

Для індивідуальних передплатників - 74126
Для підприємств і організацій - 40294



ISSN 2311-4061

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ

Науково-практичний журнал

RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE

THE SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL

1/2021

Наші контакти:
вул.І.Федорова,39, м.Київ, 03038, Україна
Тел.: 38 (044) 465 38 10
Факс: 38 (044) 528 93 01
E mail: ndkti@lotus.uz.gov.ua
www.uz.gov.ua

**Засновник -
УКРЗАЛІЗНИЦЯ**
**Видавець - "Науково-дослідний
та конструкторсько-
технологічний інститут
залізничного транспорту"
(Філія "НДКТІ"
АТ "Укрзалізниця")**

Видається з травня 1996 р.
Реєстраційне свідоцтво КВ № 1429
від 10.05.95.

Головний редактор

Мямлін С. В.

Заступник головного редактора

Грищенко С. Г.

Передрук матеріалів - тільки з дозволу редакції журналу. Матеріали друкуються мовою оригіналу: українською, російською, англійською. Статті рецензуються. Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей несуть автори публікацій та рекламодавці. Індеси журналу в Каталозі передплатних видань України: для індивідуальних передплатників - 74126, для підприємств та організацій - 40294. На рік видається 4 номери журналу. Ціна договірна. Формат 60 x 90/8. Папір крейдований. Друк офсетний. Установчий тираж: 200 прим. Журнал надруковано у типографії ПрАТ «Газета «Приазовський робочий», м. Маріуполь, Донецька обл., пр. Мира, 19

Адреса редакції:

Україна, 03038, Київ,
вул. Федорова, 39, НДКТІ ЗТ,
редакція ЗТУ.
Тел.: +38 (044) 309-68-93;
+38 (044) 465-38-11.
Факс: +38 (044) 528-93-01.
E-mail: ztu1520mm@gmail.com;
https://www.uz.gov.ua/about/activit_y/science/ndkti_uz/ztu/.
Цифровий ідентифікатор DOI
присвоєно виданню реєстраційним
агентством Crossref.

Над випуском працювали:

Бочаров О. П., Грищенко С. Г.,
Духненко К. С., Миргородська А. І.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ ЖУРНАЛА И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКИ!



Структурные преобразования железнодорожной отрасли набирают обороты и требуют постоянного технологического сопровождения с учётом производственной необходимости. Железнодорожный транспорт, как никто другой, ощущает на себе кризисные явления в экономике, вызванные общим спадом производства промышленной продукции и, как следствие, снижение спроса на перевозку грузов. Это, естественно, отражается и на формировании экономической стратегии АО «Укрзалізниця».

Безусловно, новые вызовы в глобальной и национальной экономике требуют и новых технических и технологических решений, которые должны способствовать не только стабилизации производственной ситуации в нашей компании, но и создавать условия для повышения эффективности её функционирования. Поэтому рассматриваются все возможные варианты улучшения экономических результатов деятельности всех без исключения подразделений компании.

Одним из путей улучшения экономического состояния компании является разработка и внедрение инновационных технологий, как на подвижном составе, так и на объектах железнодорожной инфраструктуры. Поэтому следует уделять соответствующее внимание на страницах отраслевого научно-технического журнала. Чтобы и учёные, и практики могли всесторонне обговаривать актуальные проблемы, которые стоят перед отраслью, и предлагать эффективные технические и технологические решения этих проблем.

Уверен, что научно-технический потенциал отрасли в состоянии обеспечить решение всех задач, стоящих перед железнодорожным транспортом Украины.

*Член правления
АО «Укрзалізниця»
Франтишек Буреш*

Концептуальна спрямованість науково-технічних публікацій у журналі формується на підставі пріоритетів діяльності АТ «Укрзалізниця», рішень Науково-технічних рад Товариства та філії "НДКТІ" АТ "Укрзалізниця". Основні напрямки публікацій журналу, це: реформування залізничного транспорту; транспортні системи і логістика; технічна політика та науково-технічне забезпечення; організація і безпека руху поїздів; рухомий склад та засоби інфраструктури; залізнична автоматика, зв'язок і інформатизація; ресурсозбереження та екологія; практичний досвід експлуатації залізниць тощо. Журнал «Залізничний транспорт України» внесено до Переліку наукових фахових видань України, наказ МОНУ № 975 від 11.07.2019, та включено до української загальнодержавної реферативної бази даних «Україніка наукова», бібліографічної бази даних наукових публікацій РИНЦ, пошукової системи Google Scholar.

Матеріали даного випуску розглянуто та рекомендовано до друку Науково-технічною радою філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця», протокол № 1/21 від 24.03.2021 р.

Використання даних державних статистичних спостережень у наукових статтях без посилання на їх джерело заборонено. При використанні чи передруку матеріалів журналу «Залізничний транспорт України» посилання на видання є обов'язковим.

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

БОЧКОВ К.А., докт. техн. наук,
професор Білоруського
державного університету
транспорту (Республіка Білорусь)
БУРЕЙКА Г., докт. техн. наук,
професор Вільнюського
технічного університету ім.
Гедімінаса (Литва)
ЖУРКОВСКИ А., канд. техн. наук,
директор Інституту колійництва
(Польща)

ЗАЙЦЕВ В.О., канд. техн. наук,
директор філії «НДКТІ»
АТ «Укрзалізниця» (голова ради)
КЕЛЬРИХ М.Б., докт. техн. наук,
професор, науковий радник
директора філії «НДКТІ»
АТ «Укрзалізниця» (Україна)
ЛЕОНЕЦЬ В.А., докт. техн. наук
провідний науковий співробітник
Інституту проблем міцності імені
Г. С. Писаренка НАНУ (Україна)

МАКАРЕНКО М.В., докт. екон. наук,
професор (Україна)
МЯМЛІН С.В., докт. техн. наук,
професор, директор Департаменту
розвитку і технічної політики
АТ «Укрзалізниця» (Україна)
ФЕДОРЕНКО О.Г., генеральний
директор Директорату залізничного
транспорту Міністерства
інфраструктури (Україна)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ВАТУЛЯ Г.Л., докт. техн. наук,
професор, проректор з наукової
роботи Українського державного
університету залізничного транспорту
(Україна)
ГРИЩЕНКО С.Г., канд. техн. наук,
доцент, помічник директора філії
«НДКТІ» АТ «Укрзалізниця»
(заступник головного редактора)
ДАНИЛЕНКО Е.І., докт. техн. наук,
професор, завідувач кафедри
«Залізнична колія та колійне
господарство» Державного
університету інфраструктури та
технологій (Україна)
ДОМАНСЬКИЙ В.Т., докт. техн. наук,
професор кафедри «Електричний
транспорт» Харківського
національного університету міського
господарства ім. О.М. Бекетова
(Україна)

ДЬОМІН Ю.В., докт. техн. наук,
професор кафедри «Залізничний,
автомобільний транспорт та
підйомно-транспортні машини»
Східноукраїнського національного
університету ім. В. Даля (Україна)
ЗОБОРІ Іштван, докт. техн. наук,
професор Будапештського
технологічного та економічного
університету (Угорщина)
КАЛІВОДА Ян, канд. техн. наук,
ас. проф. Чеського технічного
університету в Празі (Чехія)
КАРА С.В., канд. техн. наук, начальник
Управління інжинірингу Науково-
впроваджувального центру філії
«НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» (Україна)

МИРОНЕНКО В.К., докт. техн. наук,
професор, завідувач кафедри
«Управління комерційною діяльністю
залізниць» Державного університету
інфраструктури та технологій
(Україна)
МЯМЛІН С.В., докт. техн. наук,
професор, директор Департаменту
розвитку і технічної політики АТ
«Укрзалізниця» (головний редактор)
ПУТЯТО А.В., докт. техн. наук,
доцент, завідувач кафедри
«Локомотиви» Білоруського
державного університету транспорту
(Республіка Білорусь)
ФАЛЕНДИШ А.П., докт. техн. наук,
професор, завідувач кафедри
«Транспортні технології підприємств»
Приазовського державного
технічного університету (Україна)

ЗМІСТ

Транспортні системи та логістика

Мельник Т.С., Красноштан О.М., Христофор О.В.
Розвиток залізничного приміського сполучення як
ключового елементу сучасної транспортної
системи4

Новини АТ «Укрзалізниця»

Науково технічна рада АТ «Укрзалізниця».....10

Транспортні системи та логістика

**Ломотко Д. В., Огар О. М., Козодой Д. С.,
Ломотко М. Д.**
Перспективи «зеленої» логістики при
використанні контейнерних та контрейлерних
перевезень в Україні.....11

Зинченко С. Г., Хлестова О. А.
Особенности работы железнодорожного
подвижного состава в Мариупольском морском
порту в зимний период.....23

Ресурсозбереження і екологія

**Матяш В.О., Аулін Д.О., Анацький О.О.,
Коваленко Д.М.**
Перспективні заходи з ресурсозбереження
для тепловозів30

Практичний досвід

**Сулим А.О., Стринжа А.М., Тімошин О.О.,
Шушмарченко В.О., Полулях В.М.**
Аналіз вимог щодо проведення перевірки
вагонів-цистерн для перевезення небезпечних
вантажів.....40

Інформатизація і зв'язок

Забурмека М.В.
Модернізація та розвиток телекомунікаційної
мережі Укрзалізниці шляхом впровадження
радіорелейного зв'язку52

Сторінки історії

Ушкалов Віктор Федорович.....60

Винахідник і вчений Микола Іванович
Горбунов61

Реферати62

CONTENTS

Transport systems and logistics

T. Melnyk, O. Krasnoshtan, O. Khrystofor
Development of railway suburban communications
as a key element of the modern transport
system.....4

News of JSC "Ukrzaliznytsia"

Scientific and technical council of
JSC «Ukrzaliznytsia».....10

Transport systems and logistics

D. Lomotko, A. Ogar, D. Kozodoy, M. Lomotko
Outlook for «green» logistics in the use of container
and trailer transportation in Ukraine11

S. Zinchenko, O. Khlestova
Features of work of the railway composition
in the Mariupol sea port in the winter.....23

Resource and ecology

V. Matiash, D. Aulin, O. Anatskyi, D. Kovalenko
Promising measures for saving resources for diesel
locomotives.....30

Practical experience

**A. Sulym, A. Strynzha, O. Timoshyn,
V. Shushmarchenko, V. Poluliakh**
Analysis of the requirements for the inspection
of tank cars for the transport of dangerous
goods40

IT and communication

M. Zaburmekha
Modernization and development of Ukrzaliznytsia's
telecommunication network through introduction of
radio relay communication.....52

Pages of history

Viktor Ushkalov.....60

Inventor and scientist. Mykola Gorbunov.....61

Abstracts62

УДК 338.47.656.2

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-04-10

Докт. екон. наук Мельник Т. С.

Канд. техн. наук Красноштан О. М.

Канд. екон. наук Христофор О. В.

РОЗВИТОК ЗАЛІЗНИЧНОГО ПРИМІСЬКОГО СПОЛУЧЕННЯ ЯК КЛЮЧОВОГО ЕЛЕМЕНТУ СУЧАСНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

***Ключові слова:** транспортна система, залізниця, приміські пасажирські перевезення, транспортно-пересадочний вузол, пасажирський вокзал, пересадочна станція, пасажиропотік.*

Постановка проблеми

Головним завданням пасажирського транспорту є забезпечення транспортних потреб населення у просторових переміщеннях на різні відстані. З ростом і розвитком мегаполісів та інших населених пунктів транспортна проблема набуває все більш загостреного характеру. Не дивлячись на деякі удосконалення транспортних систем, стан і новизна рухомого складу більшості видів пасажирського транспорту в Україні залишаються на низькому рівні, що не забезпечує належний рівень тривалості і комфортності поїздки та інші вимоги пасажирів. На сьогодні фактор часу поряд з вартістю проїзду виступає однією з основних характеристик, що впливають на вибір пасажиром виду транспорту – за умови забезпечення прийняттого рівня комфорту і географічної доступності даного транспорту.

Очевидно, що транспортна система країни потребує докорінних змін, зокрема, комплексної модернізації, нової структуризації транспортних мереж та інфраструктури. Найбільш раціональним і таким, що відповідає вимогам часу, способом вирішення цього складного завдання може стати створення транспортно-пересадочних центрів, оскільки вони забезпечують високоефективну взаємодію всіх елементів транспортної системи.

У загальноприйнятому розумінні транспортно-пересадочний центр, або вузол, або комплекс – це місце сходження кількох видів транспорту, в якому пасажирів найшвидше і

безпечніше можуть здійснити пересадку з одного транспортного засобу на інший [1, с. 48]. Початково такі вузли зв'язували 2-3 види транспорту, поступово об'єднуючи все більшу їх кількість, включаючи маршрути міського, міжміського і міжнародного сполучення. Архітектура і внутрішня побудова таких центрів з часом теж змінювалась: сучасний вузол включає повний набір пристроїв, які забезпечують комфортне користування ним для всіх груп пасажирів, а зручне планування, наявність переходів і чітка навігація зводять тривалість пересадок пасажирів і втрати ними часу до мінімуму.

Очевидно, що на роль транспортно-пересадочних центрів після відповідної трансформації найбільш можуть претендувати залізничні вокзали, особливо в Україні, де вони будувались переважно як великі багатофункціональні комплекси. В ряді інших країн залізничні вокзали вже стали мульти-модальними транспортно-пересадочними вузлами, в яких сходяться різні види міського і міжміського транспорту, і прикладів такої модернізації у світовій практиці на сьогодні існує доволі багато [1, с. 48].

Створення транспортно-пересадочних центрів (далі – ТПЦ), навіть на базі існуючих вокзальних комплексів, – завдання складне передусім в технічному плані, яке потребує значних витрат часу і коштів. Прийняття рішення стосовно вибору параметрів ТПЦ, в тому числі сформованих за участю залізничного транспорту, – це наступне завдання, яке виступає складовою частиною наукової проблеми раціоналізації і модернізації структури вузла з урахуванням закономірностей утворення пасажиропотоків, спрямованої на підвищення ефективності управління останніми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням створення, розвитку та різним аспектам функціонування транспортно-пересадочних вузлів нині присвячено вже багато наукових праць, але переважно іноземних дослідників. Так, Азаренкова З.В. [2; 3], Голубев П.В. [4], Даніліна Н.В. [5; 6], Овчинникова О.О. [7] та інші автори зосередили свою увагу на питаннях розвитку пасажирських вокзалів як бази створення пересадочних вузлів, їх ув'язуванню з міським транспортом, територіальним розташуванням і т. п. Дослідник Власов Д.М. [8] також розглядає

питання створення пересадочних вузлів як транспортної основи агломерації, але підводить під них науково-методологічні засади: у своїх працях він подає типові планувальні елементи і схеми транспортно-пересадочних вузлів, пропонує показники, за якими можна визначити їх транспортну, економічну і соціальну ефективність.

Заслужують на уваги праці Правдина М.В., які з'явилися вже досить давно [9; 10]: крім запропонованого підходу до класифікації транспортно-пересадочних вузлів, основаного на взаєморозташуванні пристроїв, автор розглянув такі важливі питання їх організації і функціонування, як визначення потужності та інших параметрів пасажиропотоків, видів транспорту, що їх доцільно звести у пересадочному пункті, пропускної спроможності вузлів, оптимальної кількості зупиночних пунктів та їх розташування в межах приміських зон, витрат часу пасажирів на пересадку та ін. Ряд зазначених питань, включаючи конструктивні та інші вимоги до побудови транспортно-пересадочних вузлів, достатньо змістовно розглянуто і в більш пізніх працях Вакуленко С.П. [11; 12]. Вирішення проблеми раціонального розташування пересадочних станцій та вибору схем їх побудови з урахуванням іноземного досвіду і ситуаційних умов функціонування можна знайти в публікаціях Савченко І.Є. і Зембінова С.В. [13], Кожокару Т.В. і Діндієнко М.П. [1, с. 46-47] та інших авторів, а дослідження резервів підвищення швидкості руху транспортних засобів та економії часу пасажирів як на шляху прямування, так і при пересадках містяться в майже у всіх працях, присвячених даній проблематиці, оскільки зазначені аспекти виступають основною метою створення транспортно-пересадочних вузлів. При цьому переважна частина цих публікацій все ж присвячена перевезенням пасажирів міськими видами транспорту.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми

Розгляд літературних джерел показав, що більшість розробок присвячено вибору місця розташування та оптимізації структури транспортно-пересадочних вузлів, їх функцій, визначенню і удосконаленню кількісних та якісних параметрів і показників окремих інфраструктурних елементів пересадкових вузлів, оцінці економічної та соціальної ефективності їх функціонування. Ці питання набу-

дуть великої важливості, коли в Україні буде прийнято рішення про створення транспортно-пересадочних вузлів, і ми наблизимось до першого етапу їх реалізації. Однак наразі ще необхідно довести доцільність створення транспортно-пересадочних пунктів як найбільш ефективного шляху вирішення проблеми транспортного забезпечення населення України, і саме на базі залізничних вокзалних комплексів і станцій, а також перспективності їх подальшого розвитку шляхом перетворення у транспортно-пересадкові центри. Та вже сьогодні очевидно, що в даному процесі ключову роль має зіграти приміський транспорт, і в першу чергу – залізничний. З цієї позиції досліджувана проблема досі не розглядалась, а брак вітчизняної наукової літератури із зазначеної проблематики відчувається особливо гостро.

Мета статті

Метою статті є розробка оптимального сценарію розвитку приміського сполучення в Україні з урахуванням складених умов його функціонування і зарубіжного досвіду, які слугуватимуть висхідним етапом при переході до формування транспортно-пересадочних вузлів відповідного рівня.

Виклад основного матеріалу

Приміські і регіональні перевезення грають важливу роль у забезпеченні транспортних потреб населення в країнах Західної Європи. Як зазначають іноземні фахівці та дослідники залізничної галузі, мобільність населення переважним чином забезпечується належною організацією саме цих видів перевезень – більше того, вони переконані у провідній позиції цих видів сполучень в оптимізації розподілу перевезень пасажирів між різними видами транспорту на користь суспільних і в першу чергу – залізничного, в тому числі за рахунок скорочення частки ринку автомобільного і приватного транспорту [14, с. 36].

Станом на початок 2019 р. у країнах Європи приміські і регіональні перевезення пасажирів (середня дальність поїздки – 27,9 км) складають понад 50 % загального пасажирообороту і порядку 90 % загального обсягу пасажирських перевезень [15]. Звичайно, можна намагатись запозичити досвід країн Євросоюзу – Німеччини, Франції, Іспанії та ін. Однак суми, які витрачаються в цих країнах на забезпечення приміських перевезень, для України непідйомні. Наприклад, всього

за 2014 р. об'єм ринку приміських пасажирських перевезень Німеччини склав €10,0 млрд. В структурі доходів перевізника 43 % (€4,3 млрд) припали на виручку від перевезень, а 57 % (€5,7 млрд) склали субсидії транспортних адміністрацій, що в середньому становить 356 млн євро (або 12,4 млрд грн) на одну федеральну землю – це майже в 20 разів більше, ніж весь бюджет розвитку Житомирської області України на 2020 р. [16, с. 11].

Дуже показовим є приклад країн Балтії, але тут відразу варто звернути увагу, що частина коштів на капітальний ремонт і придбання рухомого складу були ними отримані з фондів Європейського Союзу, чого в Україні не очікується. Тому краще за все орієнтуватись на такі країни, як Білорусь і Казахстан, тому що Україна має дуже схожі з ними залізничні системи і приблизно рівні стартові умови.

Відносно самої організації руху – тут дуже цікавий досвід Мінську. Білоруська залізниця планує забезпечувати пасажирські перевезення за рахунок таких видів залізничних сполучень:

- міське (міські лінії) – перевезення в межах Мінську, обласного центру і за їх межами, але не далі залізничних станцій (зупиночних пунктів), розташованих у містах-супутниках;

- регіональне (регіональні лінії) – у межах адміністративних кордонів області та за її межами – до залізничних станцій (зупиночних пунктів), розташованих у найближчому місті обласного підпорядкування суміжній області, але не далі її обласного центру.

