перед вершиною тріщини), де відбувається передача напружень через міжфазні мікротріщини. Зародженню тріщини отже, передують утворення такої зони, що має обмежені розміри і її можна вважати характеристикою матеріалу. У даному випадку застосування енергетичного підходу є досить проблематичним, бо не вдається дисипацію енергії в бетоні звести до дисипації поверхневої енергії через розгалужений характер тріщин і великі зони поверхонь руйнування, особливо, коли відбувається розшарування бетону від арматури в зоні поверхні тріщини.

Існує низка фактів і вони стосуються поведінки залізобетону з тріщинами, ортогональними до арматури, при простому навантаженні й реалізації механізму чисто нормального відриву, які свідчать на користь застосування методів механіки руйнування: тріщини виникають, переважно, через крихкість бетону під час розтягу; міцність бетону на розтяг складає приблизно 1/10 від його міцності стиску. Це досить близько до відношення 1/8 в теорії Гріффітса для крихких матеріалів; концентрація напружень на границях розділу арматура-бетон та цемент-заповнювач може досягти значень, що перевищують локальну теоретичну міцність у цих зонах; практично всі дослідження свідчать про зміну деформативних та міцнісних властивостей залізобетонних елементів з тріщинами під простими навантаженнями; розгалуження тріщин у деяких випадках можна розглядати як поведінку зони передруйнування в зоні вершини тріщини, коли воно обмежене незначною зоною порівняно з розмірами зразка і тріщини; стримувальний вплив арматури на розкриття берегів тріщин моделюється зосередженими зусиллями, вони виникають в арматурі і прикладені до поверхні тріщини [1]; при розшаруванні бетону від арматури в зоні тріщини стримувальні зусилля арматури розраховують як прикладені на границі ділянки розшарувань.

Виклад матеріалу дослідження. Розкриття (розвиток нормальних тріщин) розраховують для елементів 2-ї та 3-ї категорій вимог тріщиностійкості, тобто визначають теоретичне розкриття тріщини a_{crc} і порівнюють його з допустимим $[a_{crc}]$, яке визначається нормативними документами, коли забезпечується нормальна експлуатація залізобетонного елемента (корозійна стійкість арматури та довговічність).

У цій праці приймаємо, що тріщини зароджуються від силових (зовнішніх і внутрішніх) навантажень, а їх розвиток можливий тільки внаслідок короткочасної або довготривалої дії навантажень. Для застосування рекомендованих методів розрахунку під агресивною дією середовища, залежно від його виду, слід визначити глибину корозійної деградації бетонної структури, виключаючи її при розрахунках, і крім того, залежно від ширини розкриття тріщин, ввести спеціальні умови корозійної стійкості арматури, цього ми не розглядаємо.

У процесі випробування під навантаженням появу мікротріщин визначали на основі залежностей деформації бетону (на рівні розтягнутої грані балки та деформацій розтягнутої арматури і прогинів). Вигляд досліджуваної балки наведений на рис. 1.



Рис.1. Досліджувана балка

Встановлена (рис. 2) залежність деформацій бетону розтягнутої грані для перерізів з тріщинами та між тріщинами (лінії 1 та 2) від навантаження. Крива деформацій у перерізі з тріщиною має найбільший перелом на початковій стадії, яка умовно приймалась за навантаження тріщиноутворення. Графіки деформацій в перерізах між тріщинами більш нахилені до осі координат, ніж графіки перерізів з тріщинами, після появи перших деформацій у перерізах між тріщинами із збільшенням навантаження дещо зменшуються або практично не змінюються.

Таким чином, виникнення тріщин у зоні чистого згину супроводжується різкою зміною показів тензорезисторів, індикаторів та прогиномірів. На графіках середніх видовжень і прогинів помітний перелом.

При візуальному визначенні моменту появи тріщин навантаження тріщиноутворення отримують дещо завищеними порівняно із знайденими на основі вимірювань деформацій бетону на рівні розтягнутої арматури [3, 7].

Тріщини, які з'явилися у захисному шарі, чітко фіксувались тензорезисторами, наклеєними на розтягнутій грані балок, водночас тензорезистори на арматурі в цих перерізах не реєстрували появу тріщин.

За тріщиноутворююче приймали таке навантаження, коли на рівні розтягнутої грані балок тензорезистори фіксували розриви, а в сусідніх перерізах - зменшення деформацій розтягу бетону. В перерізах з розривами бетону деформація арматури збільшувалась. Відзначимо: одночасно вдається спостерігати візуально (за допомогою мікроскопа) на рівні розтягнутої арматури тріщини з шириною розкриття 0,01-0,02 мм, а на рівні розтягнутої грані балок – до 0,04 мм.

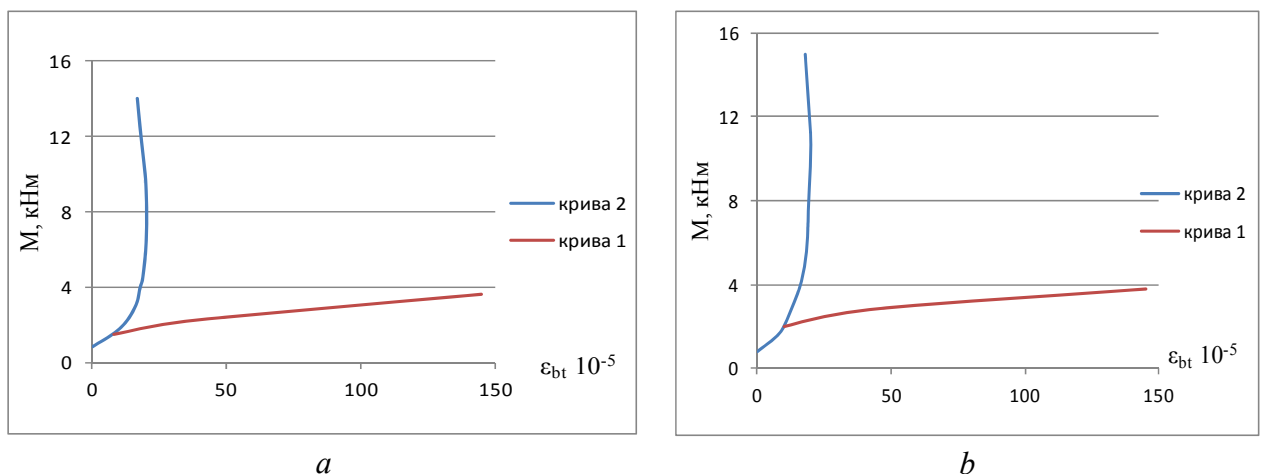


Рис. 2. Графіки деформацій розтягнутої грані балок із дрібнозернистого бетону в перерізі з тріщиною (крива 1) і між тріщинами (крива 2). а – 2БОм ІІ-2; б – 4БОм ІІ-2.

За відомою методикою [2] можна оцінити не тільки напружено-деформований стан зігнутого елемента на всіх рівнях навантаження, але й середню ширину розкриття нормальних тріщин. Так, знаючи середні деформації арматури, легко перейти до визначення середньої ширини розкриття нормальних тріщин під дією короткочасного навантаження:

$$a_{crc} = l_{crc} \left(\varepsilon_s - \frac{\psi_{bt} R_{bt}}{E_b} \right), \quad (1)$$

де: l_{crc} – відстань між тріщинами; ε_s – середні деформації розтягнутої арматури; ψ_{bt} – коефіцієнт, який враховує зменшення впливу розтягнутого бетону на міцність згинаючого залізобетонного елемента; R_{bt} і E_b – міцність бетону на розтяг та його модуль пружності.

Тепер можна знайти максимальну ширину розкриття тріщини:

$$a_{crc}^{\max} = a_{crc} \cdot K \quad (2)$$

де K – коефіцієнт переходу від середньої ширини розкриття тріщини до максимальної.

Віддаль між тріщинами, яка входить у формулу (1) можна визначити за залежністю

$$l_{crc} = 18,17 + 3,36 M_{crc} / M - 0,421 R_b - 0,163 \mu - 0,000804 E_b, \quad (3)$$

де: E_b і R_b – МПа, μ – коефіцієнт армування в %, M_{crc} і M – моменти тріщиноутворення і діючий.

За формулами (1,2) розраховували значення середнього і максимального значення ширини розкриття тріщин відповідно у зразках під короткочасним навантаженням (табл. 1)

Табл. 1. Середнє і максимальне значення ширини розкриття тріщин у зразках під короткочасним навантаженням

№ п/п	Шифр зразка	R_b , МПа	F_a , см ²	μ , %	P , кН	M_{crc} , кНм	M , кНм	l_{crc} , мм	a_{crc} , мм	$a_{crc}^{\max}$, мм
1	2	3	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2БОм I-1	25,3	1,783	0,0107	6,40	16,867	4,269	0,126	0,113	0,169
					8,40		5,603	0,146	0,130	0,195
					10,40		6,937	0,177	0,158	0,238
2	3БОм I-1	37,1	1,783	0,0106	8,40	24,733	5,603	0,095	0,085	0,127
					10,40		6,937	0,115	0,102	0,153
					12,40		8,271	0,143	0,127	0,191
3	4БОм I-1	48,5	1,783	0,0107	8,40	32,333	5,603	0,078	0,070	0,104
					10,40		6,937	0,103	0,092	0,138
					12,40		8,271	0,141	0,125	0,188
4	6БО II-1	64,6	2,891	0,0171	12,40	43,067	8,271	0,004	0,004	0,005
					16,40		10,939	0,010	0,009	0,014
					18,40		12,273	0,053	0,047	0,070

Залежність ширини розкриття тріщини від моменту тріщиноутворення наведена на рис.3.

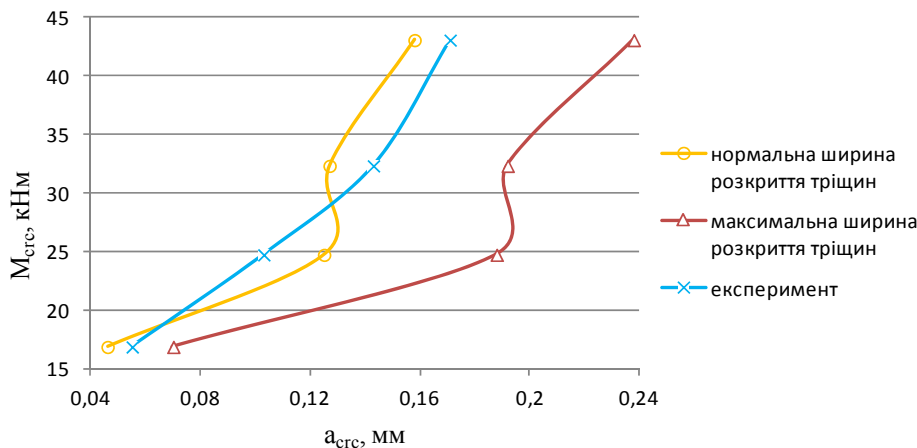


Рис.3. Залежності ширини розкриття тріщин від моменту тріщино утворення

Із рис. 3. видно, що ширина розкриття тріщини збільшується в залежності від моменту тріщиноутворення. Так, при значенні $M_{crc} = 16,86$ кНм ширина розкриття тріщини становить $a_{crc} = 0,046$ мм, а при $M_{crc} = 43,07$ кНм ширина розкриття тріщини – $a_{crc} = 0,158$ мм.

Висновки: при проведених розрахунках ширини розкриття тріщини встановлено:

- ширина розкриття тріщини із збільшення моменту тріщиноутворення збільшується;
- виникнення тріщин у зоні чистого згину супроводжується різкою зміною показів тензорезисторів, індикаторів та прогиномірів. На графіках середніх видовжень і прогинів помітний перелом;
- порівняння результатів обчислення ширини розкриття тріщини теоретичним методом із експериментальним знаходиться у межах 7%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрейків О. Є. Метод визначення коефіцієнта інтенсивності напружень для залізобетонних елементів з тріщинами при згині / О. Є. Андрейків, Й. Й. Лучко, Т. В. Гембара // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 1992. – №3. – с. 98–104.
2. Бачинский В. Я. Трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов из мелкозернистых бетонов / В. Я. Бачинский, Й. Й. Лучко, О. Г. Пятинина // Исследование строительных конструкций и сооружений. – М.: БТИСМ. – 1980. – с. 51–59.
3. Бирулин Ю. Ф. Образование, раскрытие и закрытие трещин в нормальных железобетонных конструкциях / Ю. Ф. Бирулин, В. К. Перова // Бетон и железобетон. – 1971. – №5. – с. 27–28.
4. Вербицкий Г. П. Классификация трещин в бетонных и железобетонных конструкциях / Г. П. Вербицкий // Тр. корд. совещаний по гидротехнике. – ВНИИГ, 1975. – Вып.99. – с. 85–86.
5. Эйдельман С. Л. Натурные исследования плотин Братской ГЭС. / С. Л. Эйдельман. – Л.: Энергия, 1968. – 256 с.
6. Иосилевский Л. И. Долговечность предварительно напряженных железобетонных балочных пролетных строений мостов. / Л. И. Иосилевский. – М.: Транспорт, 1967. – 288 с.
7. Лучко Й. Й. Трещиностойкость сталебетонных изгибаемых элементов при воздействии различных нагрузок / Й. Й. Лучко, А. И. Гавриляк // Бетон и железобетон, М., 1987. – №7 – с. 30–31.
8. Москвин В. М. Трещины в железобетоне и коррозия арматуры / В. М. Москвин. С. Н. Алексеев, Г. П. Вербицкий, В. И. Новгородский. – М.: Стройиздат, 1971. – 144 с.
9. Зацепин А. Л. Новые исследования в области цементного бетона. / А. Л. Зацепин. – М.: Дориздат, 1979. – 316 с.

Полищук А. О.

Научные консультанты – проф. Лучко Й. Й., ас. Ковальчук В. В.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

В данной работе приведены результаты расчетов ширины раскрытия трещин, возникающие в железобетонных балках прямоугольного сечения от приложенных кратковременных нагрузок.

Мужик Б. Й.

Науковий консультант – к.т.н., доц. Сисин М. П.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРОТИ ЗСУВУ ІЗ ВРАХУВАННЯМ РЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТІВ

У даній роботі виконується дослідження стійкості земляного полотна проти зсуву. Досліджується в'язке та пластичне руйнування насипу за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, а також

Вступ. На даний час існує велика кількість методів розрахунку стійкості земляного полотна, які, в основному, базуються на розгляді граничного та напружено-деформованого станів земляного полотна.

Методи, які базуються на граничному стані, дозволяють визначити стійкість земляного полотна без врахування можливих деформацій. В способах граничного стану розглядаються два стани земляного полотна: стійкий та нестійкий. В дійсності земляне полотно не є повністю стабільною системою. В земляному полотні протягом тривалого часу виникають ті чи інші деформації, які виявляються та усуваються в результаті поточного утримання земляного полотна. Крім того, графоаналітичні методи будуються на наступних принципах:

- недеформованість тіла насипу;
- попередньо задається крива можливого зсуву.

Хоча насправді прийняті положення деякою мірою спотворюють властивості ґрунтів; поведінка їх під навантаженням є набагато складнішою. Так, при деформації глинистих ґрунтів добре відчутні часткові дефекти – повзучість, релаксація і зниження міцності при довготривалій дії навантажень. Іншими словами, глинисті ґрунти можуть змінювати свій напружено-деформований стан в часі.

Друга особливість реальних ґрунтів – нелінійний характер залежності між напруженням і деформацією, особливо деформацією, яка розвивається в часі. Таким чином, реальна поведінка ґрунту під навантаженням суттєво відрізняється від схематизованих представлень. Врахування особливостей деформації ґрунтів дасть можливість більш точно вивчити реальні властивості ґрунтів, щоб наблизити теоретичні прогнози до реальної поведінки ґрунтів.

Для об'єктивної оцінки стійкості насипів необхідно:

- 1) розглядати не тільки граничний стан земляного полотна, але й проміжні стани із деформаціями земляного полотна, які виникають в процесі експлуатації;
- 2) необхідно враховувати часові процеси руйнування земляного полотна.

Більш точними методами оцінки є розрахунок із використанням методу скінченних елементів та розв'язок задачі знаходження пружних та пластичних деформацій. Для визначення характеристик втрати стійкості земляного полотна у часі необхідно враховувати реологічні властивості ґрунтів.

Мета задачі. Дослідити довготривалі процеси втрати стійкості укосів земляного полотна із урахуванням реологічних особливостей ґрунтів; порівняти результати розрахунків із традиційною методикою кругло-циліндричної поверхні для встановлення її точності.

Опис розрахункової схеми та математичної моделі. Відомо, що основними факторами, які зумовлюють стадії повзучості, є перевлаштування структури ґрунтів (з відривом старих і утворенням нових структурних зв'язків) і виникнення та розвиток мікротріщин. У першій стадії (затухаючій повзучості) відбувається зменшення (закриття) існуючих мікротріщин, причому спостерігається зменшення об'єму ґрунту [2].

У другій стадії (пластично-в'язкої текучості) відбувається лише перевлаштування структури при практично незмінному об'ємі ґрунту, причому порушення існуючих жорстких чи напівжорстких зв'язків повністю компенсується утворенням нових водно-колоїдних і молекулярно-контактних зв'язків, а протікаюча в'язка деформація (головним чином, водно-колоїдних оболонок, сильно зв'язаних з мінеральними частинками) зумовлює нову структуру,

яка все менше чинить опір дії зовнішніх сил: агрегати ж частин і окремі частинки ніби вибудовуються в напрямку діючих сил мікроруху.

На третій стадії (прогресуюча текучість) збільшується об'єм ґрунту і зменшується його опір внаслідок появи (при певних відносних переміщеннях частин ґрунту і їх агрегатів) нових мікротріщин. Деформація наростає все швидше, яка приводить ґрунт в крихке руйнування чи в'язку текучість, відбувається видавлювання ґрунту в сторони від навантаженої поверхні.