Рівень технічного і санітарного стану приміських поїздів та загалом перевезень на Білоруській залізниці набагато вище, ніж в Україні, тому вітчизняним залізничникам потрібно виконати ще багато роботи, щоб досягти такого рівня. До того ж у республіці відбувається постійне оновлення приміського рухомого складу.

Заслуговує на увагу й безпосередньо система організації перевезень. Маршрути і графіки складені таким чином, щоб максимально зручно доставити пасажирів з передмістя до Мінську і зворотно. При цьому напрямки до міст-супутників, де пасажиропотік максимальний, успішно обслуговуються поїздами міських ліній.

Для нас також корисним є досвід Казахстану – з точки зору організації замовлення і покриття витрат на здійснення приміських перевезень за рахунок бюджету.

Далі наведемо оптимальний, з нашої точки зору, для АТ «Укрзалізниця» і муніципалітетів сценарій розвитку приміського сполучення в Україні. Передусім необхідно уточнити, що маємо розуміти під приміськими пасажирськими перевезеннями, які їх роль і функції.

Історично склалося так (причому не тільки в нашій країні – в усьому світі), що жити набагато комфортніше, а нерідко і дешевше, саме у передмісті, а не в мегаполісі. Разом з тим основні точки прикладання праці (іншими словами – концентрація робочих місць) знаходяться якраз у мегаполісі, причому, як правило, в центральній, історичній частині міста. Це і породжує так звані маятникові трудові переміщення, які відбуваються щодня і цілорічно.

З урахуванням зростання промислового виробництва і, відповідно, кількості працівників, які необхідні для підтримки такого зростання, виникла потреба у забезпеченні масових трудових міграцій. Автомобільний транспорт навіть теоретично не міг впоратись із таким завданням. Це у свій час і послугувало основною метою створення системи приміських пасажирських перевезень.

У мегаполісах для цього була створена спеціальна інфраструктура, яка дозволяла доставляти досить велику кількість людей (десятки тисяч) з передмістя до мегаполісу і зворотно з максимальними зручностями для пасажирів і, більш того, з огляду на необхідність пасажирів витратити мінімум часу на дорогу. Візьмемо, наприклад, промисловий центр Харків. У місті створено велику кількість зупиночних пунктів, максимально наближених до великих промислових підприємств: станція Лосєве – в безпосередній близькості до заводу «Електроважмаш», станція Тракторний завод – поруч із «Харківським тракторним заводом», станція Харків - Балахівський – у пішій доступності до заводу імені Малишева, і таких прикладів багато. Аналогічну ситуацію ми спостерігаємо у Києві: ряд зупиночних пунктів споруджені поруч з великими промисловими підприємствами або у промислових зонах. Така організація є дуже правильною і дозволяє громадя-

нам мінімізувати час, який вони витрачають, щоб дістатись до роботи і повернутись додому. Не дивлячись на зручність розташування зупиночних пунктів, мешканцям великих міст наразі доводиться занадто багато часу витрачати на такі щоденні переміщення. Так, за статистичною інформацією, що міститься у «Міській цільовій програмі розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2019-2023 роки», затвердженій рішенням Київської міської ради від 14 листопада 2019 року № 222/7795 (с. 6), лише 35 % населення Києва можуть дістатись до місця призначення в межах 1 години, проте передбачений програмою розвиток інфраструктури транспорту столиці дозволить скоротити середню тривалість поїздки до нормативних 45 хвилин. Слід зауважити, що важливість питання, що розглядається, сьогодні значно зросла. Загострення його актуальності стало наслідком масового житлового будівництва у містах-супутниках, що особливо характерно для столиці: Ірпінь, Буча, Вишневе, Обухів, Бровари, Бориспіль та ще ціла низка інших населених пунктів.

У зв'язку зі скороченням розмірів приміського руху з цими пасажиропотоками намагається впоратись автомобільний транспорт, але, як бачимо ми і відчувають щодня пасажирів, виходить це погано, і реальної життєздатної альтернативи приміським залізничним перевезенням донині не існує. При цьому для таких міст, як Вишневе, Ірпінь, Буча, дане питання стоїть дуже гостро, адже мешканці вже зараз витрачають кілька годин на день у дорожніх заторах при проїзді на роботу і зворотню. І реальних можливостей збільшити пропускну спроможність доріг, що зв'язують їх зі столицею, немає: всі придатні для цього земельні ділянки забудовані, і та ж причина заважає розширенню існуючих доріг. При в'їзді в столицю жителі згаданих міст впираються в окружну дорогу та інші столичні магістралі, які теж сильно перевантажені наявним транспортним потоком.

На сьогоднішній день автомобільні приміські перевезення навіть у столичному регіоні функціонують за «африканською» моделлю: низькоякісні автобуси, в основному малої місткості, велика кількість нелегальних перевізників, відсутність належного інформаційного забезпечення і систем збору виручки. Така ситуація створює масу проблем і для жителів мегаполісів, які не користуються ре-

гулярно приміськими перевезеннями. Так, наприклад, ускладнений дорожній рух по проспекту Палладіна в Києві є результатом хаотичної роботи перевізників на напрямках Київ - Ірпінь, Київ - Буча. Наявність зручного приміського залізничного сполучення з легкістю вирішила б цю проблему.

Для пошуку оптимального сценарію передусім необхідно визначити отримувачів вигід і переваг від реалізації пропонованих нами заходів:

- перш за все, це громадяни – саме вони зможуть в результаті правильно працюючої системи значно скоротити час на поїздки на роботу і з роботи, що підвищить їх комфортність та, відповідно, продуктивність;

- далі йдуть органи місцевого самоврядування як міст-супутників, так і мегаполісів, адже створені та існують ці органи на кошти платників податків, власне, з єдиною метою – робити життя громадян зручніше, комфортніше, безпечніше, що повинне досягатися шляхом формування ефективних систем приміських пасажирських перевезень, більш того, це один з головних способів вирішення проблеми заторів на автомобільних дорогах, особливо на в'їздах у мегаполіси;

- ряд вигід отримає і держава, внаслідок більш жорсткого обліку і правильного оподаткування (в існуючій системі автобусних приміських перевезень немає ні того, ні іншого), зростання споживання електроенергії, що є дуже позитивним в умовах сформованого в Україні значного профіциту енергогенерації, та, як результат – зниження споживання і, відповідно, імпорту світлих нафтопродуктів, що підвищує енергонеалежність країни та позитивно впливає на зовнішньоторговельний баланс, і, нарешті, імпортозаміщення: Україна володіє технологіями і повинна виробляти мотор-вагонний рухомий склад, тобто ми маємо імпортозаміщення на всіх етапах життєвого циклу системи приміських перевезень.

Як це ні парадоксально звучить та не узгоджується з твердженнями окремих керівників АТ «Укрзалізниця» (далі – Укрзалізниця), правильний розвиток системи приміських перевезень вигідний також і для Укрзалізниці. Справа у тому, що в порівнянні з 1991 р. обсяги перевезень пасажирів у приміському сполученні скоротилися у 4 рази, тобто інфраструктура залізничного транспорту має величезний потенціал до збільшення інтен-

сивності її використання. При цьому ряд витрат на утримання інфраструктури (а саме – постійні витрати) не залежать від кількості поїздів, що прослідували певною ділянкою. Тому чим більше прослідує поїздів, тим більшим буде дохід перевізника та меншою буде величина питомих постійних витрат, а значить, економічні показники перевезень значно покращиться. Більш того, однією з основних проблем Укрзалізниці є надлишкова інфраструктура, й одним зі шляхів її усунення є підвищення інтенсивності руху, в тому числі приміських поїздів. Власне, без участі хоча б одного з перерахованих вище отримувачів вигід у процесі вирішення даного питання його успішне розв’язання навіть теоретично неможливо.

З метою підвищення ефективності приміських перевезень пасажирів на рівні держави повинен функціонувати орган, який синхронізує таку роботу в масштабах всієї країни. Очевидно, що це має бути центральний орган виконавчої влади, який формує державну політику в області інфраструктури та транспорту, – тобто Міністерство інфраструктури. Ніхто інший взяти на себе функцію лідера в даному процесі просто не зможе.

Обов’язково необхідно визначити замовників перевезень. Як це не парадоксально, але чинне законодавство на сьогоднішній день взагалі не подає поняття «замовник перевезень» для залізничного транспорту (до відома: на автомобільному транспорті це поняття чітко визначено і регламентовано).

Правовий механізм у даному процесі уже визначений – це так звані Договори на надання громадських послуг («Public Service Contracts»). Такий інструмент успішно працює не тільки у всіх країнах Євросоюзу, а й у ряді пострадянських країн: наприклад, в Казахстані він іменується «Державний транспортне замовлення». Таким чином, в нашій країні потрібно лише запровадити те, що вже успішно працює в розвинених країнах.

Відносно муніципалітетів: тут може виникнути спірне питання про те, хто повинен платити, – мегаполіс, або місто-супутник, або обидві сторони у певному співвідношенні. Ця суперечка загрожує стати нескінченною і ніколи не приведе до результату, оскільки здійснювати облік за пропискою приміського пасажирів навіть теоретично неможливо. Рішенням в даній ситуації може стати ви-

значення в якості замовника перевезень обласної влади, що вирішує спірне питання в принципі.

Ще одним дискусійним моментом є система збору, контролю та обліку виручки. Відомо, що Укрзалізниця досі не запровадила ефективну систему збору виручки, тим самим підштовхуючи пасажирів до безквиткового проїзду, навіть якщо пасажир і має бажання його оплатити. Оптимальним рішенням тут нам бачиться передача функції збору виручки замовнику перевезень: Укрзалізниця отримувала би оплату за виконані поїздки-кілометри згідно з договором (тобто за транспортну роботу). Саме такий підхід має низку переваг, зокрема:

- дисциплінує замовника: останній не замовлятиме маршрути або рейси з низьким пасажиропотоком, як це нерідко має місце сьогодні (місцеві політичні діячі вимагають призначення поїздів, які завідомо збиткові і перевозять дуже маленький пасажиропотік);

- забезпечує більш зважений підхід до встановлення тарифів: замовник (а саме він встановлюватиме тариф) буде розуміти, що все, що він недоотримає від пасажирів у вигляді тарифу, йому доведеться компенсувати за рахунок свого бюджету.

Вироблення оптимального сценарію розвитку приміського сполучення потребує також розгляду питання щодо можливих джерел фінансування. Слід чітко розуміти, що якісна система приміських перевезень пасажирів вимагає вкладення достатніх коштів. У цілому джерел фінансування існує всього два:

- (1) – тариф, який сплачує пасажир та який, як правило, покриває лише частину витрат;

- (2) – фінансування з місцевого/державного бюджету, що покриває всі інші витрати, не покриті тарифом отриманим від пасажирів.

Визначення джерела фінансування приміських перевезень насправді є головним питанням, оскільки мова йде про серйозні суми. Так, у 2019 р. збитки Укрзалізниці від приміських перевезень склали 6 млрд. грн.; якщо розділити цю суму порівну між 24 областями країни, то отримаємо 250 млн. грн. – це дуже велика сума для будь-якого обласного бюджету. Тому питання фінансування приміських перевезень однозначно потребує вирішення на законодавчому рівні.

Висновки і пропозиції

Узагальнюючи вищевикладене, можна сказати, що прийшов час покроково будувати збалансовану транспорту систему для перевезень громадян України, стабільне функціонування якої буде спиратись на роботу ТПЦ різних організаційних рівнів. Така система має поєднувати всі види суспільного транспорту, в першу чергу – рельсового, обслуговуючи пасажирів у поїздках в межах міст, приміських зонах і на далекі відстані. Оскільки в Україні поїздки у приміському сполученні відзначаються надвисоким ступенем активності, першочергову увагу потрібно приділити створенню ТПЦ саме цього рівня.

Очевидно, що формування такої транспортної системи неможливе без відповідних наукових розробок в області дослідження і визначення ефективності окремих видів транспорту і перевезень, без попередніх маркетингових досліджень і маркетингово-логістичної підтримки управлінських рішень, без вироблення стратегій щодо сталого функціонування транспортної системи та окремих її елементів на транспортному ринку.

В результаті залізничний транспорт має отримати новий вектор розвитку з величезним стратегічним потенціалом, налаштований залучати для нього все більше нових функцій, вдало поєднуючи їх з існуючими, що буде утворювати нову якість транспортного обслуговування населення в містах, приміських зонах, регіонах і в усій країні.

Література

1. Кожокару Т.В. Обзор зарубежного опыта проектирования транспортно-пересадочных узлов на базе железнодорожных вокзалов / Т.В. Кожокару, М.П. Диндиенко // ВЕСТНИК АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – 2018. – № 1. – С. 46-50.
2. Азаренкова З.В. Планировочная организация транспортно-пересадочных узлов / З.В. Азаренкова // Academia. Архитектура и строительство. – 2011. – № 1. – С. 76-80.
3. Азаренкова З.В. Транспортно-пересадочные узлы в планировке городов / З.В. Азаренкова – М.: Новости, 2011. – 93 с.
4. Голубев П.В. Выбор параметров пассажирских устройств при организации пригородно-городских перевозок в узле: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / П.В. Голубев. – М., 2005. – 223 с.

5. Данилина Н.В. Городское стратегическое планирование системы перехватывающих стоянок / Н.В. Данилина // Вестник МГСУ. – 2018. – Выпуск 2 (113). – Том 13. – С. 190-195.

6. Данилина Н.В. Научно-методические основы формирования системы «перехватывающих» стоянок в крупнейших городах (на примере Москвы): дис. ... канд. техн. наук: 05.23.22 / Н.В. Данилина. – М., Московский государственный строительный университет, 2012. – 187 с.

7. Овчинникова Е.А. Разработка алгоритмов кластеризации и рекомендаций по модернизации железнодорожных вокзальных комплексов городских транспортных систем : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Е.А. Овчинникова. – М., Московский государственный университет путей сообщения, 2014. – 234 с.

8. Власов М.Д. Транспортно-пересадочные узлы: [монография] / М.Д. Власов. – М.: НИУ МГСУ, 2017. – 193 с.

9. Правдин Н.В. Взаимодействие различных видов транспорта: (прим. и расчеты) / Н.В. Правдин, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаев. – М.: Транспорт, 1989. – 207 с.

10. Правдин Н.В. Технология работы вокзалов и пассажирских станций / Н.В. Правдин, Л.С. Рябуха, В.И. Лукашев. – М.: Транспорт, 1990. – 319 с.

11. Вакуленко С.П. О классификации транспортно-пересадочных узлов / С.П. Вакуленко, Н.Ю. Евреенова // Мир транспорта. – 2011. – № 5. – С. 130-132.

12. Вакуленко С.П. Планировочная структура транспортно-пересадочных узлов / С.П. Вакуленко, Н.Ю. Евреенова // Мир транспорта. – 2012. – № 5. – С. 100-104.

13. Савченко И.Е. Железнодорожные станции и узлы / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Старковский. Под ред. В.М. Акулиничева, Н.Н. Шабалина, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 479 с.

14. Власюк Т.А. Пригородные пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте в Республике Беларусь (ретроспектива и развитие): [монография] / Т.А. Власюк, А.А. Михальченко. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 201 с.

15. Ильин И. Сравнительные параметры пассажирских перевозок [Электронный ресурс] / И. Ильин // Пульт управления. – 2020. – № 11. – URL: <http://www.pult.gudok.ru/>

archive/detail.php?ID=1485443

16. Мировой опыт организации и финансирования пригородных железнодорожных пассажирских перевозок [Электронный ресурс] / Институт проблем естественных монополий совместно с ОАО «Центральная пригородная пассажирская компания»: Доклад на Пассажирском форуме – 2016. – URL: http://ipem.ru/files/files/research/20160420_foreign_transport_research.pdf

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Мельник Тетяна Степанівна,

д.е.н, начальник відділу прогнозування ризиків Департаменту оперативного моніторингу АТ «Укрзалізниця».

Вул. Протасів Яр, 2, м. Київ, 03150, Україна.

Тел.: +38 044 309 66 89.

E-mail: t.melnik@uz.gov.ua.

Красноштан Олександр Михайлович,

к.т.н., начальник служби приміських пасажирських перевезень регіональної філії «Південно-Західна залізниця»

АТ «Укрзалізниця».

Вул. Лисенка, 6, м. Київ, 01601, Україна.

Тел. +38 044 309 60 12.

Христофор Олег Вікторович,

к.е.н., доцент, головний фахівець філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 044 465 18 82.

E-mail: khrystofor@uz.gov.ua.

Новини АТ «Укрзалізниця»

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА РАДА АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»

Протягом четвертого кварталу 2020 року в АТ «Укрзалізниця» було проведено два засідання секцій Науково-технічної ради товариства.

На засіданні *секції «Єдина технічна політика та екологічний менеджмент»* було розглянуто результати виконання галузевої Програми лубрикації гребенів колісних пар та бокової поверхні рейок у першому півріччі 2020 року та підведено підсумки виконання Плану практичних заходів зі зменшення зносу пари «колесо-рейка» за той же час. На цьому засіданні також було обговорено питання допуску до застосування у стаціонарних колійних рейкозмашувачах мастила графітного «Агрінол СПЛ», виробництва ТОВ «НВП Агрінол», і ініційовано внесення змін до Плану виконання НДДКР та розробки НД АТ «Укрзалізниця» на 2020 рік по Департаменту локомотивного господарства товариства, з урахуванням наявної пріоритетності робіт. Під час засідання секції було проведено презентацію видання партнерського журналу «Шляхи сполучення».

Засідання *секції «Пасажирських перевезень і сервісу»* було присвячене обговоренню та прийняттю рішень щодо можливості застосування на рухомому складі АТ "Укрзалізниця" олив марки ГТ-50, виробництва ТОВ "ЄВРО ОЙЛ ПРОДАКШН", ТОВ "КСМ ПРОТЕК" і ТОВ "НВП "ХІЛЛ КОПРОРЕЙШН-ЮКРЕЙН". Було розглянуто та ухвалено виконання проєктів модернізації вітчизняних електропоїздів серій ЕПЛ2Т, ЕПЛ9Т і дизель-поїзду ДЕЛ02 та імпортних електропоїздів серій ЕР1, ЕР2в/і, ЕР9в/і, ЕД2Т і ЕД9М, дизель-поїздів серій Д1, ДР1А і 630М та рейкового автобусу 620М при проведенні їх планових ремонтів.



*Д-р техн. наук
Ломотко Д. В*



*Д-р техн. наук
Огар О. М.*



*Канд. техн. наук
Козодой Д. С.*



*Аспірант
Ломотко М. Д.*

ПЕРСПЕКТИВИ «ЗЕЛеної» ЛОГІСТИКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНТЕЙНЕРНИХ ТА КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

***Ключові слова:** залізниця, вагон, контейнер, контрейлер, «зелена» логістика, мультимодальне перевезення, вплив на довкілля.*

Вступ і постановка проблеми

Залізниця України – це основний вид транспорту, який є активним учасником в мережі міжнародного сполучення як в доставці пасажирів, так і в перевезенні вантажів. Для залізничного транспорту характерними є переваги – дальність перевезення, зручність відправки масових вантажів у міжнародному та внутрішньому сполученні, можливість широкого застосування сучасних засобів механізації виконання вантажних операцій. Умови конкуренції викликають необхідність

перегляду підходів до виконання логістичних функцій на залізницях в умовах зростання пріоритету захисту навколишнього середовища та підвищення соціальної відповідальності перевізника визначає один із стратегічних напрямків трансформації вітчизняної логістики.

В свою чергу, одним із способів розвитку та покращення технології виконання міжнародних та внутрішніх залізничних перевезень вантажів є використання контейнерних та контрейлерних поїздів. Ця технологія має значний інтерес для вантажовласників, оскільки є поєднанням переваг прямої доставки вантажу «від дверей до дверей» автомобільним транспортом з низькою собівартістю перевезення залізницями на основній частині маршруту та можливістю перевезення експортно-імпортних вантажів водним транспортом. Але рівень негативного впливу на навколишнє середовище у порівнянні із традиційною доставкою вантажу окремими видами транспорту ще не достатньо досліджено.

Актуальність

Контейнерні та контрейлерні перевезення останнім часом є перспективними способами доставки вантажів у багатьох країнах. Розвиток комбінованого та мультимодального транспорту в Україні передбачає створення єдиної системи функціонування транспортної системи, зокрема залізничного, водного та автомобільного транспорту. Як результат, на залізницях України в напрямку міжнародних транспортних коридорів курсують контрейлерні, контейнерні поїзди і маршрутні контейнерні групи вагонів, а також поїзди комбінованого транспорту.

Відповідно до результатів звіту Американської торгівельної палати в Україні (Палати) «Партнерство з метою підвищення конкурентоспроможності економіки України», Україна є транзитною країною і, відповідно, має дуже великий економічний потенціал перевезень. За оцінками аналітиків ємність українського логістичного транспортного ринку досягає 300 млрд. євро, а насправді цей потенціал реалізується тільки на 2...4 %.

Зростання впливу транспорту на навколишнє середовище вимагає від перевізників шукати способи доставки вантажів, які відповідають не тільки традиційним логістич-

ним критеріям (наприклад, «точно в строк»), але й враховують істотний вплив екологічної складової перевезення. За оцінками фахівців [1], на транспорт припадає 8 % усіх викидів двоокису вуглецю на планеті, на складські приміщення – ще 3 %. У зв'язку з цим широке впровадження «зелених» технологій в логістичній діяльності дозволить зробити істотний внесок в збереження клімату на планеті, придатного для життєдіяльності людини. Напрямок «зелена» логістика з'явився на початку 90-х років минулого століття на основі підходу, який має назву «екологічно раціональне проектування». Останній, в свою чергу, відноситься до концепції сталого розвитку економіки. Синонімом терміну «зелена» логістика фахівці називають екологічну логістику [1].

Метою статті є стислий аналіз стану контейнерних і контрейлерних перевезень в Україні, розгляд переваг та недоліків експлуатації різних видів транспорту та їх впливу на довкілля. Це відповідає основному завданню «зеленої» логістики – створенню та розвитку технологій перевезень, що сприяють зниженню негативного впливу транспорту на навколишнє середовище. Досвід показує, що цю мету може бути досягнуто шляхом раціональної інтеграції різних видів транспорту, здійсненні їх взаємодії з мінімальною участю автотранспорту, тобто в задачі організації мультимодальних або інтермодальних перевезень.

Основна частина

Якщо головна функція традиційної логістики – це оптимальне управління та коорди-

нування всіма видами логістичних потоків з метою задоволення потреб клієнтів з мінімальними витратами, то «зелена» логістика приділяє велику увагу зовнішнім витратам, пов'язаним зі змінами клімату, забрудненням повітря, води і ґрунту, впливу шуму, з метою досягнення стійкого балансу між показниками економіки, станом навколишнього середовища та вимогами суспільства. Контейнерні та контрейлерні перевезення у порівнянні із традиційними способами доставки вантажів на теперішній час є найбільш розповсюдженими технологіями, що сприяють розвитку «зеленої» логістики.

У попередніх дослідженнях [7] систематизовано основні інструменти державного регулювання в сфері декарбонізації транспорту і логістики. Вони спрямовані на скорочення викидів парникових газів в атмосферу від транспортних засобів, що підвищує практичну значимість концепції «зеленої» логістики і дозволяє сформувати організаційний механізм реалізації принципів сталого розвитку в логістичній діяльності на транспорті. Залізничний транспорт України на даному етапі перебуває на стадії серйозних випробувань на стійкість зі збереження своїх позицій в загальній транспортній мережі країни. Формуванню умов, що склалися, сприяла конкуренція серед основних видів транспорту, які перевозять вантажі – залізничний, автомобільний та водний. Кожен із зазначених видів транспорту має свої переваги, розвиваючи і зміцнюючи які вони тим самим забезпечують собі стійкість на ринку транспортних послуг (табл. 1).

Табл. 1 – Порівняння переваг залізничного, автомобільного і водного видів транспорту

Переваги видів транспорту:		
залізничний	автомобільний	водний
<ul style="list-style-type: none"> - можливість перевезень масових вантажів та висока провізна здатність залізничних ліній; - низька залежність від кліматичних умов, що забезпечує ритмічність перевезень та регулярність відправлень; - відносно велика вантажопідйомність та місткість рухомого складу; 	<ul style="list-style-type: none"> - можливість доставки вантажів «від дверей до дверей» без додаткових перевантажень на шляху прямування; - найбільша серед усіх видів транспорту маневреність та мобільність; - здатність долати круті підйоми, проходити криві малого радіусу; 	<ul style="list-style-type: none"> - відносно низька собівартість перевезення; - висока провізна здатність, велика вантажопідйомність; - мінімум ризиків несвоєчасного відправлення, а також висока регулярність відплиття суден; - низькі капіталовкладення на розвиток морської транспортної інфраструктури;

<ul style="list-style-type: none"> - відносно невисока вартість транспортування; - відносно високий рівень схоронності вантажу; - широке використання електротяги, що сприяє покращенню екологічних показників. 	<ul style="list-style-type: none"> - висока автономність руху транспортного засобу; - найбільш висока швидкість доставки серед наземних видів транспорту; - широке використання електромобілів із низьким рівнем викидів у довкілля. 	<ul style="list-style-type: none"> - універсальність морського транспорту; - можливість організації та виконання масових міжконтинентальних та міжнародних перевезень; - застосування відносно більш біологічно чистих видів палива.
--	---	---

Аналізуючи наведені переваги трьох видів транспорту можна відзначити, що жоден з них не є універсальним. Кожен вид транспорту тільки за певних характеристик його відправки є рентабельним та екологічним. Для залізничного і водного транспорту рентабельними є масові відправки вантажів на далекі відстані. Автомобільний транспорт вигідно використовувати для перевезення невеликих партій вантажу на відносно невеликій відстані, але його екологічні показники викликають певні питання.

У монографії Дьоміна Ю. В. [3] зазначено, що контрейлерні перевезення є поєднанням переваг прямої доставки вантажу «від дверей до дверей» автомобільним транспортом з низькою собівартістю перевезення залізницями на основній частині маршруту. При цьому додаткові втрати, пов'язані з низьким рівнем комерційного завантаження вантажного поїзда при перевезенні транспортних одиниць, компенсуються швидкістю і простотою виконання вантажних операцій, а також скороченням негативного впливу системи доставки на довкілля.

До основних заходів, які дозволять розвивати і зміцнювати контейнерні та контрейлерні перевезення в Україні, можна віднести:

- прийняття законодавчих актів про мультимодальні перевезення та комбінований транспорт, що стане передумовою створення вітчизняної нормативної бази, гармонізованої з нормативною базою ЄС та інших країн-партнерів;
- подальший розвиток мережі логістичних центрів (зокрема на базі УДЦТС «Ліски») в частині поповнення та оновлення спеціалізованого рухомого складу з поліпшеними швидкісними характеристиками, які за-

безпечують маршрутну швидкість 1000 і більше кілометрів за добу;

- введення спеціальних екологічних тарифів та фінансово-економічна підтримка з боку держави;
- розмежування вантажного та пасажирського руху на особливо завантажених залізничних напрямках;
- сезонне застосування мультимодальних технологій доставки на напрямках зі складними дорожніми умовами або в умовах залізничних станцій з невеликими обсягами роботи;
- створення міжнародної групи (Комісії) провідних фахівців і вчених для координації робіт зі створення нової техніки і «зелених» технологій для комбінованих перевезень.

Одним із способів розвитку та покращення технології виконання міжнародних перевезень вантажів є використання контрейлерних поїздів. Контрейлерні перевезення є видом комбінованих перевезень, в яких як вантажні одиниці використовуються автопоїзди (тягачі з напівпричепами, автомобілі з причепами), напівпричепа, знімні кузови (рис. 1).

Наразі територією України курсує 11 контейнерних та контрейлерних поїздів, стисла характеристика маршрутів деяких з них наведена на рисунку 2 (дані АТ «Укрзалізниця»). Перевезення контейнерів у складі контейнерних поїздів становлять близько 40 % від загального обсягу перевезених контейнерів по території країни.

Застосування контрейлерних перевезень вимагає уніфікації техніки і технологій. Однак, при здійсненні одноразових вкладень з'являється можливість одночасної обробки на логістичних терміналах та перевезення на

поїздах всіх типів інтермодальних одиниць – контейнерів, змінних кузовів та інших транспортних одиниць [2] з мінімальним часом на

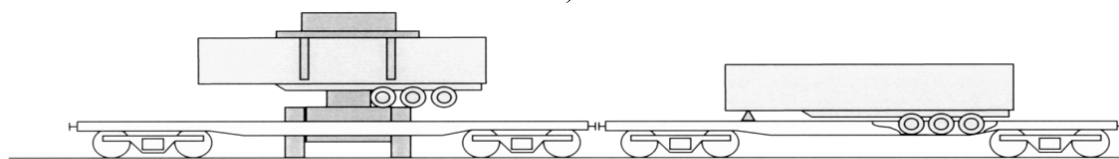
виконання вантажних операцій, що також позитивно впливає на можливе забруднення довкілля.



а)



б)



в)



г)

Рис. 1 – Існуючі технології формування контрейлерних поїздів:

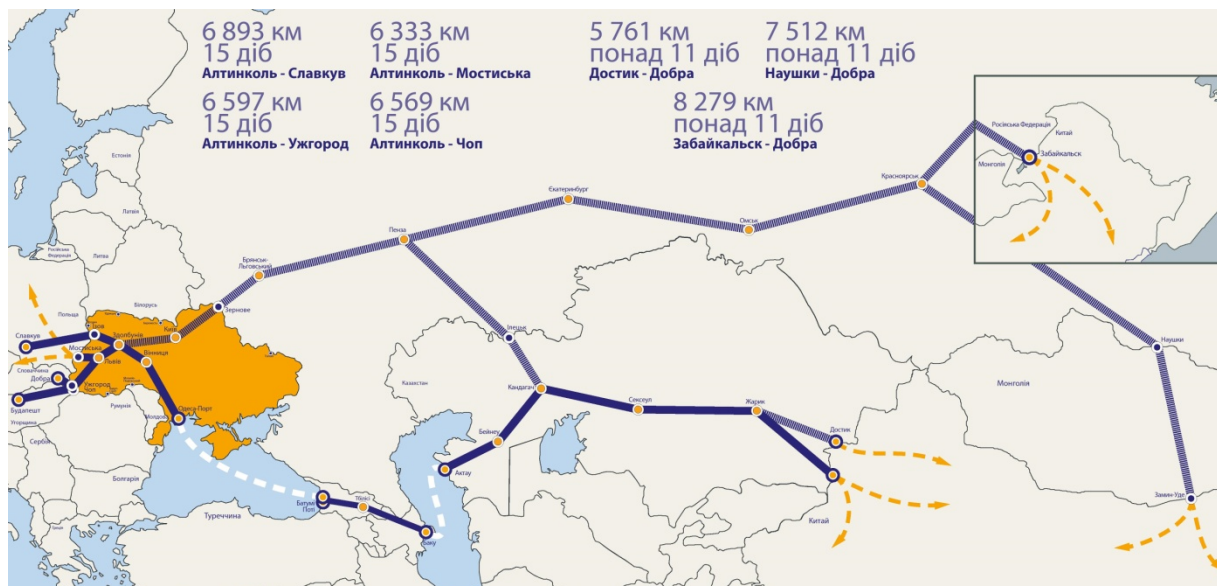
а – платформи для перевезення контейнерів; б – «шосе, що котиться»; в – платформи із спеціальним «карманами»; г – роудрейлерний поїзд



а)



б)



в)



г)



д)

Рис. 2 – Стисла характеристика деяких маршрутів вітчизняних мультимодальних поїздів:
а – «Вікінг»; б – «ZUBR»; в – Країни ЄС – Китай; г – «Хрещатик»; д – Одеса – Харків

Для оцінки екологічного впливу на довкілля розглянемо схему організації звичайного (унімодального) та мультимодального перевезення вантажу, наведену на рисунку 3. При унімодальному перевезенні вважається, що всю маршрутну відстань прямування $L_{\text{пр}}$ реалізовано одним видом транспорту. При мультимодальному перевезенні маршрутна відстань складається з початкової ділянки за участю автотранспорту L_{a1} , основного перевезення $L_{3(M)}$ залізницею (водним транспортом) та кінцевої ділянки доставки автотранспортом L_{a2} . На терміналах реалізовано взаємодію видів транспорту, здійснюється перевантаження вантажної одиниці (контейнера)

та виконується маневрова робота тривалістю $T_{\text{терм}}$ (у подальшому прийнято припущення 1 год на кожному терміналі, на шляху прямування поїзду допускаються додаткові переробки на технічних станціях через кожні 800 км).

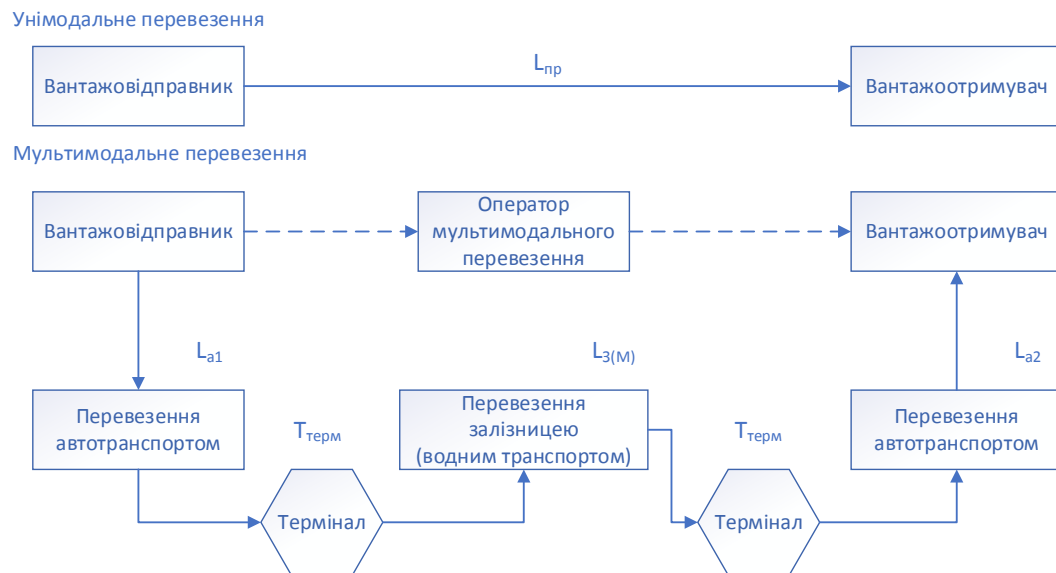


Рис. 3 – Загальна схема організації унімодального та мультимодального перевезення вантажів

Гнучкість та адаптивність системи доставки вантажу реалізовано за рахунок швидкого переміщення достовірної інформації при використанні електронного обігу документів (EDI – Electronic data interchange). Це дозволяє у пунктах взаємодії видів транспорту зменшити час простою, кількість маневрових та вантажних операцій, які не тільки можуть збільшити собівартість доставки, але й погіршити показники рівня шкідливих викидів до атмосфери. Основними принципами EDI є виключення багаторазового внесення даних, прискорення і збільшення точності логістичної інформації шляхом автоматизації введення даних, використання сучасних інтелектуальних систем та когнітивних технологій обробки інформаційних потоків [10]. Практичні рішення у сфері покращення якості логістичного обслуговування проявляються у забезпеченні прискорення реалізації замовлення та скороченні термінів доставки, використанні концепцій cross-docking, системи just-in-time, системи швидкої реакції (QR), застосуванні штрих кодів та RFID-міток, стратегії визначення точного місцезнаходження вантажу на основі GPS [8, 9].

Таким чином, в мультимодальних перевезеннях поєднуються наступні переваги контейнерних перевезень та автомобільного і залізничного видів транспорту:

- поєднання переваг двох домінуючих видів транспорту – маневреності, оперативності та швидкості автомобільного транспорту і великої продуктивності та безпеки залізничного, зниження ймовірності ДТП;
- підвищення рівня екологічності та зниження забруднення навколишнього середовища;
- можливість використання технології енергооптимальних ниток графіку руху при організації відправлення поїздів, що зменшує кількість шкідливих викидів у довкілля;
- зменшення витрат автомобільного палива та пробігу транспортного засобу (економія ресурсів);
- збереження автомобільних доріг та зменшення шкідливих відходів, що утворюються при їх експлуатації та ремонті;
- скорочення кількості автомобільного рухомого складу завантаженого понад норму;
- скорочення часу простою автопоїздів на прикордонних автомобільних переходах, і, як наслідок, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище;
- консолідація вантажних партій в каналах руху товару за рахунок синергії різних екологічних видів транспорту.

В рамках мультимодальної «зеленої» логістики авторами проведено аналіз наявних і

перспективних логістичних каналів збуту на предмет їх впливу на навколишнє середовище, а також в частині організації руху «зворотного» матеріального потоку. В частині розподілу матеріального ресурсу слід передбачати наступні напрямки діяльності: застосування екологічно допустимих пакувальних матеріалів, створення системи повернення пакувальних матеріалів, утилізацію упаковки та товарів, непридатних для використання за призначенням.

Серед міжнародних компаній, що успішно реалізують концепцію «зеленої» логістики, можна виділити наступні [2, 7]:

- Deutsche Bahn Schenker Rail (Німеччина) – реалізує проект Eco Plus і отримує електричне живлення для своїх електровозів з поновлюваних джерел енергії;
- Green Cargo Road & Logistics AB (Швеція) – застосовує енергозберігаючі локомотиви;
- DHL (Німеччина) – впровадила сервіс GoGreen і веде облік викидів CO₂ локомотивами при транспортуванні всіх вантажів;
- UPS Air Cargo (оператор експрес-доставки, США) – використовує машини виключно з гібридним двигуном;
- Toyota (Японія) – широко використовує вітряні турбіни та сонячні панелі для вироблення електроенергії;
- K-Line (судноплавна компанія, Японія) – розробила інноваційну комп'ютерну систему оптимізації роботи двигунів суден на основі моніторингу погодних та гідрографічних умов, що призводить до зменшення шкідливих викидів в атмосферу на 1 %.

Підприємства залізничного транспорту є об'єктами, які чинять негативний вплив на людей у вигляді фізично небезпечних та шкідливих факторів. Крім того, діяльність транспорту під впливом небезпечних та шкідливих хімічних факторів призводить до забруднення навколишнього середовища і збільшення витрат на його відновлення.

В загальному вигляді значення екологічного критерію розраховується як величина фінансової шкоди від негативного впливу транспортного засобу на навколишнє середовище

$$B = B_a + B_e + B_z + B_{нт} + B_{фа} + B_{фл}, \quad (1)$$

де B_a – шкода від забруднення атмосфери, млн. грн;

B_e – шкода від забруднення водних ресурсів, млн. грн;

B_z – шкода від забруднення та деградації земель, млн. грн;

$B_{нт}$ – шкода від розповсюдження шкідливих речовин на навколишній території, млн. грн;

$B_{фа}$ – шкода для фауни, млн. грн;

$B_{фл}$ – шкода для флори, млн. грн.

Якщо розглядати діяльність кожного виду транспорту окремо, то кожен з них несе негативний вплив на навколишнє середовище.

Багаторічні дослідження провідних науковців світу, результати яких були оприлюднені Міжурядовою комісією з питань зміни клімату у своїй доповіді у 2018 році (рис. 4) [4], показали, що у період з 1970 по 2010 роки шкідливі викиди таких видів транспорту, як автомобільний, міжнародна та внутрішня авіація, міжнародне і прибережне судноплавство, демонструють стійку тенденцію до зростання. Винятком є залізничний транспорт, який за рахунок значної частки використання електротяги, постійно скорочує свої шкідливі викиди.