На даний час для опису процесу проходження залишкових деформацій ґрунтів у часі використовується ряд теоретичних підходів, що враховують основні види фізичних процесів у ґрунтах (консолідація, розущільнення, фільтрація, розрідження, набухання, тощо) [2, 5, 6]. Внаслідок великої різноманітності цих процесів та їх складності для всіх видів ґрунтів досі не існує однозначних методів розрахунку протікання деформацій у часі, як і табличних даних щодо їх відповідних характеристик. В основі більшості інженерних способів розрахунку деформації ґрунтів у часі лежать методи реології ґрунтів [5]. Реологічні процеси проявляються у вигляді повзучості (безперервного наростання деформацій у часі навіть при постійних напруженнях), релаксації (розслаблення напружень, необхідних для підтримки деформації) і зниження міцності (зниження опору ґрунту руйнуванню із збільшенням часу впливу навантаження). Залежностями, які описують основні реологічні процеси, є:

$$\begin{aligned}\varepsilon_v(t) &= f(\sigma_v, t), \\ \gamma_i(t) &= f(\sigma_v, \tau_i, t), \\ \varepsilon_v^D(t) &= f(\sigma_v, \tau_i, t), \\ \tau_{i\infty}(t) &= f(\sigma_v; t),\end{aligned}\tag{1}$$

де $\varepsilon_v(t)$, $\gamma_i(t)$ – зміна об'ємної деформації в часі та інтенсивності деформації зсуву в часі; σ_v , τ_i – середнє нормальне напруження та інтенсивність дотичних напружень; $\varepsilon_v^D(t)$ – об'ємна деформація, що викликана інтенсивністю дотичних напружень τ і при постійній величині σ_v ; $\tau_{i\infty}$ – граничне тривале значення інтенсивності дотичних напружень, що характеризує межу тривалої міцності.

Модель насипу, що використана при виконанні досліджень, зображена на рис. 1.

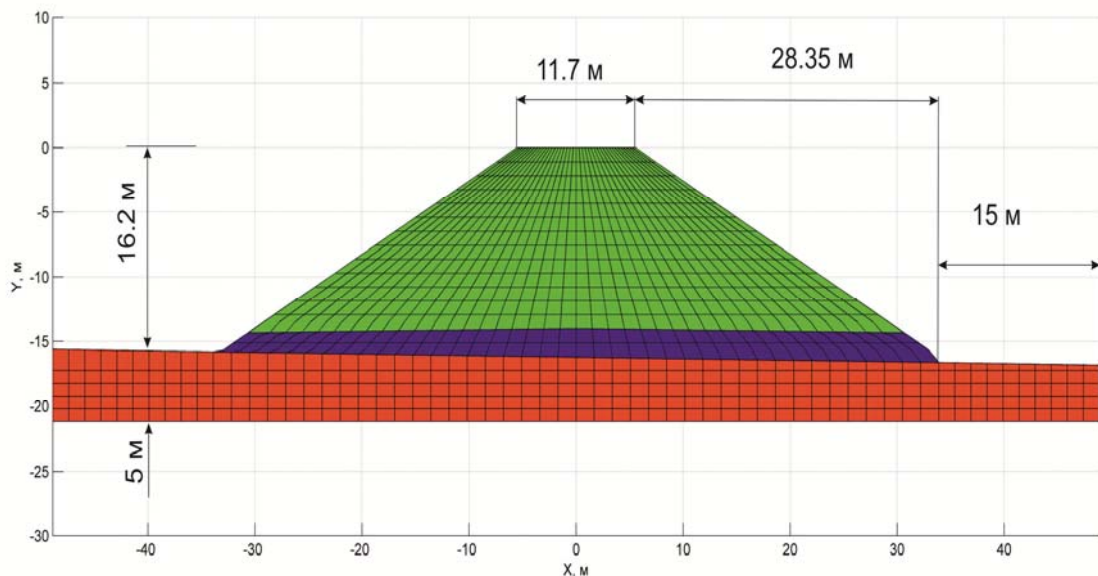


Рис. 1. Модель насипу земляного полотна

На рис. 2 показано навантаження на основну площадку земляного полотна, яке використовується у даній задачі [3].

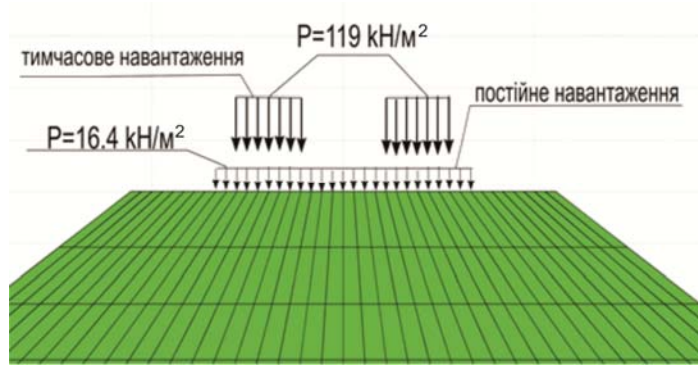


Рис. 2. Навантаження на основну площадку земляного полотна

ВИХІДНІ ДАНІ

Поперечний ухил місцевості для насипу	
Кількість колій на насипу	2
Об'ємна вага ґрунту основи (при вологості 20%) $\gamma_{осн}, \frac{kH}{m^2}$	19,5
Середній ухил кривої депресії в насипу, I_0	0,02
Вагова вологість ґрунту насипу $W, \%$	
Висота насипу по осі, м	16,2
Кут внутрішнього тертя ґрунту насипу в стані природної вологості $\varphi, град$	25,3
Кут внутрішнього тертя ґрунту основи насипу $\varphi_{осн}, град$	26,5
Питоме зчеплення ґрунту насипу $C, \frac{kH}{m^2}$	12,8
Питоме зчеплення ґрунту основи насипу $C_{осн}, \frac{kH}{m^2}$	15,8
Розрахункове навантаження від рухомого складу, kH/m^2	119
Густина частинок ґрунту насипу, t/m^3	26
Густина частинок ґрунту основи, t/m^3	26,4
Густина ґрунту насипу, t/m^3	18

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ

На рис. 3 показано нерівномірні деформації основної площадки під навантаженням при зміні коефіцієнта зменшення стійкості починаючи від 0,8. Із графіка можна побачити, що від 0,8 до 0,9 відбувається, здебільшого, пружна деформація. При більших значеннях швидкість збільшення пластичних деформацій починає наростати, але пластична деформація стабілізується, а при значеннях більше 1,025 наростання деформації відбувається дуже швидко і відбувається руйнування насипу. Звідси за стійкість насипу можна прийняти таку величину коефіцієнта стійкості 1,025.

На рис. 4 показано зміну рівномірних і нерівномірних деформацій у часі при різних значеннях коефіцієнта зменшення стійкості. Із графіка можна побачити, що із зменшенням коефіцієнта зменшення стійкості відбувається значне збільшення залишкових деформацій, але до певного значення коефіцієнта деформації з часом стабілізуються. При значенні коефіцієнта, який дорівнює одиниці, деформація насипу стабілізується, але далі знову наростає. При більших значеннях коефіцієнта зменшення стійкості відразу починається швидке наростання деформацій.

Секція "Рухомий склад і залізнична колія"

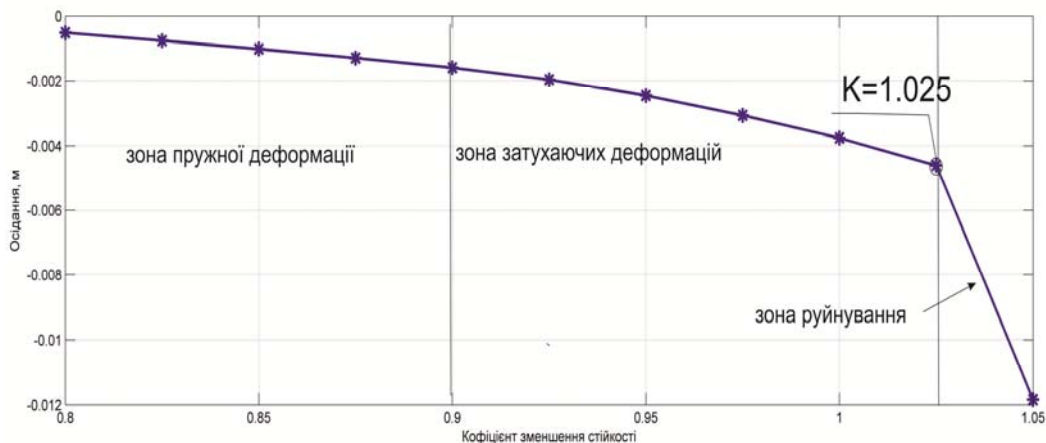


Рис. 3. Залежність деформації від коефіцієнта зменшення стійкості

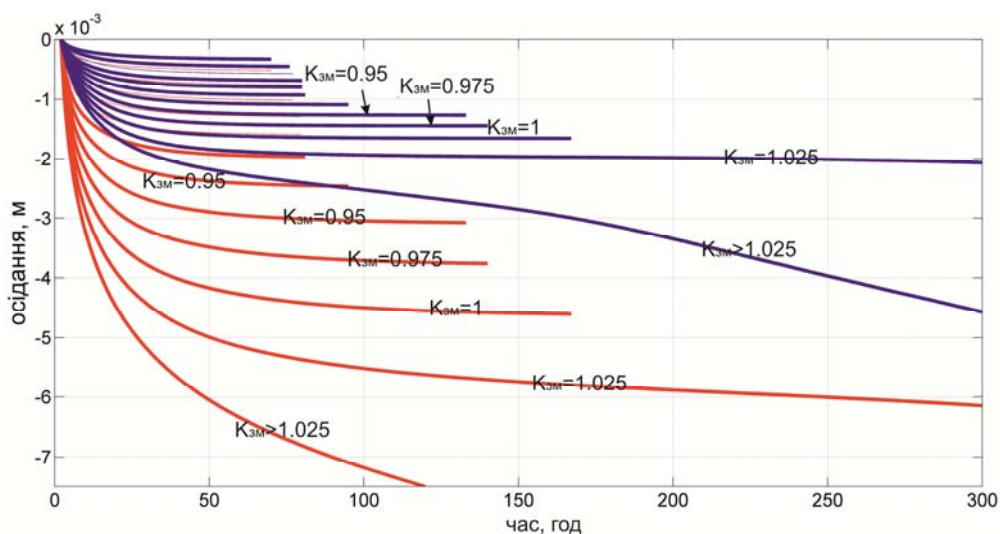


Рис. 4. Графік рівномірної та нерівномірної деформації у часі основної площадки земляного полотна

Аналіз дослідження показує (рис. 5), що зсув насипу відбувається по поверхні, близькій до круглоциліндричної [4], але радіуси кривих зсуву значно відрізняються ($R_{кг} = 25$ м, $R_{деф} = 38$ м). Це підтверджує теорію про те, що більшість насипів зсуваються саме по такій траєкторії; точки початку та кінця кривої зсуву приблизно співпадають. Коефіцієнт стійкості, визначений за графоаналітичним методом, є заниженим відносно деформаційного на 18 % і показує стійкість насипу на початку пластичної затухаючої фази деформації.

Висновки. У даному дослідженні виконано розрахунки довготривалих процесів втрати стійкості укосів земляного полотна із урахуванням реологічних особливостей ґрунтів. Також виконано порівняння результатів розрахунків із використанням деформаційного методу та традиційної методикою круглоциліндричної поверхні. Результати досліджень показали, що:

1. Зсув насипу відбувається по поверхні близькій до круглоциліндричної, але радіуси кривих зсуву значно відрізняються.
2. Точки початку та кінця кривої зсуву приблизно співпадають.
3. Зсувна деформація насипу складається із трьох фаз: пружної, пластичної затухаючої деформації та пластичної деформації, яка прискорюється (руйнування).
4. Коефіцієнт стійкості, визначений за графоаналітичним методом, є заниженим відносно деформаційного на 18 % і показує стійкість насипу на початку пластичної затухаючої фази деформації.
5. Деформаційний підхід дозволяє встановити часові рамки процесу деформації насипу.

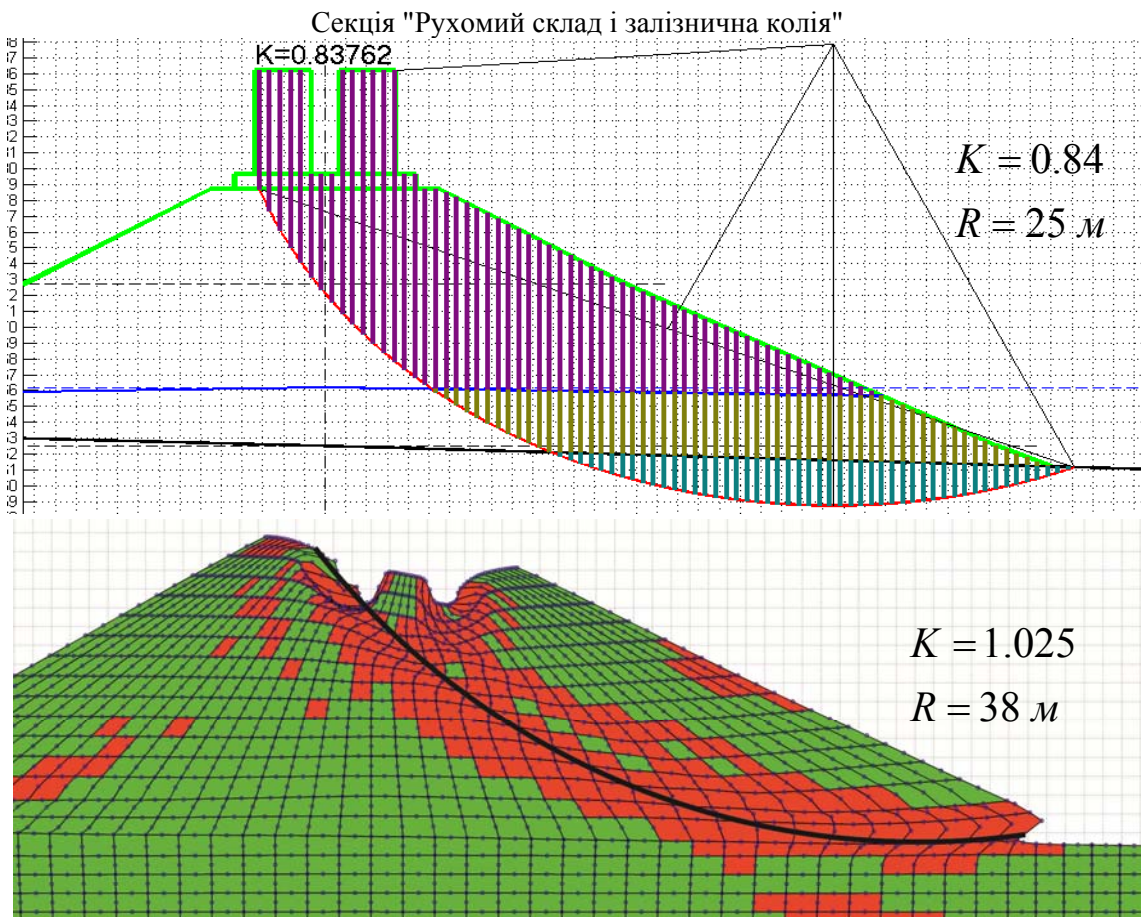


Рис. 5. Результати розрахунків при застосуванні деформаційного методу та традиційної методики кругло-циліндричної поверхні

ЛІТЕРАТУРА

1. *Виноградов В. В.* Расчеты и проектирование железнодорожного пути. / Виноградов В.В. – [Учебное пособие для студентов вузов ж-д. трансп.] – М.: Маршрут, 2003. – 210 с.
2. *Цытович Н. А.* Механика грунтов (краткий курс). / Цытович Н. А. – [Учебник для строит. вузов - 4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1983. – 283 с.
3. *Триус Ю. В.* Розв'язування екстремальних задач за допомогою пакету Matlab 6.5. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. – Серія 2. – Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова. – №2(9). – 2005. – С. 61–79.
4. *Фришман М. А.* Земляное полотно железных дорог. / Фришман М. А., Хохлов И. Н., Титов В. П. – М.: Транспорт, 1972. – 288 с.
5. *Вялов С. С.* Реологические основы механики грунтов. / Вялов С. С. – М.: Высшая школа, 1978.
6. *Крамаренко В. В.* Грунтоведение: учебное пособие. / В.В. Крамаренко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 431 с.

Мужык Б. И.

Научный консультант – к.т.н., доц. Сысын Н. П.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРОТИВ СДВИГА С УЧЕТОМ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ

В данной работе выполнено исследование устойчивости земляного полотна против сдвига. Исследуется вязкое и пластическое разрушение насыпи с помощью специализированного программного обеспечения, а также поведение грунтов и изменение во времени напряженно-деформированного состояния земляного полотна под нагрузкой.

Любас І.М.

Науковий консультант – к.т.н., доц., Баль О.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ В КРИВИХ РАДІУСОМ МЕНШЕ 350 М

В даній роботі зроблено багатоваріантні розрахунки поздовжньої та поперечної стійкості в залежності від групи параметрів (конструкції верхньої будови колії, епюри шпал, плану лінії, температури закріплення, рухомого складу) та побудовано графіки залежності впливу різних факторів на стійкість рейко – шпальної решітки.

Вступ. Без сумніву, що найбільш прогресивною конструкцією, яка зокрема підвищує плавність руху поїздів, поліпшує динаміку взаємодії колеса з рейкою, є безстикова колія з рейковими плітками довжиною в перегін і більше.

На українських залізницях вузьким місцем в конструкції рейкової колії є криві малого радіусу, в яких на сьогодні використовується тільки ланкова конструкція колії на дерев'яних шпалах. Причиною є відсутність конструкції безстикової колії на залізобетонних шпалах в кривих малого радіусу.

На сьогоднішній день є вирішено ряд завдань щодо конструкції верхньої будови колії в кривих ділянках радіусом від 450 до 200 м на залізобетонних шпалах. Наприклад, проблема ширини колії може успішно вирішуватися застосуванням на звичайних залізобетонних шпалах скріплення СКД65 – Б [1], яке дозволяє плавно регулювати ширину колії до 28 мм на розширення. Також розв'язання проблеми поздовжніх температурних сил полягає у застосування сезонних розрядок напружень, що є дуже трудомістким видом робіт. Іншим способом вирішення проблеми застосування безстикової колії на залізобетонних шпал у таких кривих є збільшення стійкості рейко – шпальної решітки проти зсуву за допомогою так званого анкерування шпал. Також розробляються нові залізобетонні шпали з анкерами.