Також слід зазначити, що на долю автомобільного транспорту припадає 72 % всіх транспортних викидів. Тому, очевидно, що при поєднанні різних видів транспорту в контейнерній схемі доставки вантажів, шкода від впливу забруднюючих речовин, що містяться у відпрацьованих газах та речовинах технічно справного тягового засобу, буде мінімізована. Зокрема, показники викидів CO₂ для залізничного транспорту найнижчі в порівнянні з автодорожнім і водним: згідно з проведеними оцінками для перевезення 1000 т вантажів залізницею потрібно в три рази менше енергії, ніж для їх перевезення автотранспортом. Приблизний рівень питомих викидів відпрацьованих газів наведено в таблиці 2 [5].

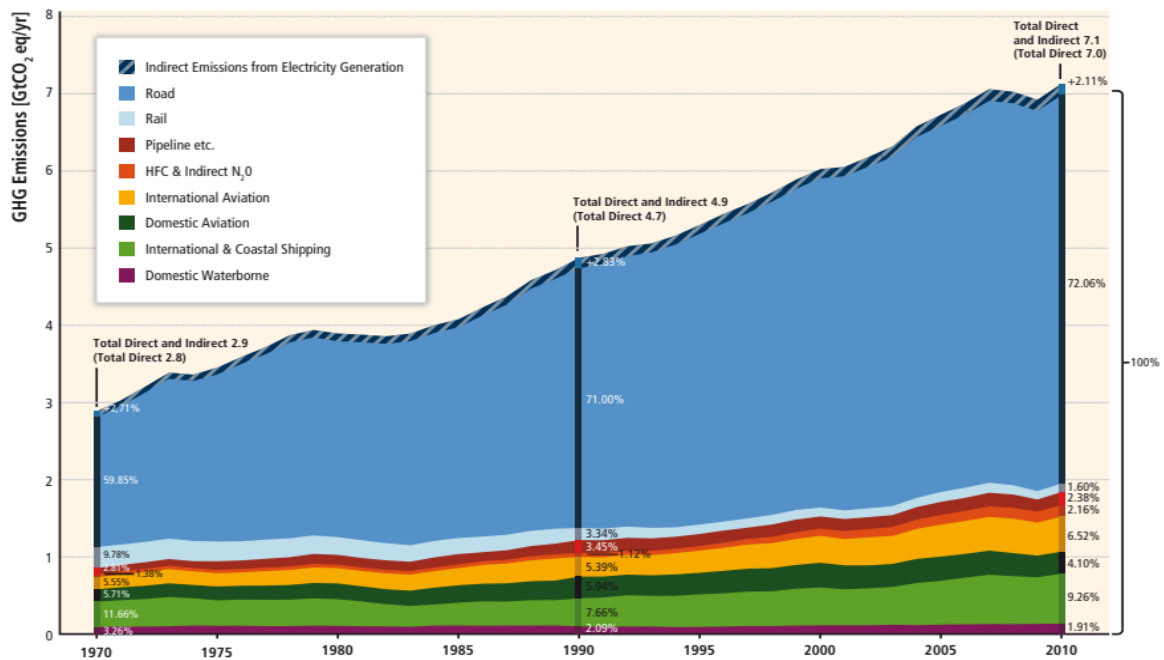


Рис. 4 – Тенденції збільшення шкідливих викидів за видами транспорту [4]

Табл. 2 – Питомі шкідливі викиди з відпрацьованими газами різними видами транспорту[5]

Вид транспорту	Питомі шкідливі викиди з відпрацьованими газами, кг/год						
	оксид вуглецю (CO)	оксиди азоту (NO _x)	вуглеводні (CH)	сажа (C)	оксиди сірки (SO _x)	свинець (Pb)	бенз(а)пірен
Вантажний автомобіль з двигуном внутрішнього згоряння	1,104	0,0120	0,1776	-	0,00168	0,00045	0,26 10 ⁻⁶
Вантажний автомобіль з дизелем	0,171	0,0486	0,0180	0,0042	0,0045	-	0,38 10 ⁻⁶
Маневровий тепловоз	6,410	12,400	3,540	0,380	1,870	-	0,80 10 ⁻⁶
Морське судно	4,812	15,390	3,849	0,962	0,962	-	0,80 10 ⁻⁶

З урахуванням даних таблиці 2 та шляхом узагальнення даних, наведених у роботах [6, 7], зроблено оцінку енергетичних витрат та шкідливих викидів у довкілля при перевезенні контейнерів різними видами транспорту:

- середні питомі витрати електроенергії електровозом – 0,6040...0,6552 кВт·год/TEU·км;
- середні питомі витрати електроенергії на залізничну електротягу з урахуванням втрат у системі електропостачання – 0,6647...0,7208 кВт·год/TEU·км;
- середні питомі викиди шкідливих речовин на залізничній електротязі – CO =

0,0033...0,0038 г/TEU·км, NO_x = 0,8170...0,8174 г/TEU·км, SO_x = 0,8696...0,8763 г/TEU·км (при змішаному режимі генерації електроенергії електростанціями мазут/вугілля);

- середні питомі викиди шкідливих речовин при виконанні маневрової роботи – CO = 320,50 г/TEU·год, NO_x = 620,1 г/TEU·год, SO_x = 93,50 г/TEU·год (тепловоз ЧМЕ-3 в режимі роботи двигуна N_e = 75% від повної потужності і складі маневрового составу 10 вагонів);

- середні питомі викиди шкідливих речовин при перевезенні контейнерів морським транспортом (на прикладі контейнеровозу

типу Emma Maersk з 14-циліндровим дизельним двигуном потужністю 80800 кВт) – $CO = 8,1955... 13,3927$ г/TEU·км, $NO_x = 2,5625... 4,1875$ г/TEU·км, $SO_x = 1,8750... 3,0562$ г/TEU·км (питомі витрати палива експертно прийняті 205 г/кВт·год.);

- середні питомі викиди шкідливих речовин вантажного автомобіля – $CO = 13,194$ г/TEU·км, $NO_x = 3,750$ г/TEU·км, $SO_x = 3,200$ г/TEU·км (6-циліндровий дизельний двигун, середня швидкість руху 60 км/год, повне завантаження контейнера).

Таким чином доведено, що залізничний транспорт є найбільш екологічним з точки зору викидів CO , NO_x , SO_x до атмосфери. На рисунку 5 наведено порівняння питомого за-

бруднюючого впливу на довкілля при перевезенні 20-футового контейнера (TEU) різними видами транспорту.

З метою порівняння кількісної оцінки шкідливих викидів у довкілля при перевезенні контейнерів різними способами та видами транспорту за маршрутами доставки вітчизняними контейнерними поїздами та аналогічними унімодальними маршрутами на основі наведеної схеми (рис. 3) побудовано таблицю 3, в якій враховано, що відстань прямування за маршрутом різними видами транспорту залежить від топології відповідних шляхів сполучення.

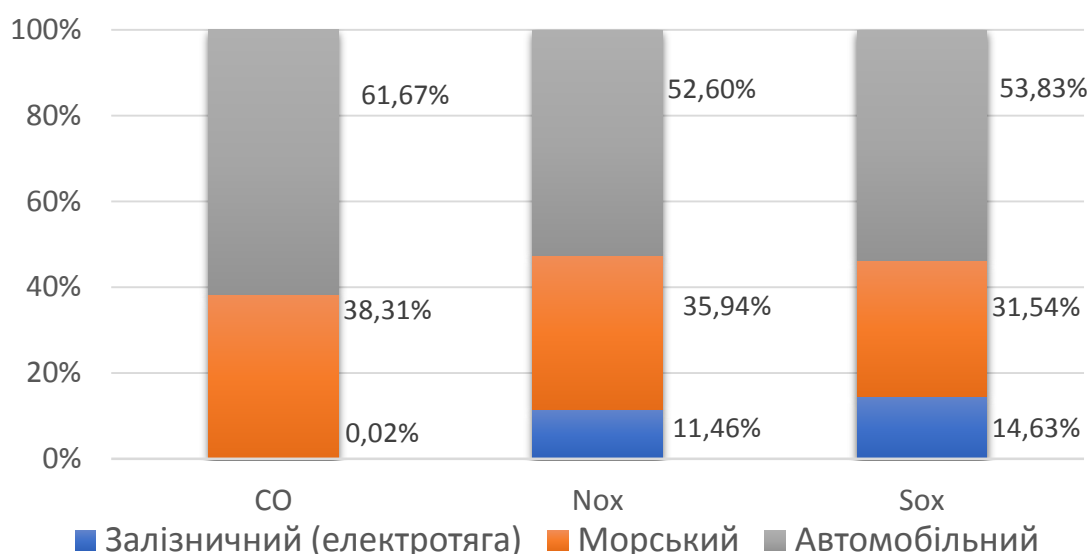


Рис. 5 – Порівняння питомого забруднюючого впливу на довкілля при перевезенні 20-футового контейнера (TEU) різними видами транспорту

Табл. 3 – Оцінка кількості шкідливих викидів у довкілля при перевезенні контейнерів різними способами та видами транспорту, г/TEU

Мультимодальний маршрут прямування, відстань та розрахункова тривалість поїзду на шляху прямування	Викиди мультимодальним маршрутом поїздом (додаткові початкові/кінцеві викиди та на маневрових операціях)	Загальні викиди мультимодальним маршрутом поїздом	Викиди унімодальним транспортом (автомобільним, водний)
Поїзд «Вікінг», комбінованого транспорту, Литва – Білорусь – Україна – Болгарія – Молдова / Румунія / Грузія – Азербайджан, $L_3 = 1766$ км, $t_{пр} = 59$ год.	CO 5,83 NO_x 1 442,82 SO_x 1 535,71 (CO 2 865,28 NO_x 2 930,40 SO_x 758,00)	CO 2 871,11 NO_x 4 373,22 SO_x 2 293,71	$L_{пр} = 1486$ км CO 19 606,28 NO_x 5 572,5 SO_x 4 755,2

Поїзд «ZUBR», контейнерний, Естонія – Латвія – Білорусь – Україна $L_3 = 2162$ км, $t_{пр}=84$ год.	CO 7,13 NO _x 1 766,35 SO _x 1 880,08 (CO 3 185,78 NO _x 3 550,50 SO _x 851,50)	CO 3 192,91 NO _x 5 316,85 SO _x 2 731,58	$L_{пр} = 1782$ км CO 23 511,71 NO _x 6 682,50 SO _x 5 702,40
Поїзд «Країни ЄС – Китай», контейнерний, Алтинколь – Мостиська $L_3 = 6333$ км, $t_{пр} = 360$ год. (15 діб)	CO 20,8989 NO _x 5 174,061 SO _x 5 507,1768 (CO 6 070,28 NO _x 9 131,40 SO _x 1 693,00)	CO 6 091,18 NO _x 14 305,46 SO _x 7 200,17	$L_{пр} = 5244$ км CO 69 189,34 NO _x 19 665,00 SO _x 16 780,80 (морським CO 196 692,00 NO _x 61 500,00 SO _x 45 000)
Поїзд «Хрещатик», контейнерний, Одеса-Порт (експ.) – Київ-Ліски $L_3 = 697$ км, $t_{пр}=24$ год.	CO 2,3001 NO _x 569,449 SO _x 606,1112 (CO 2 224,28 NO _x 1 690,20 SO _x 571,00)	CO 2 226,58 NO _x 2 259,65 SO _x 1 177,11	$L_{пр} = 475$ км CO 6 267,15 NO _x 1 781,25 SO _x 1 520
Поїзд «Одеса – Харків», контейнерний, Одеса-Порт (експ.) – Харків-Ліски $L_3 = 761$ км, $t_{пр}=23$ год.	CO 2,5113 NO _x 621,737 SO _x 661,7656 (CO 2 224,28 NO _x 1 690,20 SO _x 571,00)	2226,79 2311,94 1232,77	$L_{пр} = 674$ 8892,76 2527,5 2156,8

На рисунку 6 наведено порівняння оцінки шкідливих викидів у довкілля при перевезенні контейнерів за основними маршрутами, що порівнюються. Аналіз довів, що найбільш екологічною є мультимодальна технологія перевезень контейнерів, але по викидах NO_x при перевезеннях на відносно невеликі відстані (до 500 км) більш екологічним умовно можна вважати перевезення автотранспортом, за нормальних погодних умов. Якщо врахувати вплив погіршення природних умов (снігопад, ожеледь, низькі температури, сильні дощі), то навіть на таких невеликих відстанях автотранспорт за екологічними показниками програє залізничному.

Крім зазначених факторів, також ще необхідно враховувати шкідливий вплив експлуатації великовагових автомобілів на стан доріг, рівень шумового забруднення довкілля, критерії безпеки людей при застосуванні різних технологій, де рівень безпеки оцінюється

за допомогою коефіцієнту частоти нещасних випадків та коефіцієнту важкості праці. Враховуючи мінімізацію руху автомобільного транспорту при виконанні контрейлерних перевезень, ймовірність наїзду та травмування людини також зменшується.

Врахування впливу зазначених вище факторів на можливість використання контрейлерних перевезень є багатокритеріальною задачею, тому у перспективі її необхідно формалізувати з метою наукового обґрунтування раціонального часу необхідного на підготовку контрейлерного поїзда в рейс та ймовірності безвідмовного його прийому або пропуску транспортною системою, необхідних засобів для захисту цих поїздів від фізичних небезпечних та шкідливих факторів, підвищення рівня їх безпеки, технічних можливостей та переробної спроможності місць розташування контрейлерних терміналів.

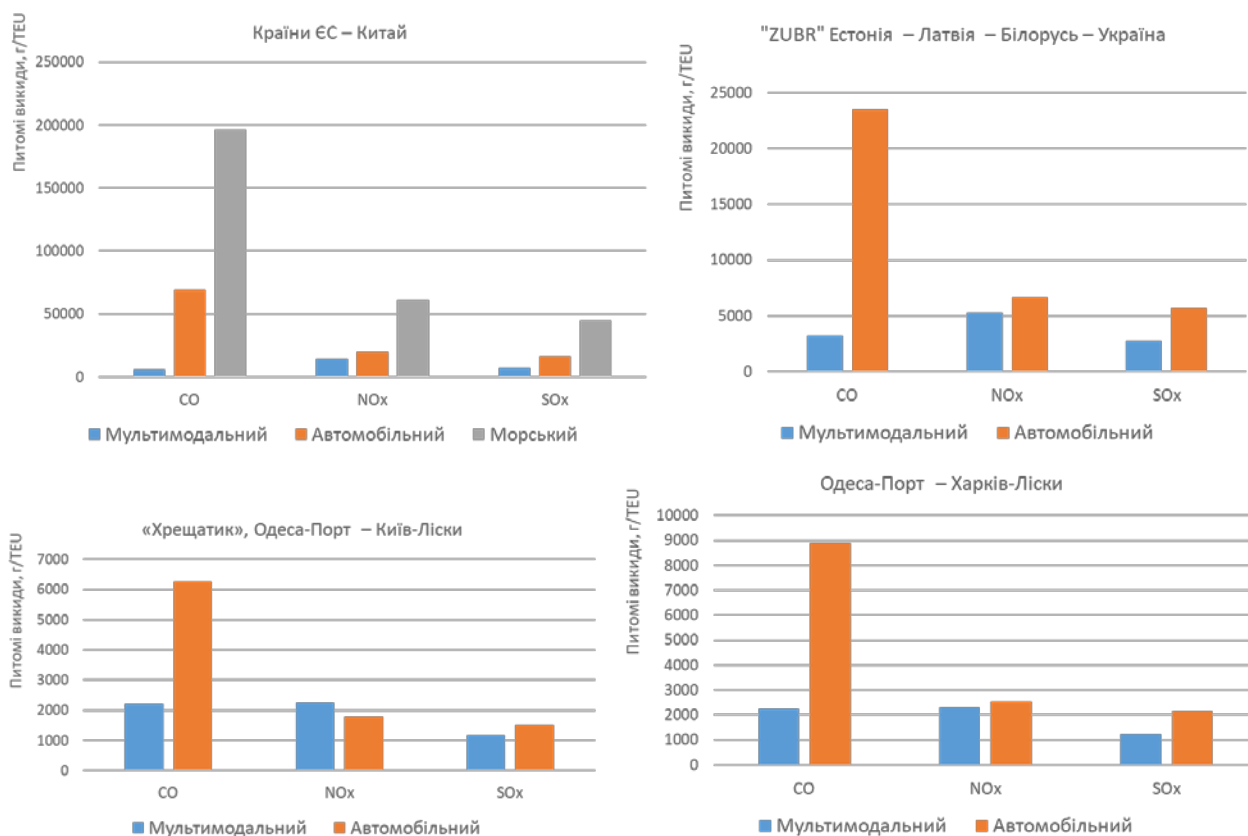


Рис. 6 – Порівняння питомого забруднюючого впливу на довкілля при перевезенні різними видами транспорту 20-футового контейнера (TEU) за основними маршрутами

Висновки

Впровадження «зелених» логістичних технологій в цілому при використанні контейнерних та контрейлерних перевезень дозволяє виділити наступні перспективні напрямки діяльності:

- розвиток транспортної системи, в т.ч. транспортних розв'язок, будівництво нових доріг, оптимізація маршрутів транспортування вантажів, з метою скорочення викидів шкідливих газів;
- скорочення частки унімодальних автомобільних перевезень, заміщення їх мультимодальними перевезеннями за участю залізничного, морського і річкового видів транспорту, що дозволить підвищити екологічність перевезень більшої кількості вантажу – це скорочує кількість рейсів при перевезенні та зменшує шкідливий вплив на довкілля;
- мінімізація витрат теплової енергії на забезпечення зберігання та виконання вантажно-розвантажувальних робіт із вантажами;
- інвестування в розвиток і будівництво нових логістичних і мультимодальних центрів, які дозволять здійснювати більш ефективні вантажні перевезення в цілому по країні;

- впровадження спеціалізованих технологій на складах з метою забезпечення раціональної організації складської логістики і, як наслідок, скорочення складських територій та енергоспоживання;

- зменшення паперового документообігу та інформування споживачів про екологічне спрямування діяльності перевізника та мультимодального оператора;

- створення, розвиток і стимулювання переробки транспортних відходів, зниження тарифів на утилізацію залишків тари та упаковки, розвиток контейнерних перевезень, які передбачають мінімізацію упаковки.

Перспективу «зеленої» логістики на сьогоднішній день слід ув'язувати із вимогами стандарту ISO 14001 (ДСТУ ISO 14001) «Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування» [11]. Цей стандарт є визнаним у всьому світі, як інструмент зі створення ефективної системи екологічного менеджменту. При правильному впровадженні положень стандарту ISO 14001 на всю структуру організації мультимодальних перевезень можливо досягнення відразу обох означених цілей перевезення: створення умов щодо зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище за умови

максимального збереження фінансових ресурсів.

Література

1. Palanivelu P., Dhawan M. Green Logistics. White Paper Tata Consulting Systems // TCS. – Available at: https://www.academia.edu/28094615/Green_Logistics_Whitepaper

2. Ломотько Д. В. Аналіз перспективних напрямків використання контейнерних та контрейлерних перевезень в Україні / Д. В. Ломотько, А. Л. Обухова, І. В. Сеніва // Залізничний транспорт України. – 2015. – № 5. – С. 65-71.

3. Дьомін Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення): монографія / Ю. В. Дьомін; Київ. ін-т заліз. трансп. – Київ: Юнікон-Прес, 2001. – 341 с.

4. Transport / R. Sims, R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, M.J. Figueroa Meza, L. Fulton, S. Kobayashi, O. Lah, A. McKinnon, P. Newman, M. Ouyang, J.J. Schauer, D. Sperling, G. Tiwari // Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, J.C. Minx]. – Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014. – P. 599-670. Available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf.

5. Марков В. А. Токсичность отработавших газов дизелей / В. А. Марков, Р. М. Баширов, И. И. Габитов. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 376 с.

6. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: монография / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин, А. П. Фалендыш. – Луганск: Ноулидж, 2011. – 174 с.

7. Коссов В. С. Сравнительный анализ загрязнения атмосферы морским и железнодорожным транспортом при товарообмене между Восточной Азией и Европой / В. С. Коссов, А. Л. Редин, А. А. Оленцов // Вестник ВНИКТИ. – 2017. – № 100. – С. 108–115.