Особливістю роботи безстикової колії є те, що закріплені рейкові пліти при підвищенні або зниженні температури в повній мірі не можуть змінювати свою довжину. Через це в них виникають значні поздовжні температурні сили, які в спекотну літню погоду можуть призвести до втрати стійкості (до викиду) колії, а в холодну зимову – до перенапружень в підшві рейки і зламу її з утворенням небезпечного зазору, або розриву рейкового стику у зрівнювальному прольоті через зріз болтів [2].

Актуальною проблемою для України є проблема стійкості безстикової колії в кривих ділянках малого радіусу, тому що у кривих радіусом менше 350 м навіть відносно невелика поздовжня температурна сила у рейках може викликати великі поперечні сили, внаслідок великої кривизни колії у плані.

Мета досліджень. Встановити вплив різних факторів на стійкість рейко – шпальної решітки (рейкової колії) та визначити «проблемні місця» в елементах конструкції верхньої будови безстикової колії в кривих радіусом менше 350 м з умови забезпечення стійкості.

Дослідження. Умови стійкості верхньої будови колії (ВБК) полягають у забезпеченні поздовжньої стійкості рейко-шпальної решітки (попередження переміщення рейко-шпальної решітки по баласту), поздовжньої стійкості рейкової колії (попередження переміщення рейок по підкладкам), та поперечної стійкості рейко-шпальної решітки.

Поздовжня та поперечна стійкість верхньої будови колії залежать від групи параметрів: конструкції верхньої будови колії, епюри шпал, плану лінії, температури закріплення, рухомого

складу, який обертається на даній ділянці тощо. Розрахунки повздовжньої та поперечної стійкості викладені в Правилах розрахунків на міцність і стійкість [3].

Дане завдання вирішується на основі розрахунків колії на міцність і стійкість [3], при яких визначаємо потрібні вихідні дані для забезпечення граничних умов стійкості рейко – шпальної решітки. Тобто, вирішуємо обернену задачу від забезпечення умов стійкості до вибору конструкції елементів верхньої будови колії та інших параметрів, які впливають на стійкість колії. Для виконання розрахунків створено програму в середовищі Microsoft Office Excel, яка дозволяє розрахувати повздовжню та поперечну стійкість верхньої будови колії в залежності від різних вихідних умов (враховуючи нетипові умови).

Для дослідження прийнято наступні вихідні дані: локомотиви (ВЛ-80, ЧС-4), тип рейок (Р65, UIC60), залізобетонні шпали, скріплення СКД65-Б, щебеневий баласт, радіуси кривих R (400 м, 350 м, 300 м, 250 м, 200 м), розраховані для зазначених вище радіусів підвищення зовнішньої рейки в кривій h (м), непогашені прискорення $\alpha_{\text{нп}}$ (м/с²), допустимі швидкості руху $V_{\text{доп}}$ (м/с).

Розглядаємо кожну з умов стійкості ВБК [3] та будуємо графіки залежності коефіцієнта повздовжньої та поперечної стійкості від групи параметрів зазначених вище (див. рис.1,2,3,4,5). На основі приведених графіків можна проаналізувати вплив різних факторів на стійкість верхньої будови колії.

Коефіцієнтом (k) повздовжньої (поперечної) стійкості ВБК будемо називати відношення граничних умов стійкості до розрахункових. З допомогою даного коефіцієнта можна проаналізувати який запас стійкості ВБК буде в залежності від різних факторів, що на неї впливають.

Перша умова (повздовжня стійкість рейко – шпальної решітки) буде виконуватись в тому випадку, якщо пружна повздовжня реакція кожної опори не перевищуватиме допустимого опору переміщенню цієї опори вздовж колії, тобто повинна виконуватись нерівність:

$$\max(p_{3z}^{np} + p_{\text{гальм}}^{cp}) \cdot l_{\text{ш}} + p_t^{poz} \cdot l_{\text{ш}} \leq \frac{[W_0^{np}]}{K_3}, \quad (1)$$

де p_{3z}^{np} – погонна повздовжня сила від пружного згину рейки, кН/м; $p_{\text{гальм}}^{cp}$ – розподілена гальмівна сила, яка передається від коліс рухомого потяга на рейкову нитку, кН/м; $l_{\text{ш}}$ – відстань між осями шпал, м; $[W_0^{np}]$ – допустимий опір переміщенню шпали вздовж колії, кН; K_3 – коефіцієнт запасу на повздовжню стійкість.

Вплив модуля пружності підрейкової основи U_z (МПа), повздовжньої жорсткості вузла скріплення C_{uz} (Н/мм) та епюри шпал (шт./км) на повздовжню стійкість (за першою умовою) приведений на рис.1.

Друга умова (повздовжня стійкість рейкової колії) буде виконуватись в тому випадку, якщо сумарні повздовжні сили уgonу рейки (разом із температурними повздовжніми силами) не будуть перевищувати сил опору повздовжньому переміщенню, які забезпечуються рейковими скріпленнями:

$$\sum p_{\text{угон+тем}} = \max(p_{3z}^{np} + p_{\text{гальм}}^{cp}) + p_t^{poz} \leq [r_{\text{скр}}^{poz}] + \frac{2 \cdot R_n'}{K_3 \cdot l_{\text{он}}}, \quad (2)$$

де $[r_{\text{скр}}^{poz}]$ – допустимий погонний опір рейкової нитки, що забезпечується скріпленням (кН/м); $l_{\text{он}}$ – довжина безстикової пліти, м; R_n' – величина опору повздовжньому переміщенню рейкової пліти в накладках стику, кН.

Секція "Рухомий склад і залізнична колія"

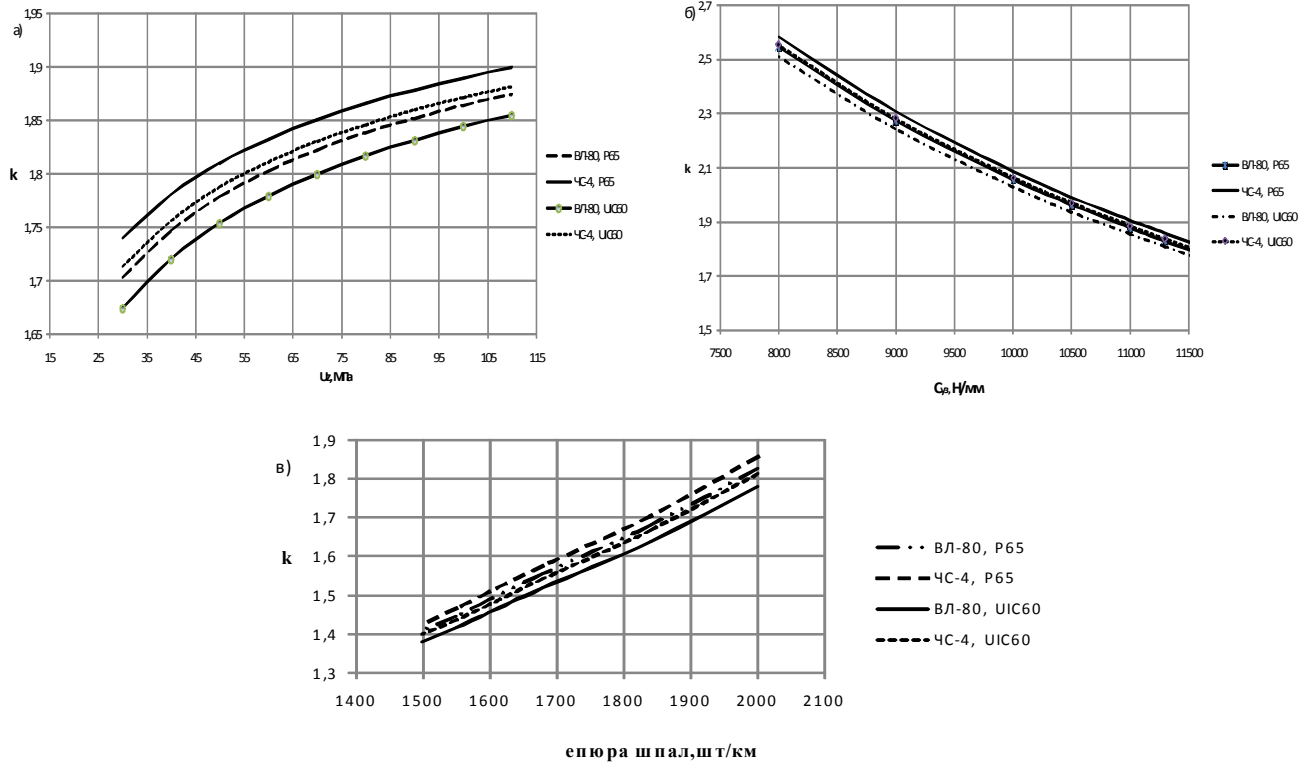


Рисунок 1. Залежність коефіцієнта поздовжньої стійкості (за першою умовою) від типу рухомого складу(ВЛ-80, ЧС-4), типу рейок(P65, UIC60) та від: а – модуля пружності підрейкової основи; б – поздовжньої жорсткості вузла скріплення; в – епюри шпал.

Вплив поздовжньої жорсткості вузла скріплення C_{uz} (Н/мм) та довжини безстикової пліті $l_{бп}$ (м) на поздовжню стійкість (за другою умовою) приведений на рис.2.

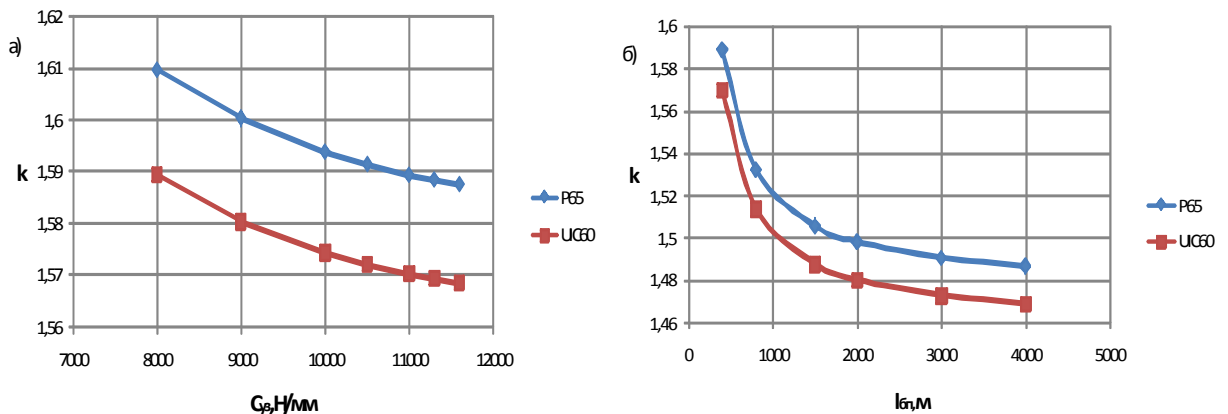


Рисунок 2. Залежність поздовжньої стійкості (за другою умовою) від типу рейок (P65, UIC60) та від: а – поздовжньої жорсткості вузла скріплення ; б – довжини безстикової пліті.

Умова забезпечення стійкості рейко – шпальної решітки (*перша умова поперечної стійкості*) буде виконуватись в тому випадку, коли максимальна рамна сила, $Y_p^{\max}$, що передається від колісної пари на рейки не буде перевищувати граничного опору рейко – шпальної решітки поперечному зсуву $W_{ш}$, тобто повинна виконуватись нерівність:

$$Y_p^{\max} < W_{ш} \cdot [\varepsilon] \quad (3)$$

де $[\varepsilon]$ – коефіцієнт, що передбачає можливі зниження опору поперечному зсуву зміщенню рейко – шпальної решітки безпосередньо після ремонту колії.

Умова недопущення остаточних зсувів рейкової нитки під впливом горизонтальних поперечних сил (*друга умова поперечної стійкості*), тобто умова забезпечення поперечної стійкості рейкової колії буде виконуватись при виконання нерівності:

$$\frac{H_{z-nid}^{\max}}{Q_{\text{верт}}} \leq [\alpha_1], \quad (4)$$

де $H_{z-nid}^{\max}$ – найбільше горизонтальне бокове навантаження, що передається від підшви рейки через шпалу; $Q_{\text{верт}}$ – середнє значення вертикального динамічного навантаження, що передається від рейки на шпалу.

Вплив осьового вертикального навантаження P_{oc} (кН) на поперечну стійкість (за першою умовою) приведений на рис.3.а та вплив радіуса кривої на поперечну стійкість (за другою умовою) приведений на рис.3.б.

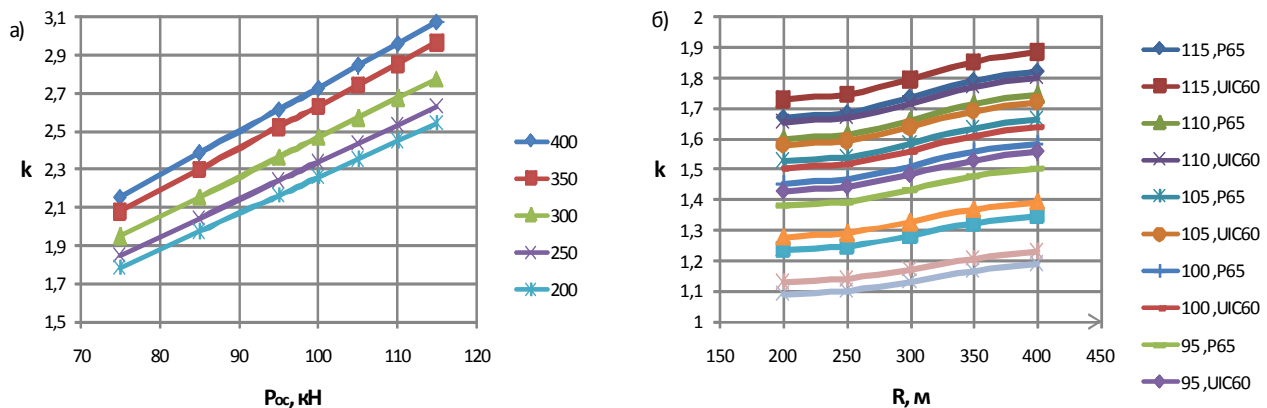


Рисунок 3. Залежність поперечної стійкості від : а – осьового вертикального навантаження (за першою умовою) та від радіуса кривої R (400 – 200м); б – радіуса кривої (за другою умовою) та від осьового вертикального навантаження P_{oc} (115 – 95кН) та типу рейок (P65, UIC60).

Третя умова забезпечення поперечної стійкості рейко – шпальної решітки безстикової колії проти викиду при дії критичних поздовжніх температурних сил:

$$P_t^* \leq [P_{t-y}], \quad (5)$$

де $[P_{t-y}]$ – допустима за умовами стійкості колії проти викиду поздовжня сила, кН; P_t^* – подвоєна розрахункова стискаюча температурна сила.

Вплив радіуса кривої на поперечну стійкість (за другою умовою) приведений на рис.3.б.

Залежність поперечної стійкості від радіусу кривої за умовою забезпечення поперечної стійкості рейко – шпальної решітки проти викиду при дії критичних поздовжніх температурних сил наведений на рис.4.

Висновки.

Аналізуючи отримані графіки можна, зробити наступні висновки. Повздовжня та поперечна стійкість верхньої будови колії залежить від:

- *модуля пружності підрейкової основи* U_z (МПа), проте як видно з рис. 1а при будь-якому модулі пружності поздовжня стійкість рейко-шпальної решітки забезпечується (із запасом 70-90%);
- *поздовжньої жорсткості вузла скріплення* C_{yz} (Н/мм) і як бачимо з рис.1.б при щільнішому затягуванні болтів коефіцієнт поздовжньої стійкості k менший на 30%, ніж при затягуванні болтів в середньому стані; в загальному мінімальний запас поздовжньої стійкості по даному критерію 80 %;

Секція "Рухомий склад і залізнична колія"

- *епюри шпал* (рис.1.в). Запас поздовжньої стійкості k становити 40-80 %. При використанні епюри 2000 шт./км запас поздовжньої стійкості k збільшується на 10% в порівнянні з базовою конструкцією 1840 шт./км;
- *типу рейок та від довжини безстикової пліти*, проте як видно з рис. 2 їх вплив на поздовжню стійкість є незначним;
- *величини осьового навантаження* і як видно з рис. 3а,б коефіцієнт запасу поперечної стійкості в кривих малого радіусу зростає із збільшенням величини осьового навантаження.