8. Кизим А. Современные тренды «зеленой» логистики в условиях глобализации / А. Кизим, Дж. Кабертай // Логистика. – 2013. – № 1. – С. 46-49.

9. Ломотько Д. В. Формування нечіткої системи підтримки прийняття рішення щодо придатності у комерційному відношенні рухомого складу при його розподілі / Д. В. Ломотько, А. О. Ковальов, О. В. Ковальова // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Т. 6, № 3 (78). – С. 11-17. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.54496.

10. Карвовський Я. Логістика в управлінні стосунками з клієнтами / Я. Карвовський, К. Блонський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Логістика. – 2006. – № 552. – С. 35–39.

11. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT): ДСТУ ISO 14001:2015. – [Чинний від 01.07.2016]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 30 с. – (Нац. стандарт України).

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ломотько Денис Вікторович,

д. т. н., професор, завідувач кафедри «Транспортні системи та логістика» Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДАЗТ).
Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 19 55; +38 099 761 00 90.
E-mail: den@kart.edu.ua.
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7624-2925>.

Огар Олександр Миколайович,

д. т. н., професор, завідувач кафедри «Залізничні станції та вузли» УкрДАЗТ.
Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 10 42.
E-mail: ZSV2020@kart.edu.ua.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1967-5828>.

Козодой Дмитро Сергійович,

к. т. н., доцент кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» УкрДАЗТ.
Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 10 56.
E-mail: Dmitry_1980@ukr.net.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3615-1815>.

Ломотько Микола Денисович,

Аспірант кафедри «Залізничні станції та вузли» УкрДАЗТ.
Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.
Тел.: +38 057 730 10 42.
E-mail: ZSV2020@kart.edu.ua.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0294-2686>.

УДК 338.1:656.615

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-23-29

Канд. экон. наук Зинченко С. Г.

Канд. техн. наук Хлестова О. А.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В МАРИУПОЛЬСКОМ МОРСКОМ ПОРТУ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Ключевые слова: железнодорожный подвижной состав, дерегуляция, морской порт, грузопотоки, эффективность.

Введение

В морском порту используются разные виды грузовых вагонов и локомотивов как магистрального, так и промышленного железнодорожного транспорта, в том числе и подвижной состав для перевозки определённого множества разнообразных грузов. Предприятия получают или отправляют через морские порты сырьё, оборудование и другую продукцию. Морские порты входят в транспортные системы, которые обслуживают регионы Украины в зависимости от особенностей их функционирования, развития и географического положения, в том числе Восточно-Украинский аграрно-промышленный регион.

Транспортное обслуживание в данном регионе осуществляется как экспортно-импортных, транзитных, так и в современных условиях функционирования Мариуполя и его морского порта – каботажных грузов.

Необходимость применения железнодорожного подвижного состава возникает и при перевозках агропромышленных грузов (зерно-масличные), негабаритных, тяжеловесных и других).

Анализ последних исследований и публикаций

Для выявления особенностей проблемы дерегуляции, т.е. нестабильности перевозки грузов в Мариупольском морском порту железнодорожным транспортом в зимний период года авторами исследованы аналитические материалы фактических объемов грузопереработки в различных портах по данным

Администрации морских портов Украины [1].

Проблемой работы железнодорожного подвижного состава при изменении температурных параметров как самого груза, так и окружающей среды в условиях дерегуляции грузопотоков занимались разные исследователи: Берестовой А. М. [2], Болвановская Т. В., Боричева С. В., Германюк Ю. М. [3]. Математическое моделирование работы сложных транспортно-технологических систем описал Постан М. Я. [4]. Исследование эффектометрики транспортных объектов морского порта выполнено и в других работах [5, 6].

Цель и задача исследования

Основная цель данной работы – выявить резервы повышения эффективности работы железнодорожного подвижного состава в условиях дерегуляции грузопотоков в зимний период, в том числе с учётом наблюдаемых в Азовском море зимних природных явлений, путем исследования дерегуляционных тенденций.

Совершенствование работы подвижного состава железнодорожного транспорта в зимних условиях и повышение его обусловленной эффективности с использованием методов эффектометрики при дерегуляции объёмов перевозок грузов является актуальной задачей для обеспечения стабильной работы транспортно-технологических систем морских портов.

Методом исследований при раскрытии поставленной цели были статистический анализ и имитационное моделирование для построения прогнозных трендов влияния различных факторов на работу железнодорожного подвижного состава в Мариупольском морском порту Восточно-Украинского региона.

Основная часть исследования

Морские порты оказывают существенное влияние на развитие в прилегающих регионах отраслей промышленно-аграрного производства. При этом учитываются особенности специализации и условий транспортировки перевозимых грузов, что требует применения разнообразного железнодорожного подвижного состава и значительно расширяет номенклатуру транспортных средств, передвигающихся по территории порта [7].

К особенным грузам, которые встречаются в Мариупольском морском порту, относится длинномерный резервуар, установленный на трёх железнодорожных платформах с использованием спецкреплений (рис. 1), ко-

торый требует к себе повышенного внимания, особенно при прохождении кривых.



Рис. 1 – Перемещение длинномерного груза в порт железнодорожным транспортом

Технологии операций погрузки и выгрузки грузов на железнодорожный подвижной состав зависят от вида груза, его габарита и объемов перевозок. В Мариупольском порту существует несколько грузовых районов, которые имеют железнодорожные подходы – портовые перегрузочные комплексы (ППК), через которые перегружаются все виды грузов для прилегающего промышленно-аграрного региона. Особенностью морских портов Азовского моря является то, что они работают в условиях дерегуляции грузопотоков вследствие меняющихся температурных и климатических условий.

Основные грузопотоки (более 70 %) в Мариупольском порту обеспечивает железнодорожный транспорт, показатели работы которого зависят от ритмичности работы морского транспорта, особенно в зимних, специфических для Азовского моря ледовых условиях. В зимнее время года возникают дополнительные затраты производственных ресурсов на работы по погрузке-выгрузке железнодо-

рожных вагонов: очистка от снега железнодорожных путей и складской территории, кайловка замёрзшего груза и другие сезонные работы.

Схематическая классификация грузов, транспортируемых через Мариупольский морской порт, представлена на рисунке 2.

Нестабильность работы основного морского порта региона Восточной Украины обусловлена непостоянностью грузопотоков по объемам и направлениям, наличием встречных грузопотоков.

Металлургические комбинаты города Мариуполя создают с портом устойчивые логистические связи, от продуктивности которых зависит стабильная работа инфраструктуры порта. Схема направлений грузопотоков железнодорожного и других видов подвижного состава через Мариупольский морской порт представлена на рисунке 3.

На ритмичность перевозок железнодорожного подвижного состава в регионе Восточной Украины влияет ритмичность под-

хода судов, которая зависит от возникающих в зимний период в мелководном Азовском море специфических зимних природных явлений таких, например, как процесс замерзания льда со дна моря, вызывающий образование шуги, а также – возникновение «ледовой реки». Это явление, о котором имеется мало сведений в мировой океанографической литературе. Из-за розы ветров данного региона «Ледовая река» появляется в акватории Таганрогского залива Азовского моря на пути следования судов и сбрасывает их на бровку канала. В море возникают открытые течения воды со льдом, шириной до 100 метров, со скоростью, соизмеримой с движением судна.

Данное явление как внезапно появляется, так и внезапно исчезает [8], затрудняя движение судов на подходах к портам Азовского моря. Поэтому в зимний период года железнодорожный подвижной состав вынужден дополнительно простаивать в ожидании судов, которые проводит в порт единственный в Украине ледокол, формируя их в караваны.

Изменение объемов переработки грузов железнодорожным транспортом в Мариупольском порту подекадно и по месяцам в сезоны 2017-2020 годов представлено данными в таблице 1, которые позволяют оценить дерегуляцию работы порта в зимний период года.

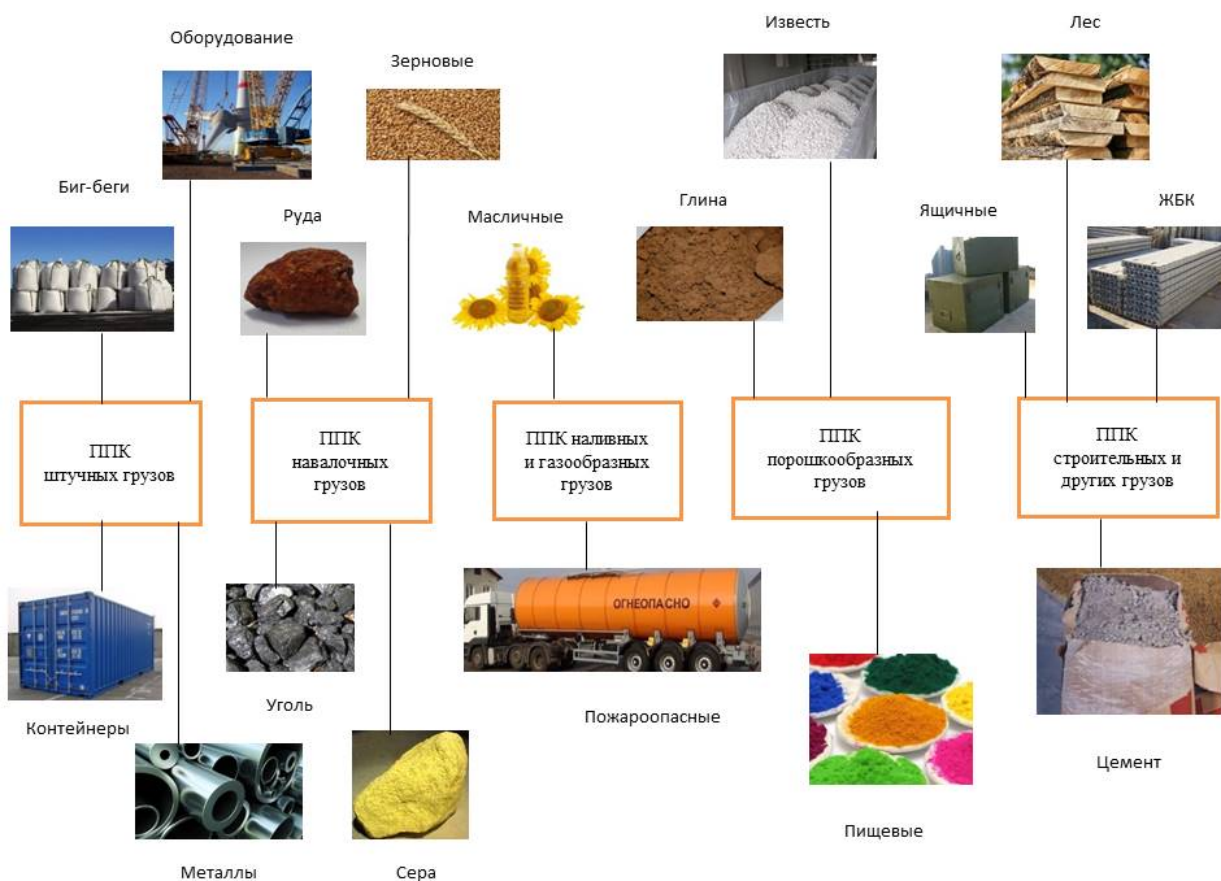


Рис. 2 – Распределение между портовыми перегрузочными комплексами грузов, транспортируемых через Мариупольский морской порт

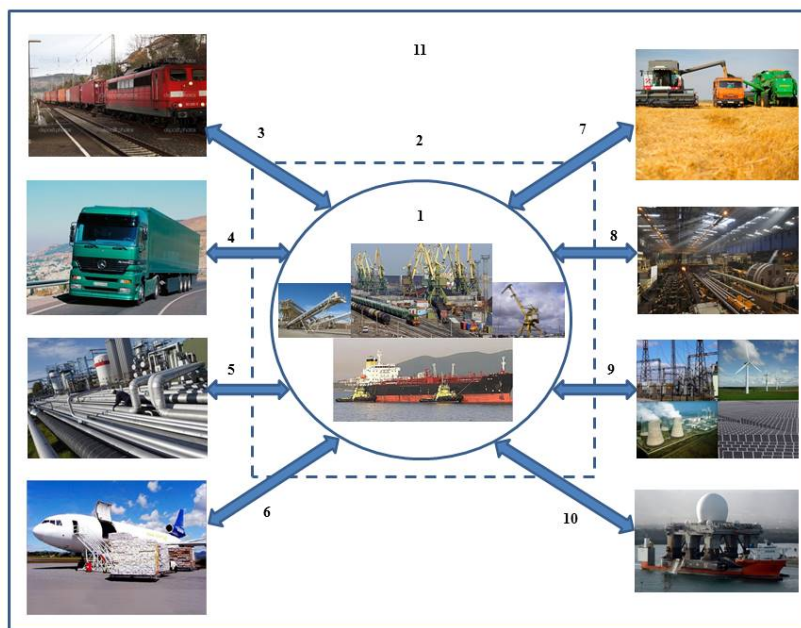


Рис. 3 – Схема формирования грузопотоков железнодорожного и других видов транспорта через Мариупольский морской порт, где:

1 – транспортно-технологическая система морского порта; 2 – логистико-распределительный центр порта; 3 – железнодорожный транспорт; 4 – автотранспорт; 5 – трубопроводный транспорт; 6 – авиационный транспорт; 7 – грузы аграрных предприятий; 8 – грузы промышленных предприятий (металлургия, машиностроение и др.); 9 – грузы энергетических предприятий; 10 – наливные грузы специализированных комплексов перевалки; 11 – общий региональный кластер Восточной Украины

Табл.1 – Изменение объёмов (тыс. т) переработки грузов железнодорожным транспортом в Мариупольском морском порту, подекадно и по месяцам зимнего периода 2017-2020 годов

Месяц и год	1 декада	2 декада	3 декада	ВСЕГО
Ноябрь, 2017	76,6	260,3	163,9	500,8
Декабрь, 2017	134,7	202,2	193,2	530,1
Январь, 2018	131,6	109,9	155,2	396,7
Февраль, 2018	61,8	129,2	112,9	303,9
Март, 2018	121,2	93,9	202,7	417,8
Ноябрь, 2018	92,6	89,6	173,8	356,0
Декабрь, 2018	157,8	71,5	210,7	440,0
Январь, 2019	64,0	73,0	173,2	310,2
Февраль, 2019	121,6	101,3	130,5	353,4
Март, 2019	145,1	102,7	238,0	485,8
Ноябрь, 2019	140,2	166,8	201,6	508,6
Декабрь, 2019	192,4	254,2	242,7	689,3
Январь, 2020	196,9	210,7	143,3	550,9
Февраль, 2020	182,6	259,1	124,3	566,0
Март, 2020	123,7	203,6	209,9	537,2

Как видно из приведённой таблицы, перевозки грузов через Мариупольский морской порт железнодорожным транспортом в регионе Восточной Украины в зимний период крайне неравномерны, что требует дополнительных организационных решений для повышения эффективности работы этого вида транспорта в порту. В летний период грузы в порт приходят практически равномерно, влияние природных факторов (пониженная температура воздуха, обледенение, сильные ветра) исключается.

Для обеспечения стабильности перевалки грузов в зимний период работы в Мариупольском морском порту ежегодно издаются приказы о подготовке к зиме [9] и проведении ледовой компании в зимний период [10]. Согласно этим приказам портом выполняется подготовка своего промышленного подвижного состава и железнодорожных путей порта для обеспечения их эксплуатации в зимний период.

На рисунке 4 представлен график дерегуляции грузопереработки Q в тыс. т, железнодорожного транспорта в Мариупольском морском порту в зимний период (ноябрь 2017 г. – март 2018 г.), ежемесячно и подекадно.

Графическая область, которая находится между кривыми выраженными полиноми-

нальными функциями, отображающими максимальные значения грузопереработки порта (Q_{\max}) и минимальные значения грузопереработки (Q_{\min}) представляет собой поле изменений – дерегуляции работы железнодорожного транспорта в указанный период времени, т. е. $Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$. Тренды изменения максимальной и минимальной грузопереработки в порту, при работе железнодорожного транспорта в зимний период, определены по ранее разработанной методике [6] и графически показаны на рисунке 4, а также формулами (1) и (2):

$$Q_{\max} = 0,0632x^4 - 1,8915x^3 + 19,787x^2 + 389,15, \quad (1)$$

$$Q_{\min} = 0,1325x^3 - 3,2351x^2 + 22,377x + 57,785, \quad (2)$$

где x – величина грузопереработки железнодорожного транспорта в порту за период с ноября 2017 г. по март 2018 г.

Аналогично, на рисунке 5 представлен график дерегуляции и поле изменений грузопереработки (тыс. т) железнодорожного транспорта в Мариупольском морском порту в зимний период с ноября 2018 г. – март 2019 г., ежемесячно и подекадно (тыс. т).

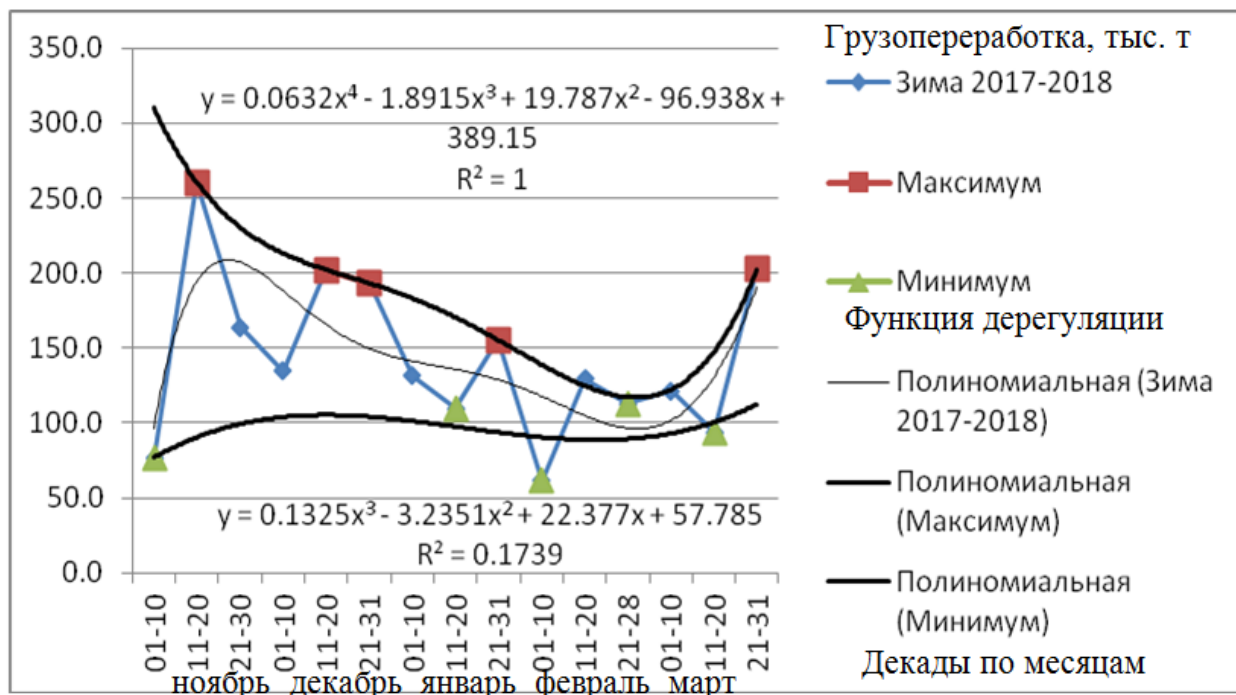


Рис. 4 – Деревуляция грузопотоков железнодорожного транспорта через Мариупольский порт в зимний период (ноябрь 2017 г. – март 2018 г.)

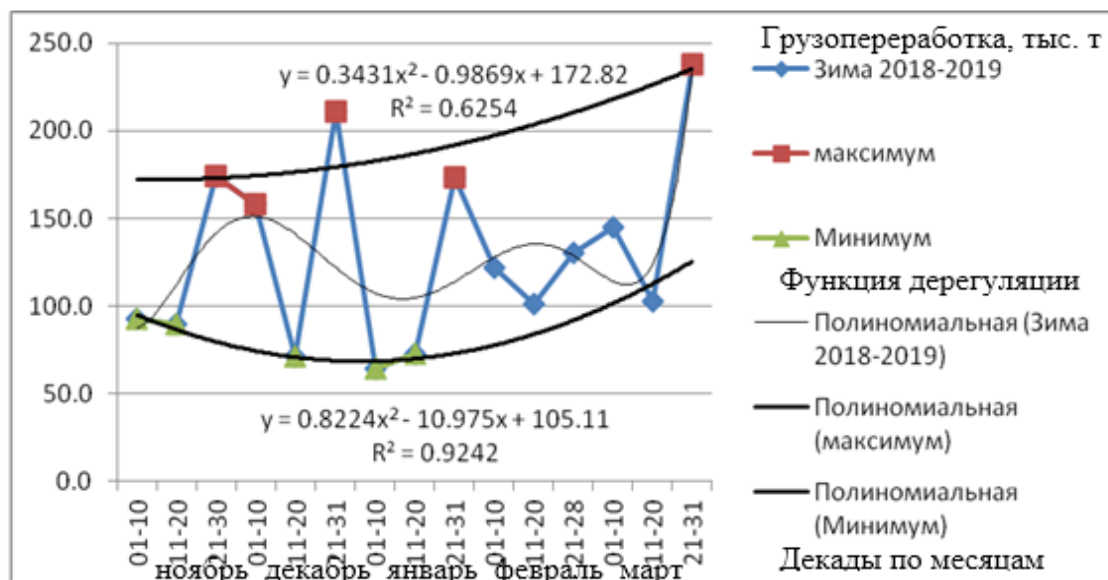


Рис. 5 – Дерегуляція грузопотоків залізничного транспорту в зимній період (ноябрь 2018 г. – март 2019 г.) помісячно і подекадно

Графік представлений на рисунку 5 корелює з графіком зміни погодних умов в розглядаєму період (ноябрь 2018 г. – март 2019 г.), що підтверджує залежність обсягів перевезень вантажів через Маріупольський морський порт від кліматических змін.

Тренди зміни максимальної та мінімальної перевалки (Q_{\max} і Q_{\min}) порту при роботі залізничного транспорту в період часу з листопада 2018 г. по март 2019 г. встановлені аналогічно і наведені на рисунку 5 і формулами (3) і (4):

$$Q_{\max} = 0,3431x^2 - 0,9869x + 172,82, \quad (3)$$

$$Q_{\min} = 0,8224x^2 - 10,975x + 105,11, \quad (4)$$

де x – величина перевалки залізничного транспорту в порту за період листопада 2018 г. – март 2019 г.

Висновки

Аналіз дерегуляційних тенденцій роботи залізничного рухомого складу Східно-Українського аграрно-промислового регіону показав необхідність дослідження впливу особливостей зміни обсягів вантажопотоків через Маріупольський морський порт і припортову залізничну станцію в зимній період на ефективність роботи транспортної інфраструктури регіону.

Визначені тенденції зміни максимальної та мінімальної перевалки порту при роботі залізничного рухомого складу в зимній період року порівняно з літнім, що дозволяє більш достовірно оцінювати і прогнозувати ефективність його роботи і вибирати напрямки удосконалення перевізних процесів.

Література

1. Показатели работы портов Украины // Официальный сайт государственного предприятия «Администрация морских портов Украины». – Режим доступа: <http://uspa.gov.ua/ru/pokazateli-raboty>.
2. Берестовой А. М. Синтез процессов и объектов в материальных потоках транспорта затвердевающих жидкостей: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.22.12 / А. М. Берестовой. – Луганск, 2002. – 542 с.
3. Болвановська Т. В. Дослідження динаміки зміни обсягів перевезення вантажів залізничним та морським транспортом у міжнародному сполученні / Т. В. Болвановська, С. В. Боричева, Ю. М. Германюк // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». – 2019. – Вип. 18. – С. 16-22– Режим доступа: <https://doi.org/10.15802/tsst2019/182577>.

4. Постан М. Я. Економікоматематическіє моделі смешанних перевозок / М. Я. Постан. – Одеса: Астропринт, 2006. – 376 с.

5. Зинченко С. Г. Моделирование на многокритериальной основе оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортных объектов морского порта / С. Г. Зинченко, О. А. Хлестова, Л. Ф. Хлопецкая // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2018. – Вип. 37. – С. 209-216. – Режим доступа: <https://doi.org/10.31498/2225-6733.37.2018.160414>.

6. Зинченко С. Г. Контроллинг эксплуатации и ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции перевозки грузов и наличия суброгационного оборудования / С. Г. Зинченко. – Мариуполь: ООО «ППНС», 2017. – 159 с.

7. Правила технічної експлуатації залізниць України: затв. наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. № 411. – Київ : Міністерство транспорту України, 2003. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text>.

8. Берестовой А. М. Особенности плавання судов в ледовой обстановке при перевозке грузов в Мариупольском морском регионе / А. М. Берестовой, А. А. Черныш // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2018. – Вип. 37. – С. 201-208. – Режим доступа:

<https://doi.org/10.31498/2225-6733.37.2018.160297>.

9. О подготовке структурных подразделений к работе в зимний период 2019-2020 гг.: Приказ по ГП «ММТП» от 11.06.2019 г., № 242. – Мариуполь, 2019. – 5 с.

10. О проведении ледовой компании в зимнюю навигацию 2018-2019 гг. : Приказ по ГП «ММТП» от 05.12.2018 г., № 624. – Мариуполь, 2018. – 5 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зинченко Сергей Георгиевич,

к. э. н., доцент кафедры «Управление персоналом и экономика труда» Мариупольского института Межрегиональной академии управления персоналом.

Ул. Громовой, 52, г. Мариуполь, Донецкой обл., 87556, Украина.

Тел.: +38 067 713 26 38.

E-mail: s-zinchenko@ukr.net.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7761-7429>.

Хлестова Ольга Анатольевна,

к. т. н., доцент, зав. кафедрой «Охрана труда и окружающей среды» ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет».

Ул. Университетская, 7, г. Мариуполь, Донецкой обл., 87555, Украина.

Тел.: +38 067 621 57 61.

E-mail: office@pstu.edu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4287-4203>.

ДОПОВНЕННЯ

В кінцеву частину статті авторів Шт'ястніак П., Герліці Ю., Кравченко К., Горушенец Ю. і Суханек А. **«Підвищення безпеки експлуатації залізничних цистерн в аварійних ситуаціях за рахунок вдосконалення конструкції надбуферних захисних елементів»**, надрукованій у випуску журналу «Залізничний транспорт України» № 4/2020, авторами внесено наступне доповнення *«Стаття підготовлена завдяки підтримці проекту в рамках Операційної програми Словацької республіки «Дослідження та інновації»: „Nová generácia nákladných železničných vozidiel“, Kód projektu v ITMS2014+: 313010P922 (\"Нове покоління вантажних залізничних транспортних засобів\", код проекту в ITMS2014 +: 313010P922), що фінансується за рахунок Європейського фонду регіонального розвитку»*, яке потрібно читати після висновків статті.

УДК 629.421.1

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-30-39

Кандидати техн. наук

Матяш В. О., Аулін Д. О.

Інженери Анацький О. О., Коваленко Д. М.

ПЕРСПЕКТИВНІ ЗАХОДИ З РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЗІВ

Ключові слова: тепловоз, економія ресурсів, дизельний двигун, полегшення пуску, вуглецеві відкладення, безрозбірна очистка, модель випробування.

Вступ

В сучасних складних економічних умовах є актуальним і обґрунтованим запровадження енергетичного, технічного, конструкційного та ресурсного менеджменту із залученням сучасних технологій та професіоналів. Оптимізація потоків фінансів і ресурсів вимагає дуже ретельного та точного підходу з використанням напрацьовано обґрунтованих методів. Необхідність впровадження новітніх технологій, технічних конструкцій, організації ремонтів та праці вимагає на початковому етапі мінімальних вкладень, але значних теоретичних розрахунків. При цьому вибір ефективних управлінських рішень, таких як використання сучасних методів управління проектами, бізнес-процесами, реінжинірингу, логістики, менеджменту, маркетингу, моніторингу, впровадження спеціалізованого програмного забезпечення та іншого, базується на всебічному аналізі комплексу взаємозалежних чинників, визначенні та порівняльній оцінці можливих альтернатив і допустимих планів дій на базі математичних методів: моделювання, аналізу, балансування, імітаційного моделювання, прогнозування, оптимізації, підтримки прийняття рішень тощо [1].

Спеціалістами залізниць і підприємств у співробітництві з кафедрою експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ), протягом багатьох років розробляються та впроваджуються актуальні рішення з ремонту, модернізації, експлуата-

ції, як вузлів та локомотивів в цілому, так і в розрізі раціонального споживання ресурсів. Для даного тягового рухомого складу найбільш актуальним є комплексне вирішення проблеми ресурсозбереження [2].

Мета роботи

Мета роботи полягає в визначенні найбільш перспективних заходів з ресурсозбереження для тепловозів. Для її досягнення необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати існуючий досвід застосування ресурсозберігаючих заходів для тепловозів; дослідити ефективність застосування запропонованих заходів; надати рекомендації щодо впровадження найбільш перспективних ресурсозберігаючих заходів для тепловозів.

Основна частина дослідження

Для більш систематизованого розгляду усіх можливих заходів з ресурсозбереження відносно тепловозів доцільно розділити їх на основні стратегічні напрями: конструкційні заходи, технологічні заходи, експлуатаційні заходи і організаційно-технологічні заходи.

У свою чергу кожний з виділених видів заходів включає ряд найважливіших напрямів діяльності, що забезпечують найпомітніші позитивні результати у ресурсозбереженні [3].

В якості **конструкційних заходів** пропонується під час модернізації пускових та регулювальних систем тепловозів встановлювати декомпресор, що дає змогу зменшити насосні втрати в циліндрах. Даний захід направлений на зменшення витрат палива та збільшення економічності роботи двигуна, а також підвищення надійності акумуляторних батарей [4]. Система пуску тепловозних двигунів, що експлуатуються на залізницях України має істотний недолік – великий обертаючий момент, який виникає під час пуску дизеля для подолання моменту опору провртання колінчастого валу, що призводить до зростання пускових струмів в акумуляторній батареї до пікових значень. Це знижує строк експлуатації акумуляторної батареї і підвищується знос пар тертя валопроводів і зубчастих передач у силовій установці тепловоза [5]. Тому актуальним є завдання розробки методів зниження пускового струму акумуляторних батарей тепловозів на підставі результатів теоретичних та експериментальних досліджень [6].

Для досягнення економії ресурсів під час пуску дизельних двигунів тепловозів, шляхом зменшення негативних впливів пускових пікових струмів і збільшення терміну служби акумуляторних батарей, було розроблено пристрій (декомпресор) для полегшення пуску двигуна внутрішнього згорання. Він являє собою кроковий електродвигун з редуктором, що кріпиться на індикаторний кран циліндра дизеля (рис. 1), який перед його запуском з'єднує об'єм циліндра з атмосферою. При досягненні пускової частоти валу дизеля індикаторний кран кроковим двигуном зачиняється і подається команда на подачу палива у відповідний циліндр дизеля.

Апробація даного пристрою була проведена на експериментальному стенді, який складається з двохциліндрового дизельного двигуна (діаметр поршня 96 мм, хід поршня 112 мм), з'єднаного з електричним пусковим двигуном (стартером) через клиноремінну передачу.

В зв'язку з тим, що досліджувався процес пуску дизельного двигуна, було розраховано обертаючий момент його пускової системи, який необхідний для подолання моменту опору провертанню колінчастого валу M_C , Н·м, за формулою:

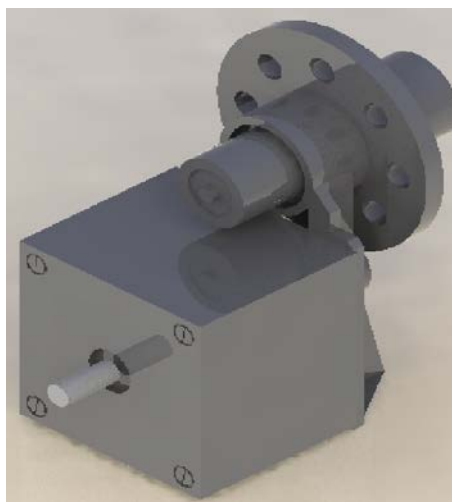


Рис. 1 – Пристрій для пускової декомпресії циліндра тепловозного дизеля

$$M_C = 390 \cdot V_h \cdot \left[\varepsilon + 6 \cdot \sqrt{\delta_H} + k_M \cdot \left(1 + \frac{\delta_H^2}{8} \right) \cdot \sqrt{v \cdot \frac{\pi \cdot n_{KP}}{30}} \right] \quad (1)$$

де: V_h – робочий об'єм циліндрів двигуна, м³, $V_h = 0,011$ м³;

ε – ступінь стиснення, $\varepsilon=13$;

δ_H – коефіцієнт нерівномірності прокручування валу двигуна, $\delta_H=0,5$;

k_M – коефіцієнт типу двигуна внутрішнього згорання, $k_M=2,8$;

v – кінематична в'язкість масла у двигуні, мм²/с, $v=14$ мм²/с;

n_{KP} – частота обертання колінчастого валу, об/хв, $n_{KP}=180$ об/хв.

При цих умовах, обертаючий момент дорівнює:

$$M_C = 390 \cdot 0,011 \cdot \left[13 + 6 \cdot \sqrt{0,5} + 2,8 \cdot \left(1 + \frac{0,5^2}{8} \right) \cdot \sqrt{14 \cdot \frac{3,14 \cdot 180}{30}} \right] = 275 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність на колінчастому валу під час пуску N_n , Вт, визначається за виразом:

$$N_n = \frac{M_c \cdot \pi \cdot n_{kp}}{30}, \quad (2)$$

$$N_n = \frac{275 \cdot 3,14 \cdot 180}{30} = 5181 \text{ Вт}.$$

Потужність електрична P_e , Вт:

$$P_e = \frac{N_n}{\eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ел}}}, \quad (3)$$

де: $\eta_{\text{мех}}$ – коефіцієнт корисної дії механічний, $\eta_{\text{мех}}=0,97$;

$\eta_{\text{ел}}$ – коефіцієнт корисної дії електричний, $\eta_{\text{ел}}=0,84$.

$$P_e = \frac{5181}{0,97 \cdot 0,84} = 6359 \text{ Вт.}$$

Проведені експериментальні пуски стендового двигуна з використанням декомпресорів показали істотне зменшення пускового струму електростартера в умовах експериментальної установки (рис. 2).

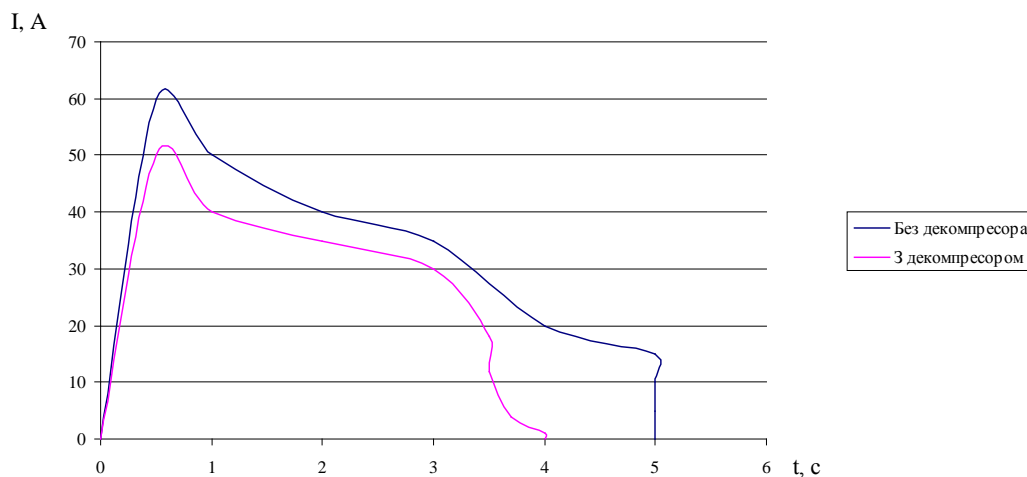


Рис. 2 – Осцилограма зміни пускового струму електростартера дизельного двигуна експериментальної установки

Конструкційним заходом спрямованим на зменшення витрат матеріалів та праці робітників є впровадження актуальних конструкційних новітніх матеріалів. У прагненні до мінімізації та зниження затрат коштів та матеріалів на проведення ТО і ПР тепловозів, недостатньо приділяється увага конструктивним рішенням по нескладним, але відповідальним вузлам локомотивів. Досвід експлуатації тепловозів серії ЧМЕЗ в/і вказує на недостатність вивчення проблеми виходу з ладу болтів та сферичних вкладишів підвісу їх головних рам на візках. За даними локомотивних депо вихід з ладу цього вузла, в середньому на один локомотив, відбувається 1-3 рази на рік. При чому з ладу виходить підвісний несучий болт (тріщина, злам).

Застосування кульових опор в підвісці головної рами дозволяє візкам повертатися щодо рами тепловоза при вписуванні його в криві ділянки колії. Підвісні болти кожного візка розташовані з нахилом, як ребра піраміди, вершина якої співпадає з віссю відповідного шворню головної рами. Таке розташування болтів сприяє швидкому поверненню візків в початкове положення після виходу

тепловоза з кривої ділянки залізничної колії, що зменшує вертикальний підріз гребенів бандажів колісних пар. Відомо, що при терті споріднені матеріали придатні до схоплювання. Так, сталевий цементований сферичний вкладиш підвісу несучого болта при терті об своє сталеве гніздо здатен припускатися до міжметалевих зв'язків. Зусилля, які впливають на дану пару тертя, мають великі числові значення. Для вирішення цієї проблеми були розроблені і впроваджені біметалеві гнізда з антифрикційного композитного матеріалу, виконані за кресленням на рисунку 3. Результати проведених попередніх експлуатаційних випробувань цього конструктивного рішення на протязі шести місяців (табл. 1) показали високу працездатність модернізованого вузла, з мінімальним його зносом та високою надійністю.

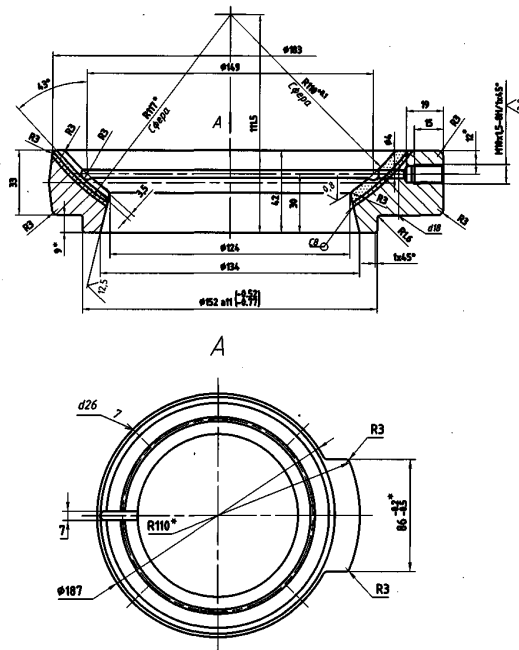


Рис. 3 – Сферичне гніздо з композитною поверхнею тертя болта підвісу на візках головної рами тепловозу ЧМЕЗ

Табл. 1 – Результати попередніх випробувань модернізованих вузлів підвісу головної рами тепловозу ЧМЕЗ на його візках після шести місяців експлуатації

Показник	До випробувань	Після випробувань	Похибка вимірювань
Висота гнізда, мм	42	42	0,1
Посадковий діаметр, мм	152	152	0,1
Внутрішній діаметр, мм	124	124	0,1
Ширина фіксуючого шипу, мм	86	86 ^{-0,2} _{-0,5}	0,1
Товщина плакованого шару, мм	6,3	6,5	0,1
Зовнішній діаметр, мм	205	205	0,1
Внутрішній діаметр, мм	70	70 ^{+0,2} _{+0,3}	0,1
Висота вкладишу сферичного, мм	66	66	0,1

Серед **технологічних заходів** можна відзначити безрозбірну технологію очистки систем паливоподачі та циліндро-поршневої групи дизельного двигуна тепловозу.