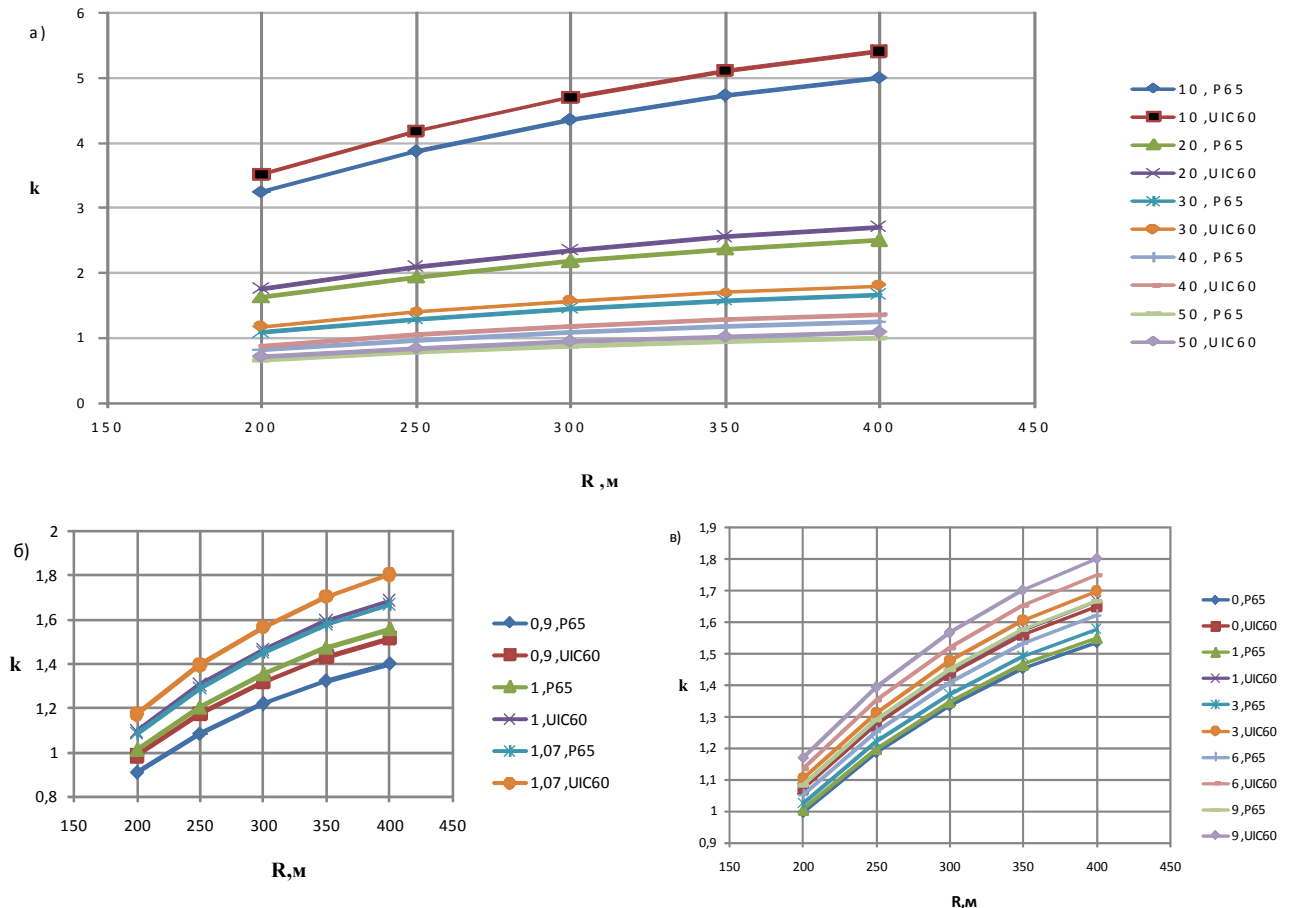


Рисунок 4. Залежність поперечної стійкості від радіусу кривої, типу рейок (P65, UIC60) та від: а – інтервалу зміни температури рейок відносно температури закріплення (10 – 50°C : приведена біля позначення); б – зусилля затяжки (0,9 – 1,07-коефіцієнт, що залежить від зусилля затяжки клемних болтів); в – приведенного зносу рейки (0 – 9мм).

Вплив вище перелічених факторів не порушують умови повздовжньої та поперечної стійкості і можуть бути враховані при проектуванні конструкції верхньої будови колії в кривих малого радіусу.

Окремо потрібно відзначити третю умову забезпечення поперечної стійкості рейко – шпальної решітки безстикової колії проти викиду при дії критичних поздовжніх температурних сил. Як видно з рис. 4а, в кривих при радіусі менше 350 м *при інтервалі зміни температури рейок відносно температури закріплення* на 40-50° С поперечна стійкість рейко-шпальної решітки не забезпечується (коефіцієнт стійкості k менше 1). Тобто для забезпечення поперечної стійкості рейко – шпальної решітки проти викиду при дії критичних поздовжніх температур можлива зміна температури рейки відносно температури закріплення на 10 – 30° С (рис.4.а). При цьому також впливають зусилля затяжки клемних болтів (рис.4.б) таведений знос

рейок (рис.4.в). Для вирішення даної проблеми потрібно збільшувати граничну умову – величину допустимої за умовами стійкості колії проти викиду поздовжньої сили $[P_{t-y}]$ за формулою (5). Збільшення даної сили можливе за рахунок удосконалення конструкції елементів верхньої будови безстикової колії в кривих малого радіусу, а саме створення нової підрейкової основи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Інструкція зі складання та поточного утримання колії зі скріпленням типу СКД65: ЦП–0199 / М. П. Нестечик, О. В. Губар – К.: Інпрес, 2008. – 44 с.
2. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню ремонту і утриманню безстикової колії України: ЦП–0266 / Рибкін В. В., Патласов О. М., Белорусов О.І. та інші – Укрзалізниця. Головне управління колійного господарства, 2012. – с.5
3. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість: ЦП–0117 / Даниленко Е. І, Рибкін В. В.. – К.: Транспорт України, 2006. – с.63–86

Любас И.Н.

Научный консультант – к.т.н., доц., Баль О.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ В КРИВЫХ РАДИУСОМ МЕНЕЕ 350 м

В данной работе выполнено многовариантные расчеты продольной и поперечной устойчивости в зависимости от группы параметров (конструкции верхнего строения пути, эюры шпал, плана линии, температуры закрепления, подвижного состава) та построении графики зависимости влияния разных условий на устойчивость рельсо-шпальной решетки.

НЕОБХІДНІСТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Завдання даної статті обумовлено необхідністю вдосконалення якості поточного планування обсягів продажів транспортних послуг з метою підвищення ефективності управління роботою українських залізниць на транспортному ринку та забезпечення їх фінансової стабільності в постійно змінюваних ринкових умовах.

Постановка проблеми. Робота транспортних підприємств пов'язана з високим ступенем невизначеності, викликаній різною реакцією клієнтів на кон'юнктурні зміни на ринку, що призводить до труднощів планування вантажо-розвантажувальної роботи, визначення очікуваних обсягів перевезень вантажів. Недостатнє визначення прогнозованих обсягів перевезень категорій споживачів транспортних послуг у виборі партнерів по бізнесу, реакції окремих клієнтів (груп) на дії факторів, сформованих на підприємницькому, регіональному, галузевому, державному та міжнародному рівнях управління, а також недосконалістю наукового інструментарію для дослідження та прогнозування транспортно-економічних відносин із використанням сучасних інформаційних технологій - обумовлюють актуальність розробки методики і технології. Розвиток системи прогнозування на залізничному транспорті дозволить знизити непродуктивні витрати в організації та освоєнні перевезень (за рахунок завчасного та адекватного реагування на очікуваний попит в сфері перевезень), а також підвищити обґрунтованість пропозицій щодо тарифної та інвестиційної політики на залізницях України.

Постановка завдання. Завдання даної статті обумовлено необхідністю вдосконалення якості поточного планування обсягів продажів транспортних послуг з метою підвищення ефективності управління роботою українських залізниць на транспортному ринку та забезпечення їх фінансової стабільності в постійно змінюваних ринкових умовах. Дана розробка передбачає надання методичних і практичних рекомендацій щодо вдосконалення діючої на залізничному транспорті системи аналізу та поточного прогнозування обсягів вантажних перевезень.

Виклад основного матеріалу. Транспорт на відміну від інших галузей матеріального виробництва не створює продукцію, але шляхом переміщення сировини, продуктів, матеріалів, засобів виробництва, робочої сили і товарів бере участь у процесі виробництва, розподілу і споживання, тому без нього неможливе функціонування народного господарства в цілому, і кожної окремої галузі зокрема. Основою для прийняття всіх найважливіших рішень з розвитку і технічного облаштування транспортних систем є прогноз очікуваних перевезень, які у вантажному повідомленні складаються:

- із внутрішніх міжрайонних та місцевих перевезень;
- з експортно-імпортних перевезень;
- з міжнародних транзитних перевезень.

Для ефективного функціонування та раціонального використання транспортних засобів на залізниці ведеться прогнозування обсягів перевезень вантажів. Для прогнозування за основу використаємо фактичні дані за попередні роки. У цій роботі, скориставшись методом

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" найменших квадратів, спрогнозуємо обсяги перевезень вантажів по Україні залізничним транспортом на 2014-2015 роки, використавши дані за попередні роки, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Відправлення вантажів залізничним транспортом по Україні, млн. т

i	Рік	Кількість тонн вантажів y_i , млн.т
1	2009	322,2
2	2010	358,0
3	2011	388,7
4	2012	378,1

Спрогнозуємо відправлення вантажів, використовуючи дані статистичного центру України. За даними табл. 1, щодо відправлень вантажів y_i , будемо графік $y(i)$ та оцінюємо вид тренда (рис. 1). Із графіка можна зробити висновок, що тренд відповідає нелінійній прогнозованій функції. Прийmemo, що функція тренда логарифмічного типу:

$$Y_i = a + b \cdot \ln i. \quad (1)$$

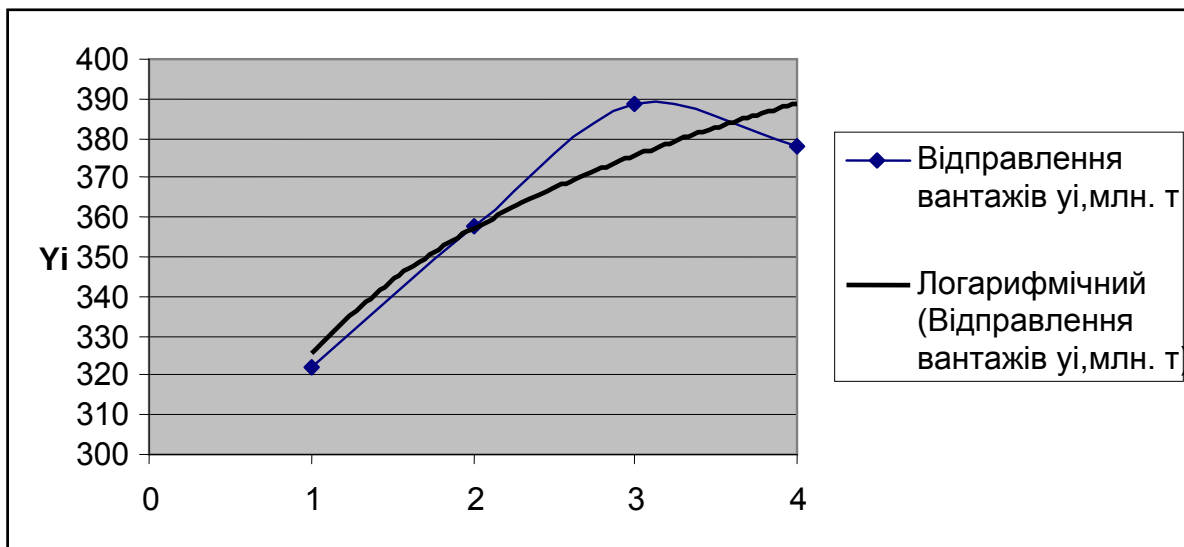


Рис.1 Вид тренда

Параметри a і b визначимо методом найменших квадратів, згідно з яким сума квадратів $Y_i - y_i$ повинна мати мінімальне значення. Подамо цю суму у вигляді

$$f(a,b) = \sum_{i=1}^4 (a + b \cdot \ln i - y_i)^2 \quad (2)$$

Прирівнявши до нуля похідні $\frac{\partial f}{\partial a}$ і $\frac{\partial f}{\partial b}$ та виконавши елементарні перетворення, отримаємо

систему двох лінійних рівнянь відносно a та b :

Отримуємо систему рівнянь методом найменших квадратів:

$$\begin{cases} 4 \cdot a + (\ln 24) \cdot b = \sum_{i=1}^4 y_i, \\ (\ln 24) \cdot a + [\sum_{i=1}^4 (\ln i)^2] \cdot b = \sum_{i=1}^4 y_i \cdot \ln i. \end{cases} \quad (3)$$

Розв'язуючи систему (3) з урахуванням значень, наведених нище у табл. 2, знаходимо

$$a=325,35; b=45,816.$$

Табл. 2. Розрахункова таблиця для визначення залежності зростання обсягів вантажних перевезень

i	Рік	Відправлення вантажів y_i , млн. т	$(\ln i)^2$	$y_i \ln i$
1	2009	322,2	0	0
2	2010	358,0	0,480453014	248,1466906
3	2011	388,7	1,206948961	427,0305966
4	2012	378,1	1,921812056	524,1578979
Сума		1447	3,609214033	1199,3351850

Отже, рівняння (1) можна подати у вигляді :

$$Y_i = 325,35 + 45,816 \cdot \ln i. \quad (4)$$

Підставивши в рівняння (4) значення $i = 5, 6, 7$ (порядковий номер року, на який робиться прогноз), отримаємо $Y_5 = 399,088$ млн. т, $Y_6 = 407,441$ млн.т, $Y_7 = 414,503$ млн.т (рис. 2) .

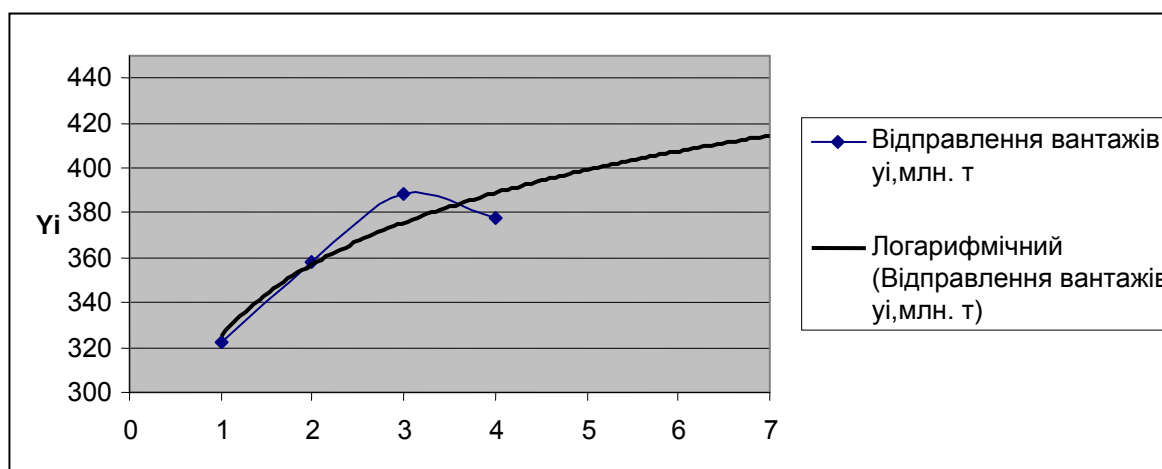


Рис. 2 Прогнозовані обсяги перевезень

Спрогнозовані об'єми перевезень заслуговують на увагу, оскільки нерівномірність виробництва в окремих галузях економіки і значні коливання в пред'явленні вантажів до перевезення ставлять залізничний транспорт перед альтернативою : або мати додаткові провізні спроможності, розраховані на максимум перевезень, або при нестачі необхідних резервів передбачити неповне задоволення потреб економіки країни у перевезеннях в окремі періоди. Обидва рішення несуть певні економічні витрати: у першому випадку вони пов'язані з необхідністю утримання не використовуваних виробничих потужностей, у другому – до втрати конкурентоспроможності і до неотримання додаткових доходів, що в умовах, коли залізничний транспорт вимагає технічного переозброєння, неприпустимо.

Висновки. На основі проведених досліджень удосконалено методику прогнозування та моделювання коливань показників вантажних перевезень із застосуванням екстраполяційних тимчасових математико-статистичних моделей прогнозу. Зроблені розрахунки за пропонуваною методикою дали цілком задовільні результати, середня помилка прогнозу може складати 4-5%. Як функції тенденції приймалися функція тренду логарифмічного типу, на основі якої спрогнозовані об'єми перевезень на 2014 - 2015 роки. Даний прогноз дає змогу оцінити додаткову потребу в рухомому складі в періоди перевищення обсягу перевезень над середнім рівнем, тобто виконаний розрахунок питомих одноразових і приведених витрат на залізничні перевезення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксьонов І.М., Копитко В.І. Теоретичні й практичні аспекти маркетингу транспортних послуг. (Навчальний посібник) / „Новий Світ – 2000”, Львів, 2012. -340с.
2. Регіональні особливості розвитку ринку транспортних послуг України // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 42. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – С. 263-267.
3. Кулаев Ю.Ф. Железнодорожные перевозки: анализ, тенденции и перспектива / Ю.Ф.Кулаев. – Донецк: Вид-во "Фаза" 2008г.
4. Маркетинг у прикладах і завданнях: Навч. пос. // За заг. Ред. д.е.н.,проф. С.М.Ілляшенка. – Суми:ВТД "Університетська книга" 2006. – 400с.

Андрияшева Ю.В.

Научный руководитель - д.э.н. проф. Копытко В.И.

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Задание статьи обусловлено необходимостью усовершенствования качества текущего планирования объемов продаж транспортных услуг с целью повышения эффективности управления работой украинских железных дорог на транспортном рынке и обеспечения их финансовой стабильности в постоянно изменяющихся рыночных условиях.

Кужель С.А., Осьмак І.І.

Науковий консультант – доц. Чуйко Т.М.

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДСТВА ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

Розглянуто етапи розширення хіміко-технологічної діяльності людства, починаючи з кінця XVIII – поч. XIX століття, визначено її згубні наслідки.

Хіміко-технологічне перетворення природи людиною, поряд із механічною зміною ландшафтів і структури земної кори, є головним засобом негативного впливу на біосферу. Тому є потреба в аналізі хіміко-технологічної діяльності людства: виявленні її історико-культурних форм, масштабів і структури.

Хімічна діяльність людства дуже різноманітна і супроводжує його практично з перших кроків знярядної практики. Хімічна переробка природи – це невід’ємна риса усього живого.

До промислової революції хіміко-технологічна діяльність мала примітивний, ремісничий характер. Кожне виробництво було унікальним, хоча високотемпературні технології (металургія, кераміка, виробництво скла) були пов’язані між собою спільною технічною проблемою – одержання високої температури. Вогонь залишався головним джерелом енергії в хімічних процесах. Хімічні знання носили суто емпіричний характер (наприклад, алхімія – феномен середньовічної Західної Європи).

Хіміко-технологічні процеси, за винятком високотемпературних, представляли собою свідоме використання природних процесів (бродіння, дублення), або виділення у чистому вигляді природних речовин (барвники, отрута, парфумерні та косметичні засоби). Хімічне

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" конструювання речовин та хіміко-технологічних процесів не застосовували. Синтетичні, тобто такі, що не мають аналогів у природі, речовини не виробляли.