Під час роботи двигуна внутрішнього згорання утворюються відкладення на елементах його системи паливоподачі, циліндро-поршневої групи і випускного тракту. Основним джерелом відкладень служать смолянисті речовини, що утворюються при термічному окисленні неорганічних вуглеводнів палива та моторної оливи. Ці вуглецеві відкладення (смоли та кокс) чинять негативний

вплив на елементи паливної апаратури та циліндро-поршневої групи двигуна. Вуглецеві відкладення на цих елементах мають різний склад та різні механізми утворення [7-10].

Існуюча технологія ремонту в багатьох випадках не передбачає запобігання підвищеному забрудненню складових дизельного двигуна і зводиться, в основному, до видалення відкладень, пов'язаному з демонтажем елементів або розбиранням механізмів дизеля та тепловоза. Крім того, механічне видалення нагару тягне за собою додаткове пош-

кодження циліндро-поршневої групи та захисного покриття поршнів двигуна, що веде до їх прискореного зношування.

Спеціалістами УкрДУЗТ, локомотивного господарства РФ «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця» та НПП «ТОР» розроблена і апробована технологія безрозбірної очистки паливних систем та циліндро-поршневої групи дизельного двигуна тепловоза з використанням спеціальної миючої рідини [11].

Параметри розпилювання – дисперсність, рівномірність і глибина проникнення у циліндр двигуна факела розпиленого палива, від яких залежить якість протікання робочого процесу дизеля, в свою чергу, залежать не тільки від геометричних розмірів отворів, через які відбувається розпилювання, але також від чистоти їх обробки, наявності гострих країв та наявності вуглецевих відкладень на їх поверхнях [12, 13]. У комплекті форсунок, що встановлюється на двигун, значення ефективних прохідних перетинів отворів для подачі палива у окремих форсунках, згідно технічних умов, не повинні мати різницю більше 5 %. Ці прохідні перетини визначаються на технологічному стенді для статичного проливання елементів паливної апаратури.

Витрата палива через елемент паливної апаратури ΔV в м^3 за час Δt визначається за формулою:

$$\Delta V = 10^3 \mu f \sqrt{\frac{2P_{\Pi}}{\rho_{\Pi}}} \Delta t, \quad (4)$$

де: μ – коефіцієнт витоку через форсунку;
 f – площа паливних отворів форсунки, м^2 ;

P_{Π} – тиск палива, МН/м^2 ;

ρ_{Π} – густина палива, кг/м^3 ; $\rho_{\Pi} = 840 \text{ кг/м}^3$;

Δt – час витоку палива через форсунку, с.

Ефективний прохідний перетин елементу паливної апаратури визначається за формулою:

$$\mu f = \frac{\Delta V}{10^3 \Delta t \sqrt{2 \frac{P_{\Pi}}{\rho_{\Pi}}}}. \quad (5)$$

Вплив вуглецевих відкладень на систему подачі палива дизельного двигуна визначається сумою факторів впливу на зміну гідравлічних опорів паливних трубопроводів високого тиску і форсунок, температур поверхонь, якості сумішоутворення тощо (рис. 4).



Рис. 4 – Фактори, що впливають на утворення вуглецевих відкладень на елементах системи паливподачі тепловозних дизелів та їх вплив на якість сумішоутворення у циліндрах двигуна

Рівнями факторів впливу є граничні і середні значення зміни ефективного проходного перерізу елементів паливної апаратури, викликані вуглецевими відкладеннями. Поєднання рівнів за всіма чинниками утворює

умови роботи паливної системи у моделі об'єкта, що досліджується – паливної системи у складі дизельного двигуна тепловоза (рис. 5).

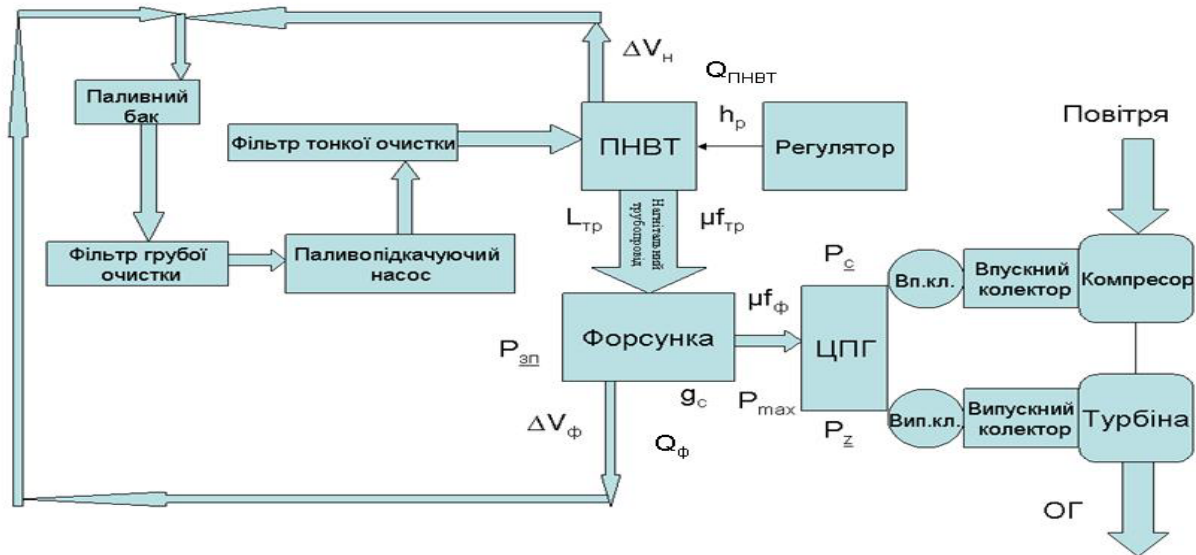


Рис. 5 – Взаємозв'язок показників роботи тепловозного дизеля з технічним станом його системи паливopодачі

Зміни гідравлічних опорів трубопроводів високого тиску та форсунок дизельного двигуна враховуються коефіцієнтами:

$$\Delta_{III} = \frac{\mu f_{III} - \mu f'_{III}}{\mu f_{III}}, \quad (6)$$

де: μf_{III} – ефективний перетин паливopоводу без вуглецевих відкладень, м²;

$\mu f'_{III}$ – ефективний перетин паливopоводу після експлуатації, м²;

$$\Delta_{\phi} = \frac{\mu f_{\phi} - \mu f'_{\phi}}{\mu f_{\phi}}, \quad (7)$$

де: μf_{ϕ} – ефективний перетин розпилювача форсунки без вуглецевих відкладень, м²;

$\mu f'_{\phi}$ – ефективний перетин розпилювача форсунки після експлуатації, м².

Для побудови математичної моделі зв'язку між вимірюваною величиною відгуку y і контрольованими змінними факторами $f = (x_1, \dots, x_i)$ можна застосувати методи регресійного аналізу, так як результати вимі-

рювань y_u , $u = 1, \dots, N$ являють собою незалежні, нормально розподілені випадкові величини, дисперсія відгуків яких в різних точках і факторного простору однакова і не залежить від абсолютних значень y_u . Фактори x_1, \dots, x_i виміряні з мізерно малою помилкою в порівнянні з помилкою у визначенні y .

З аналізу впливу гідравлічних опорів на функцію відгуку Q видно, що лінійного наближення недостатньо, тому в якості апроксимуючої функції приймаємо поліном другого порядку.

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i < j}}^k b_{ji} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{is} x_i^2, \quad (8)$$

де k – число факторів. Рівні факторів та їх коди наведено у таблиці 2.

Табл. 2 – Рівні факторів впливу на зміни ефективного прохідного перетину паливопроводу високого тиску і форсунки двигуна та їх коди

Рівні факторів	Код рівня	Фактори		
		Коефіцієнт зміни ефективного прохідного перетину паливо-проводу високого тиску, Δ_{III}	Коефіцієнт зміни ефективного прохідного перетину форсунки, Δ_{ϕ}	Пробіг тепловоза, T діб
Основний \bar{X}	0	0,985	0,833	225
Верхній X^B	+1	0,977	0,666	450
Нижній X^H	-1	1	1	0

Реалізація матриці випробувань дозволяє побудувати модель паливної системи у складі дизельного двигуна тепловоза (см. рис. 4),

яка містить перетворені згідно її квадратичні члени

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i < j}}^k b_{ji} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} (x_i^2 - \bar{x}_i^2). \quad (9)$$

Остаточна форма отриманого рівняння набуде вигляду:

$$y = 1,46 + 0,021x_1 + 0,124x_2 + 0,055x_3 + 0,006x_1x_2 - 0,0012x_1x_3 - 0,048x_2x_3 - 0,012x_1^2 - 0,005x_2^2 + 0,006x_3^2, \quad (10)$$

де x_1, x_2, x_3 – кодовані значення факторів.

Щоб використовувати це рівняння, необхідно перейти до реальних змінних за формулами (11). Використовуючи дані табл. 2, отримаємо:

$$\begin{cases} x_1' = \frac{\Delta_{III} - 0,977}{0,033}; \\ x_2' = \frac{\Delta_{\phi} - 0,666}{0,334}; \\ x_3' = \frac{T - 225}{450}. \end{cases} \quad (11)$$

Дисперсії S_{ag}^2 і $S_{воспр}^2$ однорідні та з вірогідністю 95 % їх відношення відповідає умові:

$$\frac{S_{ag}^2}{S_{воспр}^2} < F, \quad (12)$$

де F – довідкове значення критерію Фішера.

Отримані залежності доцільно використовувати при розробці інструкцій і методичних вказівок щодо прийняття оптимальних рішень по періодичності та характеру проведення профілактичної очистки паливної системи, її апаратури і циліндро-поршневої групи дизелів тепловозів від вуглецевих відкладень, з урахуванням умов роботи та режимів їх експлуатації. Вигляд крапель розпиленого палива до і після проведення очистки паливної системи приведено на рисунках 6 та 7.

Якщо перейти від продуктивності паливної системи до ефективної витрати палива g_e тепловозним дизелем, отримуємо її залежність від напруження тепловозу (рис. 8).

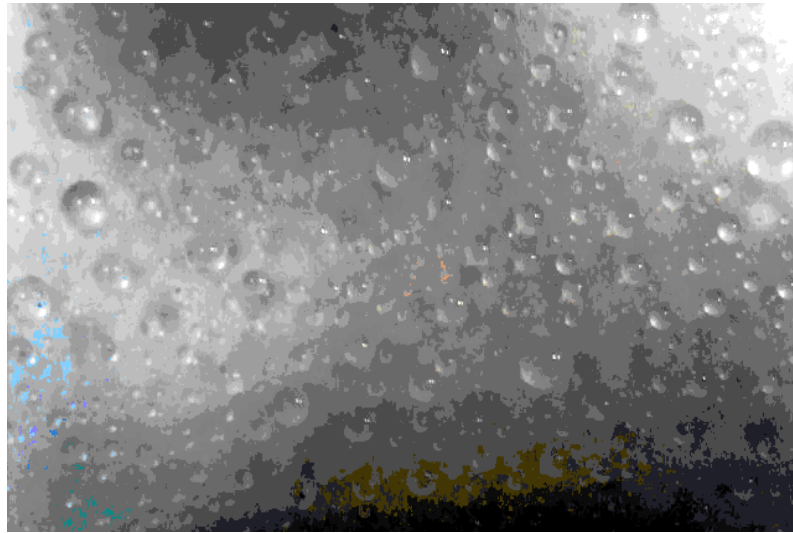


Рис. 6 – Зображення крапель розпиленого палива форсункою
 $T = 300$ діб $\Delta_{III} = 0,986$; $\Delta_{\phi} = 0,885$ (збільшено в 150 разів)

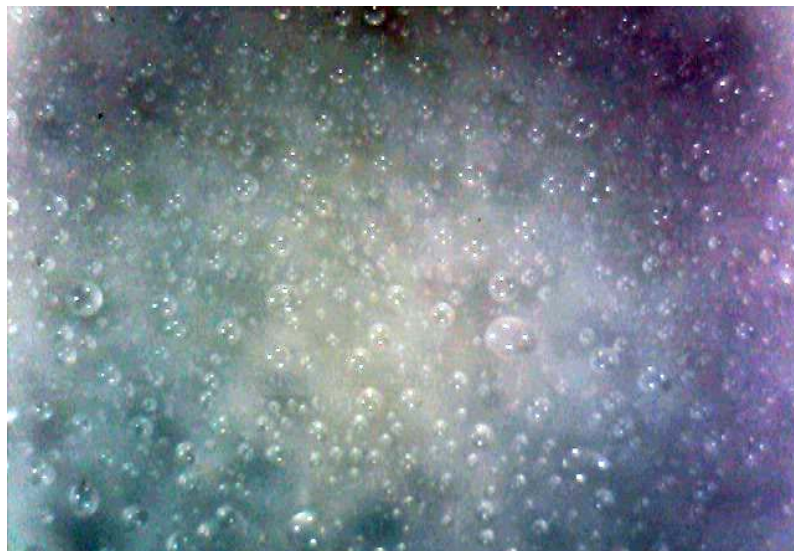


Рис. 7 – Зображення крапель розпиленого палива форсункою
 $T = 300$ діб після застосування технології безрозбірної очистки
системи паливоподачі $\Delta_{III} = 0,998$; $\Delta_{\phi} = 0,995$ (збільшено в 150 разів)

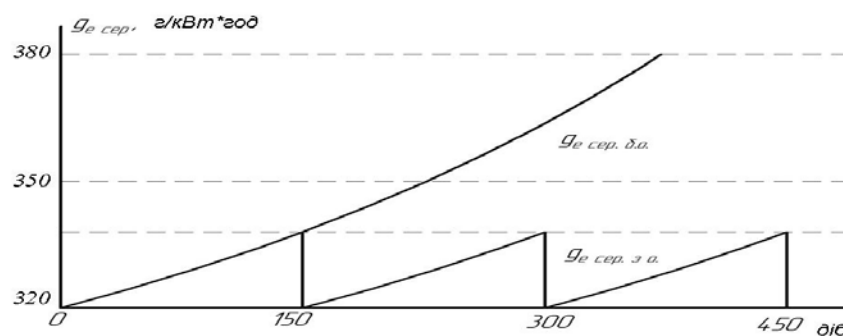


Рис. 8 – Залежність зміни ефективної витрати палива g_e дизелем
від напруження тепловозу для двох станів паливної системи:
 $g_{e\ 60}$ – без очищення, $g_{e\ 30}$ – з очищенням

Результати наведених експериментальних та теоретичних досліджень вказують на доцільність внесення змін до існуючої системи технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів, з включенням до них технології безрозбірного очищення паливної системи дизеля. Роботи з безрозбірного очищення паливної системи пропонується проводити приблизно 2 рази на рік для тепловозів, що знаходяться у постійній експлуатації, поєднуючи їх з плановими видами технічного обслуговування. Також можливе застосування цієї технології при погіршенні паливної економічності тепловозів. В цьому випадку технологію безрозбірного очищення паливної системи тепловозу пропонується застосовувати на найближчому ТО-3 [14]. Також пропонується провести коригування існуючого регламенту міжремонтних пробігів тепловозів.

Висновки

Розглянуті в статті ресурсозберігаючі заходи для тепловозів можуть бути віднесені до основних стратегічних напрямів впровадження ресурсозберігаючих заходів в локомотивному господарстві залізниць України.

Запропоновано:

- під час модернізації пускових та регулювальних систем двигунів тепловозів встановлювати на них декомпресори, що дасть змогу зменшити насосні втрати в циліндрах дизеля на режимах його пуску. Розраховано обертаючий момент, необхідний для подолання моменту опору провертанню колінчастого валу дизеля, що дає змогу оптимізувати потужність електричного двигуна (стартера) необхідного для його запуску;

- технологію безрозбірної очистки паливних систем та циліндро-поршневої групи тепловозного дизеля з використанням спеціальної миючої рідини. За допомогою математичного моделювання отримані залежності, на підставі яких можливо встановити оптимальну періодичність та об'єм профілактичної очистки систем паливподачі тепловозних дизелів;

- використання сучасних матеріалів в парі тертя сферичного підвісу головної рами тепловозів ЧМЕЗ на його візках надає можливості зменшити знос вузла та збільшити його

надійність. Згідно до отриманих даних по експлуатації удосконаленого вузла він працював без зауважень з 2009 по 2014 рік, що значно перевищує реальний строк експлуатації вузла, виготовленого в умовах депо.

Література

1. Kinash I. A. Organization of system resource saving management in enterprise / I. A. Kinash // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. – 2015. – № 11-12. – P. 110-112.
2. Saidi M.-Y. Resource saving: Which resource sharing strategy to protect primary shortest paths? / M.-Y. Saidi, B. Cousin // 13th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC): Conference Paper, 9-12 Jan. 2016, Las Vegas, NV, USA. – IEEE, 2016. – P. 72-74. DOI: 10.1109/CCNC.2016.7444788.
3. Смоляк М. І. Розроблення заходів з підвищення ефективності роботи депо за рахунок раціонального використання енергоресурсів [Електрон. ресурс] / М. І. Смоляк, А. П. Фалендиш, А. М. Зінківський // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2014. – Вип. 144. – С. 140-144. – Режим доступу: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.144.2014.80517>
4. Анацький О. О. Аналіз факторів впливаючих на пускові характеристики дизельних двигунів тепловозів та допоміжних пристроїв для полегшення пуску / О. О. Анацький, С. В. Бобрицький // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2015. – № 1 (218). – С. 272-275.
5. Порядок розроблення та поставлення продукції на виробництво для потреб залізничного транспорту в системі Міністерства транспорту України : ГСТУ 32.0.08.001-97. – [Чинний від 2000-03-01]. – Київ : Міністерство транспорту України, 2000. – 90 с.
6. Фесенко М. Н. Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования / М. Н. Фесенко. – Москва : Машиностроение, 1979. – 344 с.

7. Володин А. И. Причины образования кокса в сопловых отверстиях распылителей форсунок дизелей / А. И. Володин, Л. Ю. Михайлова, Ю. П. Макушев // Омский научный вестник. Серия «Приборы, машины и технологии». – 2013. – № 1 (117). – С. 59-63.

8. Thermal analysis of cylinder head carbon deposits from single cylinder diesel engine fueled by palm oil–diesel fuel emulsions [Електрон. ресурс] / M. Husnawan, H. H. Masjuki, T. M. I. Mahlia, M. G. Saifullah // Applied Energy. – 2009. – Vol. 86, iss. 10. – P. 2107–2113. - Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.12.031>.

9. Galante-Fox J. Diesel injector internal deposits in High Pressure Common Rail diesel engines [Електрон. ресурс] / J. Galante-Fox, J. Bennett // Fuel Systems for IC Engines. – London: IMechE, 2012. – P. 157-166. - Режим доступа: <https://doi.org/10.1533/9780857096043.5.157>.

10. Laser surface cleaning of carbonaceous deposits on diesel engine piston [Електрон. ресурс] / Y. C. Guan, G. K. L. Ng, H. Y. Zheng, M. H. Hong, X. Hong, Z. Zhang // Applied Surface Science. – 2013. – Vol. 270. – P. 526–530. - Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.01.075>.

11. Ресурсозберігаючі технології очистки систем дизеля та тепловоза / Е. Д. Тартаковський, А. О. Каграманян, Д. О. Аулін, О. В. Басов // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування. SEUTTOO–2017: матеріали 8-ї Міжнар. науково-практ. конф., Херсон, 28-29 вересня 2017 р. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2017. – С. 312-315.

12. Грехов Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков. – Москва : Легион-Автодата, 2005. – 344 с.