Історичному та економічному аналізу розвитку хімічної промисловості присвячено ряд цікавих досліджень. Але хіміко-технологічна діяльність не обмежується лише хімічною промисловістю. Практично усі галузі використовують хімічні процеси як основні, або як допоміжні. А тому цікаво розглянути етапи розширення хіміко-технологічної діяльності, починаючи з кінця XVIII століття, щоб з'ясувати логіку її розвитку і сучасну структуру.

Успіхи хімічної науки були дуже великі. Затвердилося нове розуміння хімічного елементу, кисневої теорії горіння та дихання. складено перший список хімічних елементів, розроблена перша раціональна хімічна номенклатура, відкрито стехіометричні закони за допомогою кількісних методів дослідження. Лише за першу чверть XIX століття було відкрито 18 нових хімічних елементів, більшість з яких вдалося виділити лише завдяки новому електрохімічному методу дослідження.

Поряд із винайденням пороху, компасу та друкарства, які відіграли значну роль у підготовці промислової революції, слід назвати і відкриття мінеральних кислот, які за словами Г. Фестера, "як сильні реагенти, зовсім змінили весь характер хімічної роботи, яка до того обмежувалася, головним чином, операціями у розплавленому стані. Цим відкриттям було покладено початок зовсім непередбаченому розвитку хімічного виробництва".

Промислова революція значно підвищила попит на всю хімічну продукцію. Так, наприклад, машинне прядіння висунуло необхідність машинного ткацтва, а обидва разом зробили необхідною механіко-хімічну революцію у білильному та фарбувальному виробництвах. Зросли масштаби виробництва, з'явилися перші великі хімічні підприємства. Наприкінці XVIII століття почали використовувати кам'яне вугілля, а потім кокс для виплавляння чавуну та сталі, що дало змогу збільшити розміри доменних печей і покращити якість металу.

Початок використання кам'яного вугілля став важливим етапом у нарощуванні хіміко-технологічної діяльності. У другій половині XIX століття виникла велика коксохімічна промисловість. Розвиток скляної, миловарної промисловості, відбілювання тканин, кількість яких значно зросла, стримували недосконалі спроби виробництва соди і сірчаної кислоти. У 1791 році французом Н. Лебланом був запропонований дешевий спосіб виробництва соди з доступної сировини (кам'яна сіль, вугілля, вапняк).

Цей рік і вважається датою виникнення хімічної промисловості. Содове виробництво значною мірою визначило структуру хімічної промисловості XIX століття. Ось як про це писав академік Д.П. Коновалов: "Доки спосіб виробництва соди Леблана зберігав панівне становище, сукупність хімічних виробництв укладалася у трьох напрямках: велика хімічна промисловість, мінеральні хімічні виробництва спеціального призначення та органічні виробництва".

Почалася інтенсивна розробка нових видів мінеральної сировини, яку раніше не використовували: чилійська селітра (1830), калійні солі поблизу Стасфурта (1856), а з початку XX століття і у Солігорську (1903). Починають широко застосовувати фосфорні добрива. Розробка наукових засад хімії барвників (М. Зінін, У. Перкін, А. Гофман, А. Байер) дали змогу створити велику промисловість барвників, яка підвищила попит на коксохімічну продукцію. Коксохімія перестала бути додатком металургійних заводів.

Перша половина XIX століття – початок нової галузі хімії – синтетичної органічної хімії (структурної хімії), що було спричинено створенням теорії хімічної будови речовин російським хіміком О.М. Бутлеровим.

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту"

У другій половині XIX століття розпочалося виробництво перших пластмас, штучних волокон, фармпрепаратів, синтетичного каучуку. Розвиток хімії та хімічної технології (каталіз, електроліз, електропіч) істотно змінили структуру хімічної промисловості в бік органічних речовин.

На основі нових технологій органічного синтезу почали синтезувати нові сполуки, які не зустрічаються в природі.

Розвиток промисловості органічного синтезу та нафтохімії призвели до значного зростання попиту на хлор. Галогенування, а отже і хлорування – це один із найважливіших процесів органічного синтезу. Його використовують для одержання хлорорганічних проміжних продуктів, хлор- та фтор мономерів, хлорорганічних розчинників, хлор- та броморганічних пестицидів, фреонів, тefлону.

Хімічна промисловість із промисловості неорганічних речовин (сода, сірчана кислота, соляна кислота, пізніше виробництво добрив) перетворилася значною мірою на промисловість нафтохімічного синтезу. Цей процес супроводжувався зміною сировинної бази – спершу лише кам'яна сіль, вапняк, пірит, потім чилійська селітра, фосфорити, калійні солі. З розвитком органічної хімії сировиною хімічної промисловості стає вугілля. Виникає коксохімічна промисловість.

Поступово вугілля було замінене нафтою та газом. Відповідно до цього змінювалась і вся інфраструктура промислового комплексу – розвиток транспорту, енергетики, підготовки кадрів. З'явилися нові великі споживачі хімічної продукції: сільське господарство, військовий комплекс (вибухівка, бойові отруйні речовини, паливо особливого призначення), транспорт на рідкому та газовому паливі. З'явився потужний хімічний агент – атомна та теплова енергетика.

Відомо, що сучасну матеріально-технічну базу виробництва приблизно на 90% становлять два види матеріалів: метали та кераміка. В світі щорічно виробляють 600 млн.т. металу, стільки ж і кераміки, яка на 40% легша і значно дешевша, ніж метал.

У наш час синтезують вогнетривку термо-, хімічностійку, надтверду кераміку, кераміку з електрофізичними властивостями (високотемпературна надпровідність). Технічна кераміка нового складу перетворюється у деталі пресуванням порошків, що значно зменшує їх собівартість.

Необхідно відмітити сучасні високопродуктивні плазмохімічні технології виробництва:

- ацетилену (75 т за добу виробляє метановий плазмотрон, що заміняє величезний завод);
- синтез оксиду азоту із атмосфери;
- іоноплазмова обробка поверхні інструменту;
- синтез металобетону, в якому зв'язуючим матеріалом є сталь, чавун, алюміній (його міцність перевищує звичайний бетон на стиснення в 10 разів і на розтяг в 100 разів).

Процеси радіаційно-хімічних технологій застосовують при полімеризації, вулканізації, виробництві композиційних матеріалів, виготовленні полімербетонів тощо.

Сотні тугоплавких сполук найкращої якості: карбіди металів, борида, алюмініди, селеніди виробляють за допомогою високотемпературного синтезу, який сам розповсюджується (тепловий процес горіння у твердих тілах).

Структура та масштаби хіміко-технологічної діяльності, що склалися в наш час, не могли не призвести до екологічної кризи.

Перебудова хімічної промисловості, поява атомної енергетики, практичної космонавтики, зростання транспорту тиснуть на біосферу не лише своїм масштабом, але й чужорідністю нових

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" хімічних речовин. Особливо згубним є дисбаланс у відношенні важких і легких елементів між біосферою і техносферою.

Наприклад, починаючи з титану, спостерігається наступна картина: людина видобуває у 7-10 разів більше, ніж утилізується живою речовиною.

Сучасний побут, який значною мірою змінився завдяки широкому використанню хімічних продуктів, перетворився на небезпечне джерело забруднення біосфери. Побутові відходи містять значну кількість синтетичних та штучних речовин, які не засвоюються у природі.

Не виключені і випадки пожеж, які можуть перетворити цілі райони у зону екологічного лиха (зниження прозорості атмосфери, токсичні продукти горіння тощо), тому гостро стоїть проблема створення полімерів, які у природних умовах швидко саморуйнуються і повертаються до нормального геохімічного кругообігу. Особливу групу складають виробництва бойових отруйних речовин, ліків та засобів захисту рослин, оскільки це синтез біологічно активних речовин.

Загальну кількість цих отрут важко назвати, приблизна їх кількість вже перевищила 1000 сполук, здебільшого хлор-, фосфор-, миш'як- та ртутьорганічних.

Надто широке застосування (розчинники, трансформаторні масла, речовини для просочування матеріалів тощо) мають так звані поліхлорбіфеніли (ПХБ). Корисні властивості хлору та його сполук на певний час затьмарили небезпеку, пов'язану з їх використанням. Хлорорганічні сполуки виявилися дуже отруйними та стійкими у навколишньому середовищі. Сумну славу мають гексахлорциклогексан (ГХЦГ), гексахлорбензол, ДДТ.

Здатні циркулювати у трофічних ланцюгах і накопичуватися в організмі, ці речовини призводять до захворювань та загибелі тварин та людини. Наприклад, ПХБ впливає на цикл розмноження тюленів, птахів; збільшилась кількість хворої риби (майже 30% пухлини, нариви); ПХБ навіть виявляють у жіночому молоці. Але головну небезпеку, пов'язану з використанням хлору, фахівці вбачають в утворенні діоксину.

Небезпека, пов'язана з діоксином, полягає в наступному: 1) він вважається однією з найсильніших отрут, яка створена людиною (у 67 тисяч разів більш отруйний за ціанистий калій і у 500 разів за стрихнін), має канцерогенну, ембріотоксичну дію, а також шкіронаривну; 2) він має виключно високу стійкість (практично не розкладається при температурах до 750°C); 3) він утворюється скрізь, де використовують хлор (виробництво хлорорганічних продуктів, хлорування води, у двигунах внутрішнього згорання, при спаленні сміття тощо). Вперше людство зіткнулося з діоксином у 1947 році, коли у США розпочалося виробництво пестицидів.

Розширення діапазону хімічного втручання людини у біосферу є неминучим наслідком зміни масштабів і структури хіміко-технологічної діяльності, особливо за останні 50-100 років: "хімізація" транспорту, енергетики, сільського господарства, засобів зв'язку, військової справи, медицини, побуту, будівництва; глибока хімічна переробка природної сировини (виробництво штучних і особливо синтетичних матеріалів); різке зростання енергоємності хімічних виробництв. З'ясування структури хіміко-технологічної діяльності та змін, що сталися в ній за останній час, ще не пояснюють причин екологічної кризи. Для цього потрібен окремий аналіз співвідношення людської діяльності, в тому числі і хіміко-технологічної, з природними процесами.

До такого аналізу людство повинно було дорости. І зараз, як ніколи, актуальними є слова видатного російського мислителя Петра Чаадаєва, сказані понад півтора сторіччя тому: "На мою думку, для того, щоб нам цілком переродитися в дусі прозріння, ми повинні пройти через яке-небудь велике випробування, через всесильне спокутування, яке весь християнський світ

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" пережив би у всій його повноті, яке б на всій земній поверхні відчувалося як величезна фізична катастрофа".

ЛІТЕРАТУРА:

1. Азимов А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 187 с.
2. Биографический справочник: Химики. – Киев: Наук. думка, 1984. – 734 с.
3. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие, практикум, хрестоматия. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1998. – 512 с.
4. Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания: Учебн. пособие для вузов. – М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998. – 208 с.

Кужель С.А., Осьмак И.И.

Научный консультант – доц. Чуйко Т.Н.

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Рассмотрены этапы расширения химико-технологической деятельности человечества, начиная с конца XVIII – начала XIX столетия, отмечены её пагубные последствия.

Грицак В. В.

Науковий консультант – асист. Германюк Ю. М.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ КЛЕПАРІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГІЙ

Для вибраної станції досліджено ефективність її роботи із застосуванням форсайт – технологій та запропоновані заходи для покращення її роботи .

Вступ. Сортиувальні станції є одним із головних ланок у роботі залізничного транспорту. Від їх успішної роботи залежить безперебійне функціонування усього залізничного комплексу.

На даний час невирішеними залишаються задачі зменшення простою вагонів на сортувальних станціях, прискорення їх обороту. Тому вдосконалення роботи сортувальних станцій потребує застосування нових підходів до планування і оцінки якості їх роботи, передбачаючи, в якості, розглядання станції як логістичну одиницю, в якій проходить обробка (сортування) матеріальних потоків. При цьому важливим етапом процесу планування є прогноз.

Мета. Підвищення ефективності роботи сортувальних станцій - прискорення обороту вагонів. Супутня мета – зниження простою вагонів (транзитних з переробкою), оскільки це є основним інтегральним показником роботи станції.

Виклад матеріалу дослідження. Форсайт (від англ. *Foresight* – «погляд у майбутнє») – це систематична спроба зазирнути в довгострокове майбутнє науки, технології, економіки та суспільства з метою ідентифікації зон стратегічного дослідження та появи нових високих технологій, що подають надії приносити найбільші економічні та соціальні вигоди [1].

Форсайт – сценарне прогнозування соціально – економічного розвитку: економіки, промисловості, суспільства – у 10 – 20 – річній перспективі [4].

Форсайт від інших інструментів вивчення майбутнього розвитку відрізняють чотири основні характеристики:

1. Орієнтація на вживання конкретних заходів, що полягає не тільки в аналізі та міркуванні щодо перспектив майбутнього розвитку, але в прийнятті конкретних рішень, які дадуть змогу формувати майбутнє таким, яким його хочуть бачити.

2. Врахування різних альтернатив майбутнього розвитку, яке ґрунтується на тому, що майбутнє не визначене.

3. Залучення різних учасників, тому що є необхідність у широкому колі різнопрофільних, але зацікавлених груп учасників.

4. Міждисциплінарний характер, який має комплексний характер і намагається охопити всі фактори, які можуть вплинути на майбутні процеси [2].

Застосуємо форсайт – технології до сортувальної станції Клепарів Львівської залізниці.

Клепарів – найбільша сортувальна станція Львівської залізниці та одна з найбільших станцій України, є найбільшим залізничним вузлом м. Львова. Крім того, має перехід зі змінного струму на постійний. До її складу входять: локомотивне депо Львів-Схід, вантажне вагонне депо Клепарів, парк "Батарівка", а також одна сортувальна система (19 сортувальних колій). Середній добовий вагонообіг - 2800 вагонів, переробка - 1800 вагонів на добу.

Мікрофорсайт – це прогноз визначених локальних подій. Якщо розглядати мікрофорсайт сортувальних станцій як інструмент для розв'язку задач ситуаційно - логістичного управління її роботою, то важливе місце в ньому займає аналіз, ранжирування і визначення ступеня значимості тих ситуацій і подій, які можуть мати місце при ефективному і оптимальному функціонуванню підприємства, що розвивається. При цьому найбільш доречним для такого аналізу представляється метод експертних оцінок, що має в своїй математичній основі аналіз ієрархій [3].

За допомогою механізму мікрофорсайта сортувальних станцій можна вирішувати наступні задачі:

- визначення основної мети, досягнення якої має суттєво підвищити ефективність функціонування станцій;
- виявлення всіх факторів і причин, які негативно впливають на досягнення мети;
- визначення обставин, сприяючих досягненню основної мети, і облік їх при розробці інноваційних підприємств, які підвищують ефективність функціонування сортувальних станцій;
- розробка інновацій (технічних і організаційних), що усувають або мінімізують негативні фактори.

До причин, які впливають на простій вагонів на сортувальній станції, відносять: очікування технологічних операцій, трудові ресурси, система управління, забезпечення тягового рухомого складу, недостатня технічна оснащеність.

Аналіз роботи сортувальної станції показав, що високий простій вагонів обумовлений в основному невиробничими втратами і недоліками технологічного процесу. Таким чином, можливі два шляхи вдосконалення простою вагонів і впровадження інноваційних технологій, направлених на вдосконалення технологічного процесу роботи станції в цілому.

Аналіз невиробничих втрат із-за простою вагонів виявив найбільш важливі фактори і їх причини:

- накопичення вагонів на склад поїзда в умовах нерівномірного прибуття поїздів в розформування і їх невелика кількість;
- очікування розформування складу через затримки обробки в парку прийому, нерівномірність прибуття поїздів і зайнятість колій в сортувальному парку;

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту"

- очікування перестановки із сортувального парку в парк відправлення через зайнятість відправних колій внаслідок невиконання графіка руху поїздів і технологічних «вікон» на перегонах;
- затримка обробки в парку прийому і відправлення через відсутність потрібного штату робітників;
- очікування локомотиву в парку відправлення через неякісну роботу диспетчерського апарату і незадовільного технічного стану локомотивного парку.

Пришвидшити процес накопичення вагонів можна за рахунок перегляду ПФП. Скоротити час очікування розформування складу дозволяє автоматизація сортувального процесу і рух маневрових локомотивів. Введення системи електронного документу обороту скоротить час обробки складу в парку прийому і відправлення. При цьому, як свідчить досвід застосування технології організації руху вантажних поїздів за розкладом, основним фактором, що дозволяє знизити невиробничі простої вагонів на станції, є строге дотримання ГРП.

Другим важливим напрямком вдосконалення роботи сортувальної станції є впровадження інноваційних технологічних процесів. Критеріями ефективності інновацій є:

- безпека (руху, охорони праці, безаварійність роботи, мінімальна вірогідність збитку, надійність функціонування технічних засобів);
- збереження вантажу, включаючи як зовнішні так і внутрішні фактори;
- ресурсозбереження (зниження експлуатаційних витрат, раціональна потреба в ресурсах);
- управління (зниження суб'єктивних факторів, автоматизація, механізація, відеоспостереження).

Здійснити технічний розвиток сортувальних станцій і вдосконалити їх роботу можна за рахунок реалізації наступних інноваційних пропозицій:

- створення системи відеоспостереження в зоні паркових гальмівних позицій і сортувальному парку з метою покращення контролю операторів за процесом розпуску, справністю гальмівних засобів, заповненням колій і при порушенні роботи засобів автоматики (П1);
- реконструкція системи освітлення сортувального парку для чіткого контролю обстановки в нічний час доби (П2);
- заміна гірочного пульта на більш сучасний, з моніторним відображенням технологічного процесу і покращеними ергономічними показниками (П3);
- впровадження автоматизованої системи планування роботи сортувальної станції (П4);
- резервування обчислювального комплексу, що управляє функціональними схемами для підвищення надійності роботи сортувальної гірки і виключення аварійних ситуацій при виході з ладу основного комплекту апаратури (П5).

Таблиця 1. Порівняння критеріїв ефективності інновацій відносно загальної мети

Мета: прискорення обороту вагона	Безпека	Збереження	Узгодженість	Ресурсозбереження	Управління
Безпека	1	2	3	4	5
Збереження	1/2	1	3/2	4/2	5/2
Узгодженість	1/3	2/3	1	4/3	5/3
Ресурсозбереження	1/4	2/4	3/4	1	5/4
Управління	1/5	2/5	3/5	4/5	1

Оскільки критерії розставлені по зменшенню пріоритетів, в першому рядку матриці знаходяться цілі числа. Перший критерій (безпека) є найважливішим, і по степені важливості він має слабку степінь переваги в порівнянні з другим критерієм (збереження) і середню степінь переваги в порівнянні з третім критерієм (узгодженість), помірно сильні переваги в порівнянні з четвертим критерієм (ресурсозбереження) і сильні переваги по відношенню до п'ятого критерію (управління). Числа в інших рядках таблиці отримані з спостереження потреб узгодженості і зворотній симетричності.

Отже, пріоритет збереження вище пріоритету узгодженості в 3/2 рази, ресурсозбереження поступається збереженню за важливістю в 2/4 рази, а управління – відповідно в 3 і 2 рази і т. д. В силу наявності узгодженості маємо, що значення максимального власного значення рівне кількості критеріїв, а індекс і відношення узгодженості рівні нулю.

Вектори пріоритетів отримується шляхом обчислення нормалізованого власного вектора. Вони представлені стовпцями в таблиці 2.

Таблиця 2. Вектори пріоритетів запланованих інновацій у відповідності з кожним із 5 критеріїв ефективності

Інновації	Безпека	Збереження	Узгодженість	Ресурсозбереження	Управління
П1	0,45	0,36	0,34	0,2	0,25
П2	0,22	0,27	0,21	0,42	0,13
П3	0,13	0,18	0,19	0,15	0,23
П4	0,11	0,14	0,19	0,2	0,34
П5	0,09	0,05	0,07	0,03	0,05

Далі для отримання загального ранжирування запланованих інновацій в рамках модернізації сортувальної станції, помножимо матрицю пріоритетів критеріїв ефективності на транспонований вектор – рядок пріоритетів запланованих інновацій. Це те ж саме, що зважити кожний із отриманих п'яти власних векторів пріоритетом відповідного критерію і потім скласти (що допустимо при незалежності критеріїв). У результаті отримаємо:

$$\begin{bmatrix} 0,45 & 0,36 & 0,34 & 0,2 & 0,25 \\ 0,22 & 0,27 & 0,21 & 0,42 & 0,13 \\ 0,13 & 0,18 & 0,19 & 0,15 & 0,23 \\ 0,11 & 0,14 & 0,19 & 0,2 & 0,34 \\ 0,09 & 0,05 & 0,07 & 0,03 & 0,05 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,45 \\ 0,23 \\ 0,15 \\ 0,09 \\ 0,08 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,39 \\ 0,21 \\ 0,18 \\ 0,14 \\ 0,08 \end{bmatrix}$$

Таким чином, ранжирування окремих запланованих інновацій за шкалою відношень відповідно їх загальному впливу на загальну мету, дає можливість отримати шуканий загальний вектор пріоритетів, що являє значимість запланованих інновацій (таблиця 3).

Таблиця 3. Загальний вектор пріоритетів запланованих інновацій

Заплановані інновації	П1	П2	П3	П4	П5
Пріоритет	0,39	0,21	0,18	0,14	0,08

Після обчислення пріоритетів приходимо до висновку, що найбільш пріоритетним з точки зору ефективності роботи сортувальної станції Клепарів, є створення системи відеоспостереження в зоні паркових гальмівних позицій і сортувальному парку, реконструкція систем освітлення сортувального парку [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. *Смельяненко Л. М.* Форсайт - методологія стратегічного управління інноваційним розвитком суспільства / Л. М. Смельяненко // Вісник СХУ ім. В. Даля. - 2009. - № 10 (140). - С. 92-104.
2. *Кваша Т.К.* Вибір пріоритетних напрямків науково-технологічного розвитку з використанням форсайту / Т.К. Кваша // Проблеми розвитку інформаційного суспільства: матеріали II міжнародного форуму. - К.: УкрІНТЕІ, 2010. - Ч. II. - С. 78-82.
3. *Куренков П. В.* Применение форсайт – технологий для повышения эффективности работы сортировочных станций / П. В. Куренков, М. А. Нехаев // Железнодорожный транспорт. – 2013. - № 4. – С. 25-28.
4. *Федулова Л.І.* Форсайт: сучасна методологія технологічного прогнозування / Л.І. Федулова // Економіка і прогнозування. – 2008. – № 3. – С. 106–120.

Грыцак В. В.

Научный консультант – асист. Германюк Ю. Н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ КЛЕПАРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРСАЙТ – ТЕХНОЛОГИЙ

Для выбранной станции исследована эффективность её работы с применением форсайт – технологий и предложены меры по улучшению её работы.

Федунь Т.І.

Науковий консультант – к.е.н. Орловська О.В.

ТЕНДЕНЦІЇ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

У даній роботі розглядається можливість застосування зарубіжного досвіду реформування галузей інфраструктури залізниці щодо вибору форм власності.

Актуальність проблеми: розробка можливих шляхів проведення реформ на залізничному транспорті з метою підвищення її конкурентоспроможності, та підвищення ефективності роботи галузі у цілому.

У ході реформування економіки протягом останніх двох століть залізниці у різних країнах були націоналізовані, приватизовані, їх також здавали в оренду.

Існує два основних типи моделей реформування та управління залізницями – це «американська» та «європейська» моделі. Однак при застосуванні зарубіжного досвіду слід брати до уваги особливості інфраструктури в Україні.

Мета роботи. Дослідження можливих способів реформування залізничного транспорту з метою підвищення ефективності його роботи.

Теперішня структура власності у залізничному господарстві країн світу дуже різноманітна; існують практично всі можливі схеми володіння залізничними активами. Рейки, депо, вагоноремонтні заводи, вокзали, вантажні станції та решта інфраструктури контролюються як держкомпаніями, так і безпосередньо країною через транспортні відомства.

Продаж послуг і операторська діяльність може здійснюватись за трьома варіантами, або держмонополія на перевезення, або конкуренція між приватними і державними компаніями операторами, або ринок, що відданий на відкуп кільком конкуруючим держкомпаніям.

Моделі реформування та управління залізничним транспортом, незважаючи на все їхнє

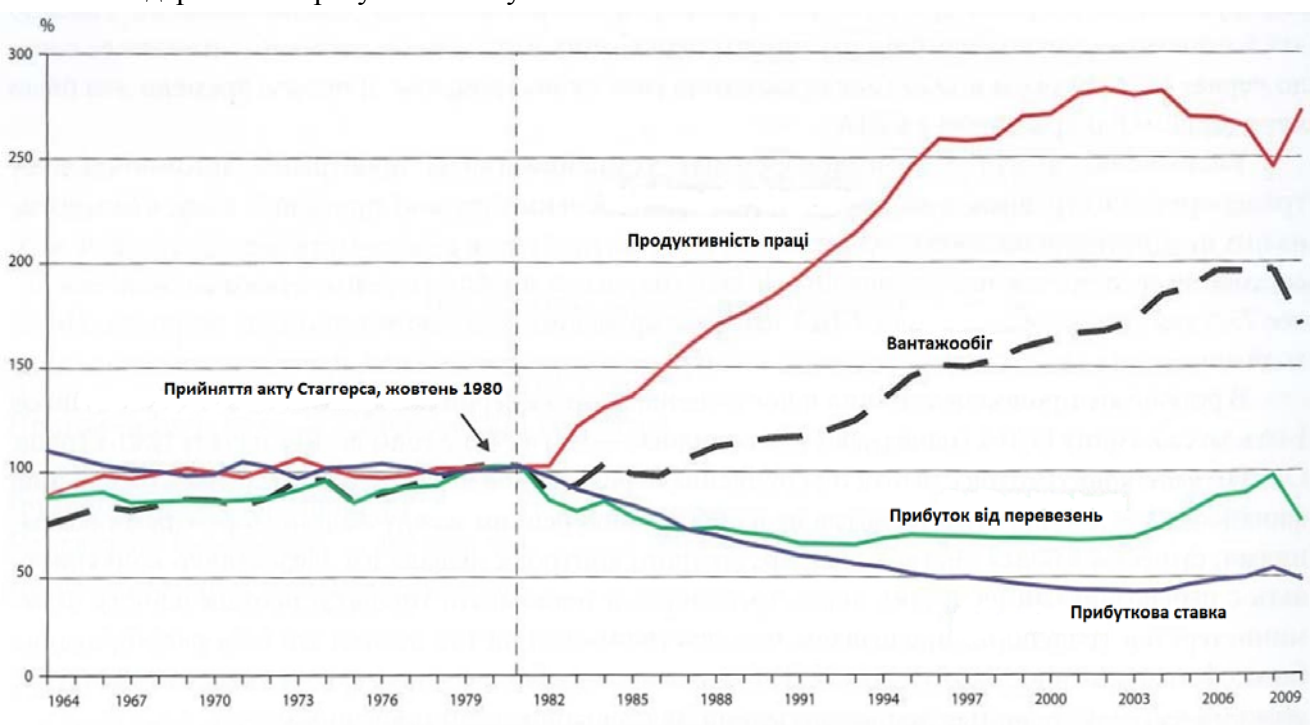
Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" різноманітня, можна розділити на два основних типи.

Перший тип – «американська модель», що припускає наявність декількох вертикально-інтегрованих компаній, що оперують на своїх інфраструктурах, з виділенням пасажирських перевезень в окрему компанію. Дана модель функціонує в Канаді, США та Японії.

У США приватні залізничні компанії володіють і власними шляхами і рухомим складом. Конкретний населений пункт може обслуговуватися однією або декількома залізницями, і нерідко виникає ситуація, при якій пара найбільших міст обслуговується двома або трьома «паралельними» залізницями, конкуруючими в боротьбі за клієнтів. Слово «паралельний» не слід розуміти буквально. Маршрути, які називаються «паралельними», можуть досить відрізнятися один від одного - важливо, що вони являють собою економічну альтернативу для підприємств, які бажають перевезти вантаж.

У більшості випадків тарифи централізовано не регулюються, а встановлюються на основі договорів між залізницями і вантажовідправниками. У великих містах, де є численні вантажовідправники, окремі залізниці можуть домовитися і створити «маневрову зону», де кожна залізниця може експлуатувати свої склади, використовуючи залізничні колії іншої залізничної компанії.

Головне в американській системі те, що в більшості таких схем «прав перевезень» вантажів однією залізницею по шляхах іншої є добровільними і взаємоузгодженими. Досить рідкісні випадки "обов'язкових" прав перевезення, коли доступ до залізничних колій надається за наказом державного регулюючого установи.



* Прибуткова ставка - це відношення прибутку від перевезень до вантажообігу, вантажообіг виражений в тонно-милях

Рис. 1. Результати роботи залізниць першого класу в США з 1964 по 2009 рр.
(Показники 1981 прийняті за 100%).

У країні йде процес укрупнення залізничних компаній в результаті злиття і поглинання дрібних компаній, що сприяє посиленню їх позицій у конкурентній боротьбі з іншими видами транспорту. Згідно з прогнозами, наприкінці століття основний обсяг перевезень на далекі відстані в США будуть виконувати не більше восьми великих залізниць, проти дванадцяти у 2004, та сорока одної в 1990 р.

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту"

Підйом Американських залізниць відбулося завдяки Акту Стаггера (жовтень 1980р), який звільнив їх від жорсткого державного тарифного регулювання, даний акт приніс користь як для залізниць, так і для їх клієнтів. Він дозволив раціоналізувати і вдосконалити свої системи, знову інвестувати мільярди доларів в залізничну інфраструктуру та обладнання, збільшити обсяги перевезень, підняти продуктивність праці.

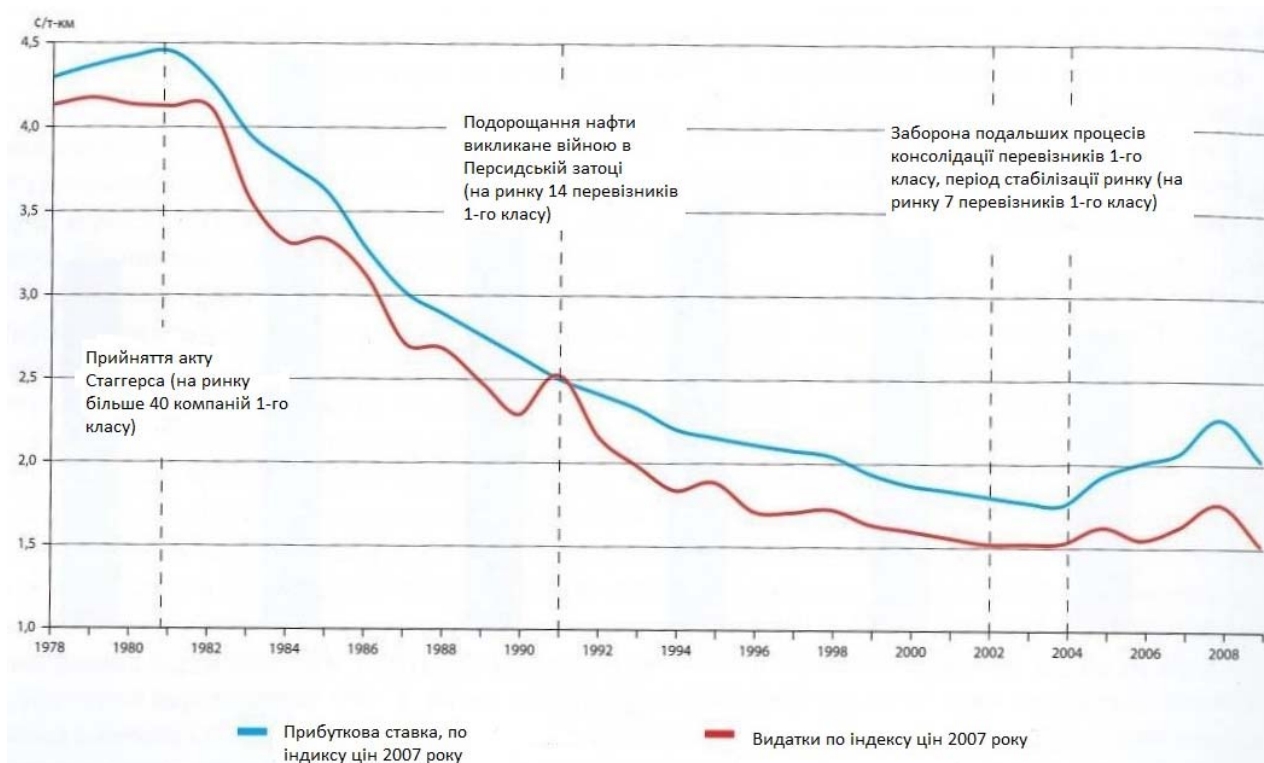


Рис. 2. Динаміка середніх дохідних і видаткових ставок (собівартості) з 1978 по 2009 рр.

На початку 2000-х років в США успішно працюють понад 500 приватних вантажних залізничних компаній, шість найбільших з яких мають виручку від 4 до 15 млрд. доларів на рік. Американські залізниці домоглися найменшою у світі чисельності персоналу на 1 км експлуатаційної довжини шляхів - 0,9 працюючих на 1 км шляху (для порівняння - в Росії 14 працюючих на 1 км шляху).

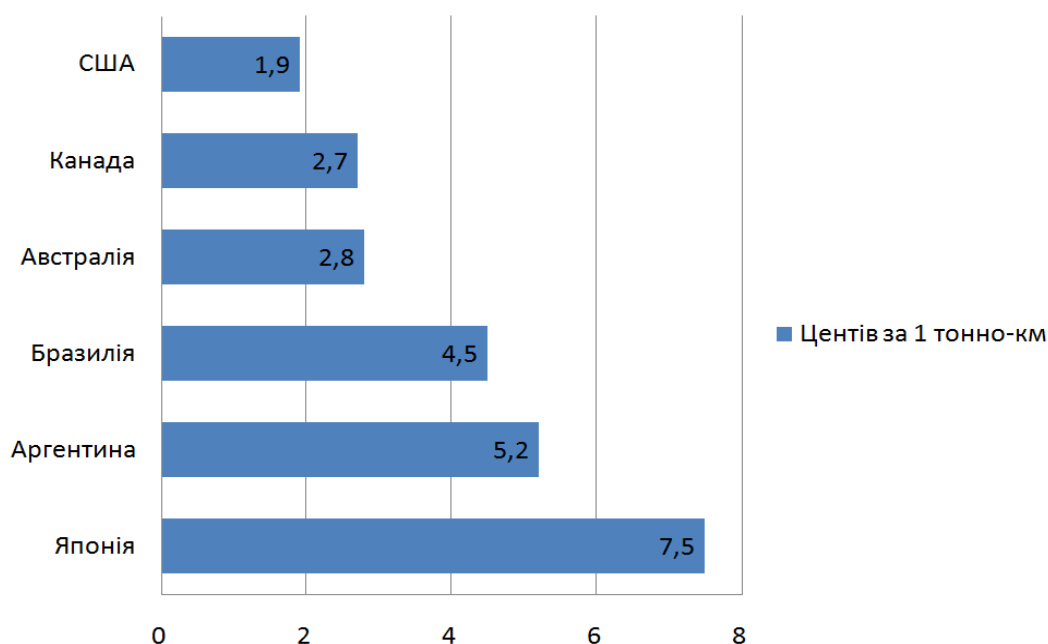


Рис.3 Реальні прибуткові ставки за вантажні перевезення в різних країнах світу (2006 р.)

Загальний парк вантажних вагонів в США становить трохи більше 1,5 млн. одиниць. Завдяки наявності конкуренції, тарифні ставки на залізницях США одні з найнижчих у світі.

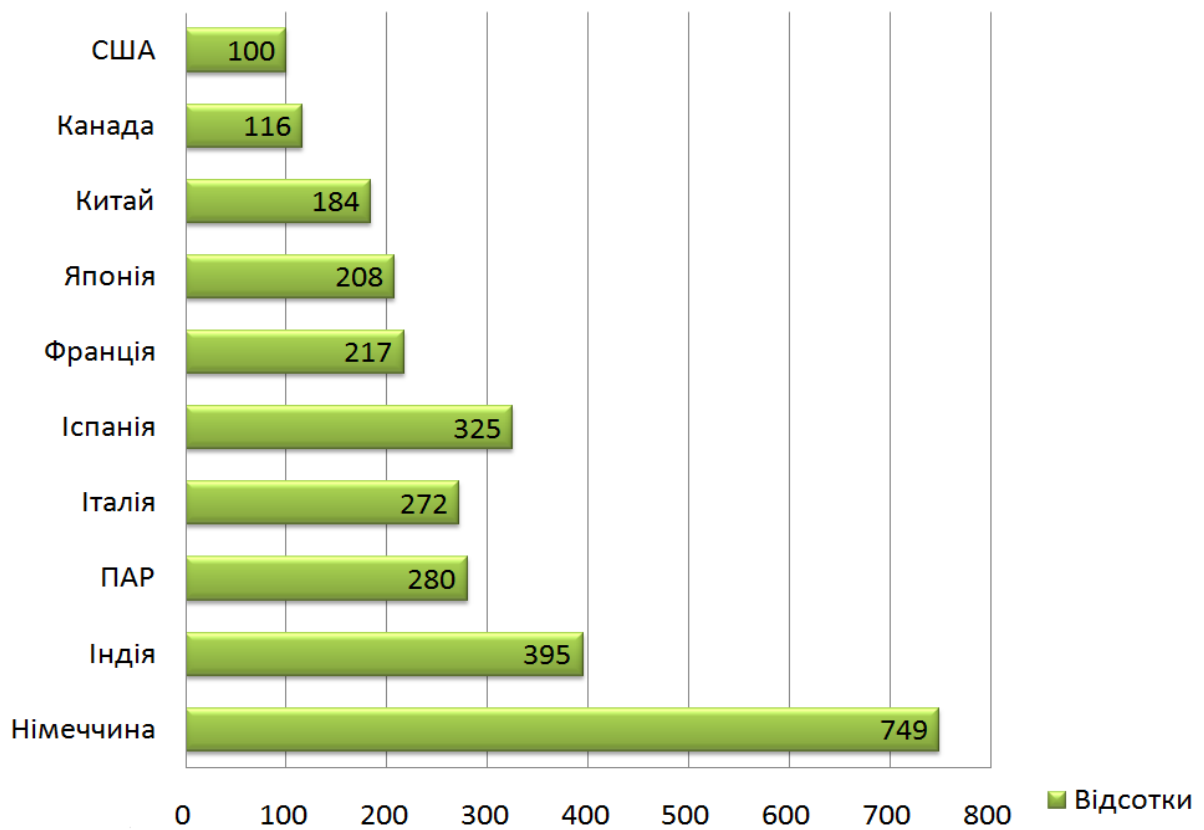


Рис. 4. Порівняння прибуткових ставок в різних країнах
(зіставлених за паритетом купівельної спроможності США, взята за 100%, 2005 р.)

Ще однією важливою рисою залізниць США, безпосередньо пов'язаної зі свободою тарифів, є відмічувана більшістю дослідників особливість системи управління залізницями, побудованої на системі добровільних контрактів як між учасниками перевізного процесу, так і між продавцями і покупцями транспортних послуг.

Досвід США демонструє, що управління залізничною системою може базуватися не тільки на «вертикальному» підпорядкуванні всіх підрозділів одному центру, а й на основі «горизонтальних» взаємодій незалежних один від одного перевізників і власників інфраструктури.

Залізниці Канади до реформ склалися з двох систем. Одна з них - Канадські національні залізниці (далі - CN) - належала державі, інша - Канадська Тихоокеанська залізниця (далі - CPR) – була приватною.

CN протягом багатьох десятиліть були збитковими і коштували платникам податків мільярди доларів. Держава йшла назустріч і списувала борги (так було у кризовому для галузі 1978 р.). До 1992 в результаті економічного спаду і жорсткої конкуренції з автотранспортом Канадські національні залізниці знову опинилися в глибокій кризі. При цьому уряд дав зрозуміти, що цього разу дороги не повинні розраховувати на фінансову допомогу. Керівництво КНЗ прийняло рішення про приватизацію залізниць.

Чисельність персоналу CN, яка становила наприкінці 1993 р. 34,0 тис. людина, до початку 1997 р. знизилася до 17,0 тис. чоловік. Загалом же кількість робочих місць в залізничній галузі Канади скоротилася з 75,0 тис. людей в 1988 р. до 46,0 тис. людей в 1997 р. Крім того,

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" профспілковим лідерам було заявлено, що CN зможуть вижити тільки в тому випадку, якщо будуть скорочені тисячі профспілкових функціонерів.

За десятиліття 1988-1997 рр.. обсяг перевезень CN і CPR зріс в сукупності на 63,7 млн. тонн. Протягом того ж періоду вагонний парк CN і CPR зменшився в сукупності на 13%, локомотивний парк - на 11%, а сумарна протяжність їх шляхів - на 36%. При цьому до 1997 галузь досягла рекордного в історії країни показника комерційного вантажообігу - 304,2 млрд. т-км. Це принесло 1 млрд. канадських доларів чистого прибутку, що стало кращим результатом за весь час роботи Канадських залізниць. Продуктивність праці постійно зростає. Збільшившись доходи, дозволили поставити на порядок денний питання про великі інвестиції в галузь. CN набули після приватизації 150 потужних тепловозів, які будуть виконувати той обсяг роботи, який до того виконували майже 500 локомотивів старого зразка.

Одним із найважливіших аспектів реформування CN стало те, що Канадський закон про транспорт обмежив зобов'язання залізниць щодо збереження в експлуатації нерентабельних ліній. Це було зроблено з метою заохотити CN і CPR поступово передавати обтяжливі для них лінії (і перевезення) новим незалежним компаніям.

Американські інвестори придбали майже 66% акцій CN. Протягом першого після приватизації року ціна акцій подвоїлася. Вперше у своїй історії CN стали отримувати прибуток навіть від завжди збиткових минулого перевезень на схід від Вінніпега. Перші ж роки після приватизації стали у фінансовому відношенні найуспішнішими роками за всю історію CN.

Всі останні роки залізничні тарифи в Канаді - одні з найнижчих у світі.

При цьому клієнт, який опинився під економічним диктатом однієї залізниці, має право наполягати на тому, щоб його обслуговувала інша залізниця, використовуючи колію першої, або щоб при обслуговуванні перша і друга залізниці взаємодіяли. Таким чином, вантажовідправники мають деяку юридичний захист від монопольної влади. Конкуренція в даному випадку не ідеальна, але цілком прийнятна.

Національні залізниці Японії (далі - JNR) з моменту їх виникнення і до 1987 р. існували як державна структура. Починаючи з 1964 р. стали збитковими.

Адміністрація залізниці не дуже піклувалася про економічну ефективність роботи і задоволенні запитів користувачів, сподіваючись на списання всіх збитків державою. У результаті в 1987 р. було прийнято рішення про приватизацію залізниць Японії.

З 1 квітня 1987 р. натомість були утворені шість приватних пасажирських компаній (JR) і одна - вантажна (JR Freight). При цьому принциповим було зведення до мінімуму можливості втручання уряду в діяльність залізниць.

У результаті приватизації новостворені компанії виявилися здатні задовольняти потреби в перевезеннях і забезпечувати сумарну рентабельність експлуатаційної діяльності. Крім того, вдалося зупинити тенденцію до зменшення частки залізниць у загальному обсязі перевезень і стримати зростання тарифів.

Обсяги перевезень, що падали до реформи, стали збільшуватися на 4-5% в рік. Продуктивність праці за п'ять років потроїлася, зменшилася кількість аварій, зросла швидкість перевезень. При цьому загальна чисельність персоналу залізниць була скорочена більш, ніж у два рази: з 414 тис. людина в 1980 р. до 179 тис. в 1994 р.

Після приватизації стали збільшуватися пасажиро-і вантажообіг. Зросли обсяги поїзної роботи, кількість і доходи від перевезень. Покращились експлуатаційні показники. Для користувачів підсумки приватизації проявилися у підвищенні якості перевезень при практично незмінних тарифах. До 1993 пасажиропотік зріс з 20% порівняно з 1986 р., хоча частка

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" залізничного транспорту в загальному обсязі пасажирських перевезень країни стабілізувалася на рівні трохи вище 21%. Подібним же чином вантажообіг, який до приватизації неухильно знижувався, почав потроху збільшуватися і частка залізничного транспорту в сукупному вантажообігу зросла. Після 1993 р. темпи підйому сповільнилися, але все ж вантажообіг в 1994 р. був на 20% більше, ніж в 1986 р.

Довгострокова динаміка показників роботи залізничного транспорту Японії до і після приватизації наведено на рис. 4.

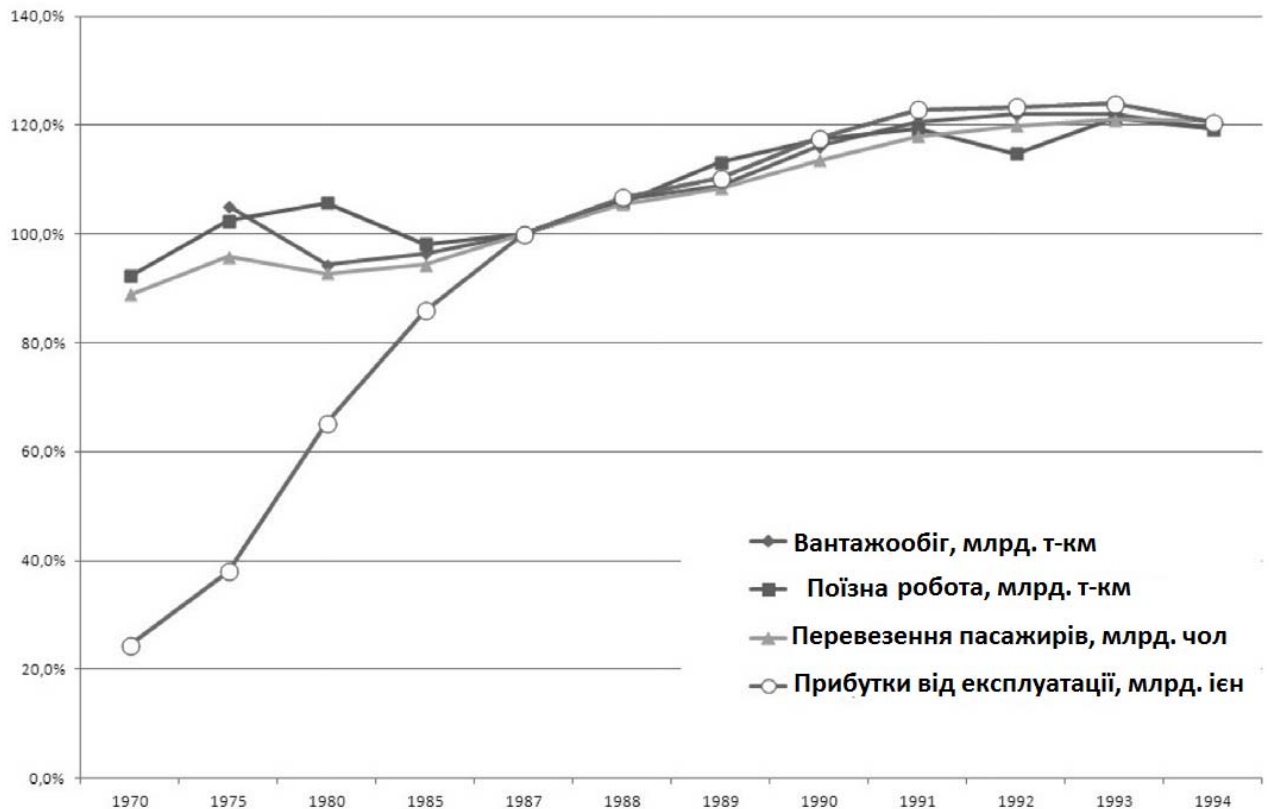


Рис. 4. Динаміка показників роботи залізничного транспорту Японії до і після приватизації (показники 1987 Прийнято за 100%)

Однією з причин подібних вражаючих результатів була відмова від нерентабельних перевезень у малозаселених регіонів. Місцевій владі було надано можливість взяти на себе відповідальність за транспортне обслуговування цих регіонів, що зняло з залізниць важкий тягар експлуатації збиткових ліній. Крім того, після приватизації вдалося зупинити зростання експлуатаційних витрат і, отже, тарифів, за рахунок впровадження засобів автоматизації, скорочення чисельності персоналу, використання нових технологій.

Ще одним (хоча і менш помітним) позитивним результатом приватизації стала менша залежність залізниць від втручання державних органів і їх самостійність.

Для користувачів підсумки приватизації проявилися у підвищенні якості перевезень при майже постійних тарифах. Якість послуг є показником, який важко виразити кількісно, а однією з її характеристик є частка даного виду транспорту на ринку. Компанії JR, в принципі, досягли цієї мети приватизації і збільшили свою частку на ринку, особливо в перші роки.

Другий тип – «європейська модель», що припускає відділення інфраструктури від операторів або перевізників. Європейську модель, можна розділити на чотири різновиди, відповідно до країн в яких вони впроваджені і умовно позначивши їх як англійську, німецьку, французьку та шведську.

Британські залізниці, які з моменту створення були приватними, після закінчення Другої світової війни були в кілька етапів націоналізовані (повністю це сталося до 1947-1948 рр.).

Розробляючи схему приватизації залізниць, уряд Великобританії діяв на основі тієї ж логіки, якої він дотримувалося при підготовці та здійсненні приватизації ряду інших підприємств і галузей. Ключовою ідеєю реформ було впровадження і посилення конкуренції скрізь, де це можливо.

Два найбільш важливих аспекти, які включала в себе програма реформ - це реформування відносин залізниць з державою і перебудова організаційної структури самих залізниць.

Функції експлуатації, включаючи менеджмент (час поїздок, графіки руху) виконують експлуатаційні компанії, які отримують франшизи (пільги) на 5-7 років. Після приватизації на мережі почали працювати 26 пасажирських і 6 вантажних компаній-операторів рухомого складу, а також 11 компаній, що займаються ремонтом і поточним утриманням шляху.

Як і в переважній більшості інших країн, пасажирські перевезення у Великобританії були збитковими і субсидувалися державою. З самого початку уряд орієнтувався на те, що приватизація повинна привести до поліпшення якості та зниження ціни послуг, що надаються населенню. Тому в результаті приватизації не можна було, ані допустити скорочення величини пропозиції транспортних послуг, ані збільшити тариф за проїзд. З цього випливало, що уряду доведеться субсидіювати пасажирські перевезення, використовуючи для цього кошти платників податків. В результаті Обговорення цієї проблеми народилася ідея використовувати дещо модифіковану Модель торгів за франшизу: основним критерієм для визначення переможця торгів була мінімальна запитувана субсидія.

Торги за франшизу - це приблизний аналог «конкуренції за маршрут», передбаченої Цільовою моделлю ринку вантажних залізничних перевезень на період до 2015 року». Поділ Британських залізниць більш ніж на 70 окремих комерційних компаній деякими економістами піддавалося критиці в тому числі і за те, що подібна приватизація може виявитися економічно неефективною. Однак на практиці фінансові показники галузі кардинально покращилися, були значні капітальні вкладення в інфраструктуру, причому аналіз показує, що інвестиції не були б можливими без приватизації і коштів від продажу акцій, а також кредитів приватного сектора. Після реалізації програми реформ частка ринку та обсяги перевезень стали зростати, продуктивність праці подвоїлася. Обсяг пасажирських перевезень збільшився до 2000 р. на 25% порівняно з 1996 р.

Перевезення вантажів в 2000 р. зросли на 22% до 1996 р. (а до 1994 р. - на 42%). При цьому з 1988 по 1994 р. обсяги перевезень знизилися на 16%. Число потягів зросло на 1300 на добу (або на 12%). Пунктуальність підвищилася: число запізнь в 2000 р. порівняно з 1996р. зменшилася на 40%. Вантажообіг збільшився (порівняно з 1996 р.) На 39% і досяг 44,2 млрд. т.км.

Приватний сектор вкладає в розвиток залізниць інвестиції, неможливі з боку держави в попередні приватизації чотири десятиліття. Ці інвестиції набагато перевищують рівень капітальних вкладень державних Британських залізниць. Динаміка інвестицій в залізничний транспорт Великобританії приведена на рис. 5

На британському ринку залізничних перевезень активно працюють іноземні компанії. Низка перевізників належить французьким, датським, гонконгським компаніям. Залізниця Німеччини є власником одного з найбільших британських перевізників і планують придбати франшизи на пасажирські перевезення.

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту"

Переваги Британської моделі досить очевидні: всі значні витрати стають в рамках подібної моделі «прозорими», стає значно легше простежити за ефективністю витрачених коштів, бо конкуренція (або навіть потенційна можливість її появи) спонукає покращувати якість надаваних послуг.

Станом на 2003 рік обсяг щорічних державних дотацій для підтримки перших семи франчайзингових компаній складе лише 1/3 від коштів що потрібні «British Rail» в останній рік її діяльності.

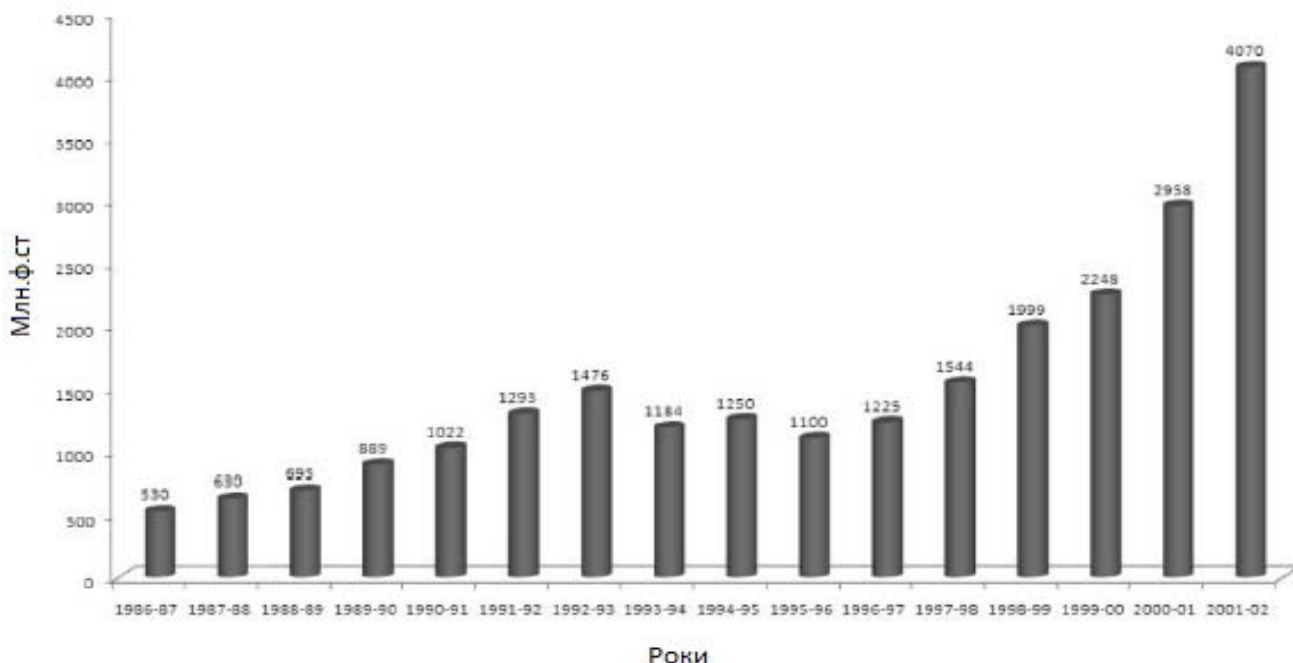


Рис. 5. Динаміка інвестицій в залізничну галузь Великобританії

Здавалося б, підсумки першого етапу реформ англійських залізниць дозволяють зробити беззаперечний висновок про успіх приватизації. Однак основна мета - вихід на беззбиткову роботу - досягнута не була. Крім того, наявність великої кількості гравців, що з'явилися в результаті реформ, сильно ускладнило і заплутало процес прийняття рішень.

Компанія «Railtrack» так і не стала на 100% приватною. На неї було накладено безліч обмежень і заборон. Британське законодавство передбачає «державне втручання у всіх випадках, коли з боку компанії буде проявлятися прагнення отримати надприбуток від інвестицій або відмовитися від проектів розвитку без достатньо обґрунтованих причин». Держава змушувала компанію до здійснення інвестиційних проектів, які акціонери не знаходили привабливими, і, навпаки, не мала можливостей відмовитися від збиткових напрямів.

Аналіз британських реформ дозволяє виділити два найважливіших аспекти перетворень - форма власності та ступінь державного регулювання.

Відмова від державної форми власності (приватизація) привела до поліпшення як експлуатаційних (вантажобіг, пасажирооборот, навантаження), так і економічних показників. Головним з економічних успіхів приватизації стало бурхливе зростання інвестицій в рухомий склад та інфраструктуру.

Разом із тим, високий ступінь державного контролю за галуззю не дозволила британським залізницям розвиватися ефективно, що являє собою яскравий контраст з американськими залізницями.

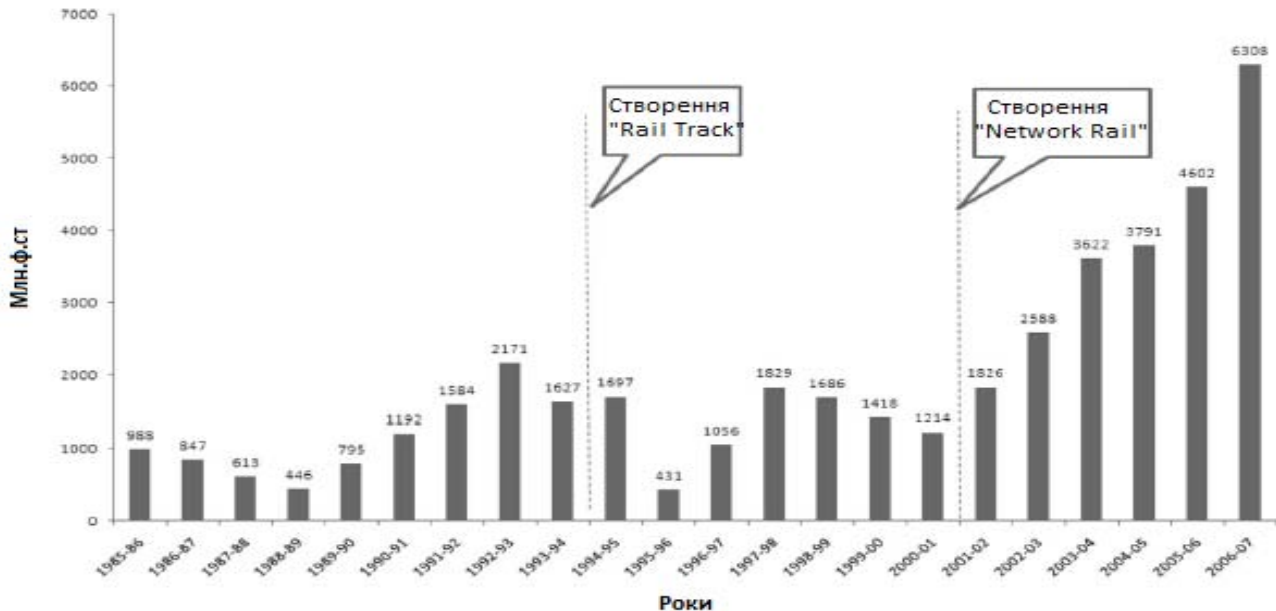


Рис. 7. Державні субсидії залізничному транспорту Великобританії

Реформи в Німеччині часто називають приватизацією, однак, приватизації в повному розумінні цього слова - з відходом держави з галузі і продажем активів незалежним власникам там не було.

На початку 1990-х років уряд Німеччини вирішив, що негнучка державна компанія «Deutsche Bundes Bahn» має бути реформована.

У січні 1994 року була заснована акціонерна компанія «Deutsche Bahn AG» (DB). При цьому єдиним акціонером компанії стала держава. Метою реформи було перетворення негнучкої, неефективної, зайво бюрократизованої державної компанії в ринково-орієнтоване підприємство, яке на першому етапі залишається державним, а згодом, як планувалося, буде розглянуто питання про її приватизацію.

Реформи в Німеччині виявилися найпомірнішими, з розглянутих реформ, але тим не менш, вони принесли деякі позитивні результати. Зокрема, продуктивність праці в результаті модернізації та скорочення 150 тис. працівників зросла на 83,5%. З 1 червня 1999, підрозділи залізниць Німеччини (DB) отримали статус незалежних. До цього часу DB вже працювали в умовах конкуренції у вантажних та регіональних пасажирських сполученнях, але займали домінуюче положення. Тепер будь-яка компанія, що має ліцензію і підтверджує здатність виконувати перевезення з достатнім ступенем безпеки, може користуватися пропускнуою здатністю, що надається службою інфраструктури DB Netz, на тих же умовах і за ту ж плату, що й DB Cargo. Різниця полягає в тому, що DB Cargo, будучи великим перевізником, має право на великі знижки, ніж малі компанії з меншим об'ємом поїзної роботи. До середини 1999 визначився перелік незалежних компаній - конкурентів DB Cargo.

Ситуація з конкуренцією в сфері вантажних перевезень більш прозора, ніж у сфері пасажирських перевезень

Бар'єром для появи нових компаній на ринку вантажних перевезень є величина інвестицій в рухомий склад. Тому багато компаній використовують локомотиви, що були в експлуатації, придбані за межами країни.

Промислові концерни, що мають власні залізні дороги, освоюють деякі вантажопотоки самостійно, організовуючи рух поїздів між своїми підприємствами, що знаходяться в різних містах, і виконують ці перевезення з меншими витратами, ніж DB Cargo. В решті умови для

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту" конкуренції такі, що DB Cargo залишається національним монополістом у перевезеннях на далекі відстані і між регіонами.

У процесі проведених реформ були списані борги залізниць. Приміські перевезення субсидуються місцевою владою. Держава регулює тарифи інфраструктури і дає безвідсотковий кредит DB Cargo для будівництва нових ліній і терміналів.

Для стимулювання клієнтів залізниці Німеччини вводять нову систему компенсації, яка враховує їх індивідуальні умови. При існуючій системі, яка непогано зарекомендувала себе і буде діяти поряд з новою, власник вагона отримує певний відсоток перевізної плати у відшкодування його капіталовкладень і експлуатаційних витрат. З метою підвищення зацікавленості клієнтів у скороченні порожніх пробігів розмір компенсації поставлено в залежність від величини навантаженого пробігу за рік.

Рівень конкуренції на залізницях Німеччини не великий і, як наслідок, тарифи всі ці роки не знижувалися, а тільки росли. Поряд з активним закриттям малодіяльних і нерентабельних ліній це призвело до зростання прибутковості і рентабельності залізничного транспорту.

Висновки. Приватизаційні процеси у сфері залізниць за останні 20 років охопили багато країн: Аргентину, Алжир, Бразилію, Болівію, Великобританію, Угорщину, Італію, Канаду, Мексику, Нідерланди, Нову Зеландію, Польщу, Чехію, Чилі, Естонію, Японію і багато інших. Але, при всій різноманітності, можна виділити загальні риси, властиві всім реформам у всіх країнах. По-перше, це відносне зниження державного регулювання, по-друге, скорочення чисельності персоналу, по-третє, відмова від збиткових видів діяльності.

Вироблення ефективної стратегії реформування повинна передувати всебічна оцінка поточного стану реформованих об'єктів і можливих наслідків прийнятих рішень. При цьому кожному наступному етапу реформи має передувати ретельний аналіз попереднього етапу.

Рівень платоспроможності населення об'єктивно обмежує можливості ринкових перетворень в галузі, диктує необхідність чіткого тарифного регулювання. Завдання залізничного транспорту в наших умовах не може зводитися тільки до задоволення платоспроможного попиту, він повинен забезпечити задоволення зростаючих потреб у перевезеннях.

Незважаючи на різноманітність моделей організації роботи залізничної галузі, досвід всіх залізничних компаній світу свідчить про те, що неможливо домогтися високої якості роботи тільки за рахунок державного регулювання, не вдаючись до механізму конкуренції.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кнуттон Р. Інвестиції та розвиток залізничного транспорту // Залізниці світу 2001 №12
2. Перепелюк А.В. Державне регулювання діяльності транспорту // Притання економіки, 1993. №8
3. Саакян Ю.З., Трудов О.Г., Савчук В.Б. и др. Мировой опыт реформирования железных дорог. М.: ИПЕМ, 2008. – 276 с.
4. Нежинская А. Шекспировские страсти британской реформы // РЖД-Партнёр. – 2007. – № 12. – С. 18–20;
5. Нежинская А. Реформа: британский путь // РЖД-Партнер. – 2008. – № 16;
6. Хусаинов Ф.И. Железные дороги разные – предпосылки реформ одни // РЖД-Партнер. – 2008. – № 20 (октябрь). – С. 20–24.
7. Саакян Ю.З., Трудов О.Г., Савчук В.Б. и др. Мировой опыт реформирования железных дорог. М.: ИПЕМ, 2008. – 276 с.
8. Теллер П.М. Приватизация железных дорог в Канаде // Железные дороги мира. – 2001. – № 9. – С. 9–11.
9. Конно С., Смит И. Приватизация железных дорог Японии – итоги и перспективы // Железные дороги мира. – 1998. – № 6. – С. 3–9.

Секція "Економічні та гуманітарні проблеми розвитку залізничного транспорту"

10. Бельй О.В., Кокурин И.М. Исторический опыт США в области транспортной политики // Экспедирование и логистика. – 2002. – № 2. – С. 21–23.
11. Бауэрсокс Д.Д., Клосс Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд.: пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2006. – 640 с.
12. A short History of US Freight Railroads – AAR, 2009; ИПЕМ
13. Арментано Д. Антитраст против конкуренции: пер. с англ. М.: ИРИСЭН; Альпина Бизнес Букс, 2005. – 432 с. [<http://www.irisen.ru/books/izdannye/antitrust-protiv-konkurentsii.html>]
14. Джонсон Д., Вуд Д., Вордлоу Д., Мэрфи-мл. П. Современная логистика. 7-е изд. М.: Издательский дом Вильямс, 2009. – 624 с.
15. Гартнер Е. Железные дороги США: особенности грузовых и пассажирских перевозок // Железные дороги мира. – 2007. – № 4. – С. 9–32.
16. D. Burns. Railway Gazette International. – 2002. – № 8. – Р. 417–420.
17. Барнс Д. Цена прибыльности железных дорог США // Железные дороги мира. – 2002. – № 9. [<http://www.css-rzd.ru/zdm/09-2002/02184.htm>]

Федунь Т.И.

Научный руководитель – к.э.н. Орловская А.В.

ТЕНДЕНЦИИ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В данной работе рассматривается возможность применения зарубежного опыта реформирования отраслей инфраструктуры железной вокруг проблемы прежде всего выбора форм собственности.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОДАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Роботи, що подаються на студентську науково-технічну конференцію, публікуються на Львівській філії ДНУЗТ у виді збірника праць. Наукові статті повинні мати такі необхідні атрибути:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття;
- формулювання цілей статті (постановка завдання);
- виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.
- перелік використаних бібліографічних посилань в алфавітному порядку (спочатку кириличний, потім – латинський). Список літератури повинен відображати сучасний стан проблематики, якій присвячено статтю, та (за можливістю) містити посилання на найновіші публікації з іноземних видань.

Об'єм праці повинен становити 2 – 5 сторінок формату А4. Наукових консультантів роботи – не більше 2-х викладачів (аспірантів), кількість співавторів статті – не більше 2-х студентів. Кількість доповідей оглядового характеру і гуманітарного спрямування (історичні, філологічні, філософські тощо) не повинна перевищувати 2-х.

Рукопис українською мовою подається в редакцію в одному примірнику разом з електронною версією статті (на дискеті, флеш-накопичувачі), виконаною у форматі Microsoft Word (версії Word 2003).

Набір формул виконується у редакторі формул (версії Equation 1–3, MathType 3–6 і вище). Слід нумерувати тільки формули, на які є посилання у тексті. Нумерація формул наскрізна: (1), (2), Нумерацію рисунків у тексті проводиться аналогічно.

Графіки до статті виконуються за допомогою редакторів Microsoft Word, Microsoft Graph, Grapher тощо. Рисунки та фотографії створюються програмними засобами CorelDraw, Photoshop тощо. Сумарна кількість рисунків, фотографій, таблиць не повинна перевищувати 5. Підписи до рисунків – кегль 11 pt ; надписи на рисунках виконують мовою тексту статті, кегль 10 pt. Рисунки, підписи до них і надписи повинні бути чіткими і зрозумілими.

Розмір сторінки:	A4 – 210×297 мм.
Поля:	верхнє – 1 см, нижнє – 2 см, ліве – 2.5 см, праве – 1 см.
Основний текст:	Times New Roman, 12 пунктів, стиль «Обычный».
Анотація:	Times New Roman , 10 пунктів, <i>курсив</i> .
Інтервал між рядками:	1,2.

Статті, які не задовольняють зазначеним вимогам, повертаються редакцією на доопрацювання. Наукові консультанти повинні вичитати текст статті. Редакція залишає за собою право передавати роботи на додаткове рецензування фахівцям з відповідної наукової проблематики. Перероблена стаття та її перший варіант передаються у редакцію на повторне рецензування.

Параметри редактора формул

Размеры

Обычный	12 пт
Крупный индекс	80 %
Мелкий индекс	70 %
Крупный символ	180 %
Мелкий символ	120 %

$$(1+B)^2 \sum_{p=1}^k X_{n_k}^{kp}$$

Стили

Стиль	Шрифт	Формат символов	
		Полужирный	Наклонный
Текст	Times New Roman	☐	☐
Функция	Times New Roman	☐	☐
Переменная . .	Times New Roman	☐	☒
Стр. греческие .	Symbol	☐	☐
Пр. греческие . .	Symbol	☐	☐
Символ	Symbol	☐	☐
Матрица-вектор	Times New Roman	☒	☐
Числа	Times New Roman	☐	☐

Язык:
 Стиль "Текст" Любой
 Другие стили Любой

УВАГА!

Статтю можна набирати за наведеним нижче шаблоном-схемою, викинувши ці рядки

Прізвище (а) І. П.

Науковий консультант – проф. (доц., ст. викл., асист., аспір.) Прізвище І. П.

НАЗВА СТАТТІ

Анотація (мовою оригіналу статті) друкується під назвою статті, пропустивши один рядок від назви. Відступ зліва для анотації 0.75 см.

Пропустивши один рядок, починається основний текст статті. Абзацний відступ становить 1 см. Усі переноси слів повинні бути “м’якими” (символ необов’язкового дефісу), створені за допомогою клавіші: Ctrl+Дефіс.

Відступи від краю до формули та від формули до номера формули виконують за допомогою символу табуляції (клавіша TAB), а не символом пробілу:

$$L_{31} = b_{13} + \frac{1}{2} b_{55} \hat{\sigma}_1^2, \quad L_{33} = b_{33} \hat{\sigma}_3^2 + \frac{1}{2} b_{55} \hat{\sigma}_1^2. \quad (10)$$

Література оформляється в алфавітному порядку за таким зразком:

1. Подстригач Я. С., Швец Р. Н. Термоупругость тонких оболочек. – Киев: Наук. думка, 1978. – 344 с.
2. Подстригач Я. С., Швец Р. Н., Павлина В. С. Квазистатическая задача термодиффузии для деформируемых твердых тел // Прикл. механика. – 1971. – 7, № 12. – С. 11–16.

Автор(и) рос. мовою

НАЗВА СТАТТІ РОСІЙСЬКОЮ МОВОЮ

Анотація російською мовою.