13. Лышевский А. С. Распыливание топлива в судовых дизелях / А. С. Лышевский. – Ленинград: Судостроение, 1971. – 248 с.

14. Розрахунковий комплекс оцінки ефективності використання ресурсозберігаючих технологій очищення систем дизеля та тепловоза / Д. О. Аулін, А. О. Каграманян, А. П. Фалендиш, О. В. Рудковський // Інформацій-

но-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2017. – № 6. – С. 9-15.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Матяш Віктор Олександрович,

к.т.н.

Вул. Євгена Котляра, 7

м. Харків, 61000, Україна

Тел.: 38 050 619 04 52.

E-mail: pkbkh@ukr.net.

Аулін Дмитро Олександрович,

к.т.н., старший викладач Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ).

Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.

Тел.: +38 057 730 19 99.

E-mail: Dimmo@ex.ua;

<https://orcid.org/0000-0002-7990-4808>.

Анацький Олександр Олександрович,

старший викладач УкрДУЗТ.

Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.

Тел.: +38 057 730 19 99.

E-mail: ANATSKIY@i.ua;

<https://orcid.org/0000-0002-0132-8767>.

Коваленко Дмитро Миколайович,

старший викладач УкрДУЗТ.

Майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.

Тел.: +38 057 730 19 99.

E-mail: Kovacodm@gmail.com;

<https://orcid.org/0000-0002-9192-2224>.

УДК 629.463.3(083.74)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-40-52

Канд. техн. наук Сулим А. О.

Інженери Стринжа А. М., Тімошин О. О.,

Шушмарченко В. О., Полулях В. М.

АНАЛІЗ ВИМОГ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ПЕРЕВІРКИ ВАГОНІВ-ЦИСТЕРН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Ключові слова: вагон-цистерна, герметичність, котел, небезпечний вантаж, перевірка, трубопроводи.

Вступ та постановка проблеми

Для перевезення небезпечних вантажів на залізничному транспорті застосовуються вагони-цистерни, в яких продукти нафтопереробної, хімічної промисловості безпечно доставляються замовнику. Згідно з Законом України «Про перевезення небезпечних вантажів» [1], небезпечний вантаж – це речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин які за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, або за результатами випробувань в установленому порядку, залежно від ступеня їх впливу на довкілля або людину, віднесено до одного з класів небезпечних речовин.

Правила перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом на території України регулюються наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 25.11.2008 № 1430 [2]. Ці правила визначають основні норми та вимоги, що забезпечують безпеку перевезення небезпечних вантажів, і вони є обов'язковими для суб'єктів господарювання, незалежно від форм власності та видів їх дія-

льності, які є учасниками перевезень небезпечних вантажів та будь-яких операцій, пов'язаних із перевезенням залізничним транспортом. У зв'язку з наведеним, до вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів, на всіх етапах їх життєвого циклу, пред'являються особливі вимоги.

Аналіз останніх досліджень

На даний час вагони-цистерни для перевезення небезпечних вантажів проектуються та виготовляються з урахуванням сучасних досягнень техніки та методів, відповідно до вимог стандартів [3–5] або інших нормативних документів, які діють на території України. У країнах Європейського Союзу проектування та будівництво цистерн здійснюється згідно з вимогами європейських стандартів [6–8].

Дослідженнями вагонів-цистерн на різних етапах їх життєвого циклу займалися наступні вчені і дослідники: Котуранов, В. Н., Бубнов В. М., Кельріх М. Б., Філіппов В. Н., Лагута В. С., Водянніков Ю. Я., Донченко А. В., Брайковська Н. С., Мартинов І. Е., Фомін О. В. та інші [9–20]. Частина їх робіт присвячена створенню та удосконаленню конструкції вагонів-цистерн і їх складових частин. Праці професорів Кельріха М. Б., Фоміна О. В., а також співробітників ДП «УкрНДІВ» [17–20] спрямовані на оцінку залишкового ресурсу несних конструкцій, особливостей проведення випробувань та умов експлуатації вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів. Зазначені дослідження проводилися у відповідності до вимог, чинних на той час нормативних документів. Однак, у зв'язку з введенням нових нормативних вимог до перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів, як на етапі введення їх в експлуатацію, так і в процесі експлуатації, актуальним постає питання розгляду і аналізу цих документів. Тому в даній статті запропоновано зупинитися більш детально на цьому питанні.

Мета – дослідження та аналіз чинних нормативно-правових документів, які регламентують проведення перевірок вагонів-

цистерн для перевезення небезпечних вантажів, обсяг, послідовність та методи відповідного контролю.

Нормативні документи та результати досліджень

Основним нормативно-правовим документом, який встановлює процедуру проведення перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів на території України, є «Порядок перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів», затверджений сумісним наказом Міністерства інфраструктури України і Міністерства внутрішніх справ України від 12.05.2015 р. № 166/550 (далі – Порядок) [21].

Цей Порядок розроблено з урахуванням наступних вимог:

- Директиви 2008/68/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24.09.2008 р. про внутрішні перевезення небезпечних вантажів [22];

- Закону України «Про перевезення небезпечних вантажів» [1];

- міжнародних регламентів у сфері перевезення небезпечних вантажів (додатки А та В до Європейської Угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів від 30.09.1957 р. (ДОПНВ); Правила перевезення небезпечних вантажів – додаток 2 до Угоди про міжнародне залізничне вантажне сполучення від 01.11.1951 р. (УМВС); Регламент про міжнародне залізничне перевезення небезпечних вантажів (РІД) – додаток С до Конвенції про міжнародні залізничні перевезення від 03.06.1999 р. (КОТІФ); Міжнародний кодекс морського перевезення небезпечних вантажів від 27.09.1965 р. (МКМПНВ); Європейська угода про міжнародне перевезення небезпечних вантажів внутрішніми водними шляхами від 26.05.2000 р. (ВОПНВ);

- «Технічного регламенту надання послуг з перевезення пасажирів та вантажів залізничним транспортом», затвердженого постановою КМУ від 01.03.2010 р. № 193 [23];

- «Правил перевезення небезпечних вантажів», затверджених Мінтрансзв'язку від 25.11.2008 р. № 1430 [2].

Вимоги Порядку [21] є обов'язковими для всіх суб'єктів господарювання, незалежно

від форм власності та видів їх діяльності, що є виробниками, власниками, орендарями або операторами вагонів-цистерн, а також здійснюють експлуатацію, їх ремонт, переобладнання, технічне діагностування, перевірку та нагляд за ними.

Дія цього Порядку не поширюється на вагони-цистерни для перевезення: газів; рідких, порошкоподібних та гранульованих небезпечних вантажів, в яких для їх випорожнення періодично утворюється тиск вище ніж 0,07 МПа; вантажів, які не підпадають під дію законодавства України у сфері перевезення небезпечних вантажів; вантажів територіями підприємств, установ та організацій, де вони виготовляються, утворюються, використовуються або захоплюються.

Вагони-цистерни, що не підпадають під дію цього Порядку, перевіряються згідно з вимогами інших нормативно-правових документів. Зокрема, перевірка вагонів-цистерн для перевезення газів, рідких, порошкоподібних та гранульованих небезпечних вантажів, в яких для їх випорожнення періодично утворюється тиск вище ніж 0,07 МПа, виконується згідно з вимогами «Технічного регламенту рухомого обладнання, що працює під тиском», затвердженого постановою КМУ від 04.07.2018 р. № 536 [24]. Перевірка вагонів-цистерн за цим технічним регламентом має свою специфіку та потребує окремого аналізу, тому вимоги до перевірки наведених вагонів-цистерн пропонується розглянути детально в наступних окремих працях.

Основним завданням перевірки вагонів-цистерн є запобігання аварійним ситуаціям, що виникають через витоки небезпечних вантажів, в наслідок невідповідності конструкції, технічного стану вагонів-цистерн та їх обладнання вимогам діючих нормативно-правових актів, нормативних та технічних документів.

Порядок [21] складається з п'яти окремих розділів та дев'яти додатків. Перший розділ називається «Загальні положення», другий – «Перевірка цистерн», третій – «Вимоги до уповноважених органів»; четвертий – «Порядок уповноваження суб'єктів господарювання на проведення перевірки цистерн, устано-

влених на колісних транспортних засобах» (автоцистерн та цистерн, що є частиною змішувально-зарядних машин); п'ятий – «Порядок уповноваження суб'єктів господарювання на проведення перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів» (крім зазначених у розділі чотири цього Порядку). Як видно з назв розділів Порядку [21], до перевірки вагонів-цистерн мають відношення розділи один, два, три та п'ять. Тому в подальшому зупинимось на розгляді та аналізі саме цих розділів, в яких містяться вимоги до перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів.

В першому розділі Порядку [21] наведено загальні вимоги до проведення перевірки цистерн; терміни, що використовуються у документі; на кого та на які об'єкти поширюється дія цього нормативного документу; визначено основні завдання перевірки та уповноважених суб'єктів господарювання на проведення таких перевірок. Основні загальні

положення Порядку [21] розглянуто та наведено вище.

Другий розділ Порядку [21] (основний за обсягом та змістом) встановлює вимоги до обсягів та послідовності проведення перевірок, видів робіт, строків перевірок та міжперевірковим інтервалам, залежно від виду перевірки. Згідно з вимогами цього розділу нормативного документа перевірку вагонів-цистерн здійснюють шляхом проведення первинних, проміжних, періодичних та позапланових перевірок суб'єкти господарювання, уповноважені відповідно до компетенції Міністерства інфраструктури України (далі – уповноважений орган).

Первинну перевірку корпусів (котлів) вагонів-цистерн та їх обладнання здійснюють перед початком експлуатації. Проміжні та періодичні перевірки корпусів (котлів) цистерн та їх обладнання виконують у строки, які наведено у таблиці 1.

Табл. 1 – Строки проведення проміжних та періодичних перевірок вагонів-цистерн

Вагони-цистерни за призначенням	Вид перевірки	Максимальний строк між перевірками (інтервал)
Вагон-цистерна (крім вагона-цистерни для нафти і нафтопродуктів побудованого з 1985 року та вагона-цистерни для перевезення спиртів), знімна цистерна для перевезення залізницями	Проміжна	2,5 роки після первинної та кожної періодичної перевірки
	Періодична	5 років
Вагон-цистерна для нафти і нафтопродуктів, побудований з 1985 року	Проміжна	Кожні 4 роки після первинної та кожної періодичної перевірки
	Періодична	13 років
Вагон-цистерна для перевезення спиртів	Проміжна	Кожні 4 роки після первинної та кожної періодичної перевірки
	Періодична	10 років

Позапланові перевірки корпусів (котлів) вагонів-цистерн та їх обладнання проводять у разі: пошкодження або ремонту вагона-цистерни, за результатами яких могла знизитися їх конструкційна міцність; ремонту чи заміни експлуатаційного обладнання; зміни конструкції (переобладнання); заміни чи ремонту рами або конструкційного обладнання вагона-цистерни.

Проаналізувавши існуючий парк вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів встановлено, що основну частину цьо-

го парку складають вагони-цистерни для перевезення нафти і нафтопродуктів моделей 15-871, 15-1547, 15-Ц863, а також для перевезення спиртів – вагони-цистерни моделей 15-1454, 15-Ц859, 15-1547-01. Зовнішній вигляд зазначених вагонів-цистерн наведено на рисунку 1. Технічні характеристики цих вагонів-цистерн наведено в таблиці 2.

Вагон-цистерна
моделі 15-871



Вагон-цистерна
моделі 15-Ц863



Вагон-цистерна
моделі 15-1547



Вагон-цистерна
моделі 15-1547-01



Вагон-цистерна
моделі 15-1454



Вагон-цистерна
моделі 15-Ц859



Рис. 1 – Зовнішній вигляд вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів

Табл. 2 – Основні характеристики вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів
(Альбом-справочник "Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм" [25])

Модель	15-871	15-Ц863	15-1547	15-1454	15-Ц859	15-1547-01
Призначення	для бензину та світлих нафтопродуктів	для бензину і нафти	для бензину	для спирту	для спирту	для спирту
Матеріал кузова	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	ВСт3сп5, Ст15пс, Ст3	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	ВСт3сп5, Ст15пс, Ст3	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12
Маса тари, т min max	46,1 50,2	21,6 23,1	24,0 25,5	22,5 24,2	22,1 22,8	24,0 25,4
Вантажопід'ємність, т	120	60,0	68,0	59,0	50,0	68,0
Об'єм, м ³	140	61,2	85,6	73,0	61,0	85,6
Діаметр котла внутрішній, мм	3000	2800	3200	3000	2800	3220
Кількість осей, шт	8	4	4	4	4	4
Габарит	1-ВМ	02-ВМ	1-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	1-ВМ
Виробник (клеймо)	143	143	143	143	143	143
Дата початку зняття з виробництва	1965 1987	1957 1989	1988 1997	1972 1987	1970 1983	1988 1997
Термін служби, роки	32	32	32	30	30	30

Перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів

Для проведення перевірки виробник, власник, оператор, орендар вагона-цистерни або уповноважена ним особа зобов'язані подати уповноваженому органу очищену, промиту, дегазовану (звільнену від газів (пари))

та безпечну для проведення випробувань і внутрішнього огляду цистерну. На зовнішній поверхні вагона-цистерни не повинно бути залишків небезпечних вантажів.

Перелік документів, які необхідно подати до уповноваженого органу під час первинної,

проміжної, періодичної, позапланової перевірок, наведено у таблиці 3.

Табл. 3 – Перелік документів необхідних для проведення перевірки вагона-цистерни

Документи	Вид перевірки		
	первинна	проміжна, періодична	позапланова
Заява за встановленою формою на проведення перевірки	+	+	+
Комплект технічної документації на вагон-цистерну що перевіряється	+	+	+
Копії посвідчення зварника(ів) та підтвердженої технологічної інструкції для зварювання (ПТІ)	+	–	+
Копії сертифікатів на матеріали з яких виготовлена вагон-цистерна та її конструкційне обладнання	+	–	–
Відомості про контрольні зварні з'єднання з використанням пластин (мають бути перевірені технічним експертом)	+	–	–
Підтвердження, що облицювання чи покриття було нанесено відповідно до технічних умов виробника (для вагонів-цистерн із захисним облицюванням або покриттям)	+	–	–
Копія сертифіката фахівця з неруйнівного контролю	+	–	–
Копії сертифікатів на зварювальні та присадні матеріали	+	–	–
Відомості про термічну обробку із зазначенням процедури її виконання	+	–	+
Копія протоколу про результати неруйнівного контролю зварних швів	–	–	+
Підтвердження, що властивості матеріалів, використаних для ремонту чи зміни конструкції (переобладнання) вагона-цистерни, еквівалентні властивостям матеріалів з яких виготовлена вагон-цистерна та її конструкційне обладнання	–	–	+
Схема трубопроводів вагона-цистерни (за необхідності) у разі ремонту експлуатаційного обладнання вагона-цистерни або заміни трубопроводів	–	–	+
Опис робіт, виконаних при ремонті чи зміні конструкції (переобладнанні) вагона-цистерни	–	–	+

Перевірку вагона-цистерни проводить технічний експерт – представник уповноваженого органу на спеціальних пунктах перевірки вагонів-цистерн, або на спеціалізованих вагоноремонтних підприємствах у технологічному приміщенні, або на майданчику з необхідним для проведення перевірки діагностичним обладнанням. Результати проведення перевірок, оглядів та випробувань оформлюють протоколом за встановленою формою.

За позитивними результатами перевірки технічний експерт наносить способом штамповки або іншим аналогічним способом на корозієстійку табличку, прикріплену до вагона-цистерни, відповідне маркування та видає виробнику, власнику, оператору, орендарю або уповноваженій ним особі завіреним особистим підписом та печаткою (за наяв-

ності) свідоцтво про первинну, проміжну, періодичну або позапланову перевірку відповідного зразка. Свідоцтво видається не пізніше п'яти робочих днів після проведення перевірки вагона-цистерни. У разі негативних результатів проведення перевірки відповідне маркування не наноситься.

Підставами для відмови у проведенні робіт з перевірки або видачі Свідоцтва є:

– ненадання виробником, власником, оператором, орендарем вагона-цистерни або уповноваженою ним особою відповідних документів (табл. 3);

– подання на перевірку вагона-цистерни, яка не була належним чином очищена, промита, дегазована або вагона-цистерни, на зовнішній поверхні якої наявні залишки небезпечних речовин;

– невідповідність конструкції та (або) обладнання вагона-цистерни встановленим законодавством вимогам, наявність на цистерні ушкоджень, що ставлять під сумнів безпечність її подальшої експлуатації, негативні результати проведених випробувань;

– нестійкість матеріалів, з яких виготовлено вагон-цистерну, її конструкційного обладнання, захисного облицювання чи покриття до впливу небезпечних речовин, для перевезення яких планується використовувати вагон-цистерну, або можливість утворення небезпечної реакції з цими речовинами.

Про відмову в проведенні робіт з перевірки або видачі Свідоцтва в десятиденний строк заявнику має бути надіслано відповідне повідомлення з обґрунтуванням причин прийняття такого рішення. Вагони-цистерни, які не пройшли перевірку (крім випадків невідповідності конструкції та (або)

обладнання вагона-цистерни встановленим законодавством вимогам) підлягають повторній перевірці відповідно до встановленої процедури перевірки після усунення виробником, власником, оператором, орендарем вагона-цистерни виявлених недоліків.

Документи з питань перевірки вагонів-цистерн, разом з зафіксованими показниками засобів вимірювальної техніки на паперових чи електронних носіях, фото- та (або) відеоматеріалами, уповноважений орган зберігає протягом п'яти років. Уповноважені органи зобов'язані надавати документи з питань перевірки вагонів-цистерн на запит компетентних контролюючих органів у сфері перевезення небезпечних вантажів.

Види робіт, що виконуються під час проведення перевірки вагона-цистерни, наведено у таблиці 4.

Табл. 4 – Види робіт, що виконуються під час проведення перевірки вагона-цистерни

Найменування робіт	Вид перевірки		
	первинна	періодична, позапланова	проміжна, позапланова
Перевірка наданих документів на цистерну	+	+	+
Перевірка конструкційних характеристик на відповідність затвердженому типу	+	—	—
Зовнішній огляд	+	+	+
Внутрішній огляд	+	+	+
Випробування на герметичність	+	+	+
Гідравлічне випробування під тиском	+	+	
Перевірка належного функціонування експлуатаційного обладнання вагона-цистерни	+	+	+
Оформлення результатів перевірки	+	+	+
Нанесення маркування на вагон-цистерну	+	+	+

Перевірка конструкційних характеристик вагона-цистерни включає: перевірку використаних для виготовлення виробу марок матеріалів та товщини стінок цистерни (котла); розгляд методів виробництва; перевірку стану цистерни; перевірку основних розмірів; неруйнівний контроль зварних з'єднань; перевірку контрольних зварних з'єднань з використанням пластин, якщо це передбачено міжнародними регламентами з перевезення небезпечних вантажів.

Матеріали, з яких виготовлено корпус (котел) вагона-цистерни, трубопроводи, конструкційне та експлуатаційне обладнання, мають бути належним чином промарковані та відповідати відомостям, зазначеним у тех-

нічних умовах на вагон-цистерну. Фактична товщина корпусу (котла) вагона-цистерни, трубопроводів та конструкційного обладнання не має бути меншою зазначеної у технічних умовах на вагон-цистерну, керівництві з його ремонту або розрахунках, що перевіряється шляхом проведення вимірів укомплектованого вагона-цистерни. Способи виготовлення та відомості про термічну обробку, прокатку та формування матеріалів корпусу (котла) вагона-цистерни, трубопроводів та конструкційного обладнання повинні відповідати технічним умовам та конструкторській документації на вагон-цистерну, затвердженою у встановленому законодавством порядку. Контроль за станом

вагона-цистерни здійснюють візуально з метою виявлення будь-яких поверхневих дефектів. Основні розміри цистерни мають відповідати значенням, встановленим у технічних умовах на вагон-цистерну. Неруйнівний контроль зварних з'єднань виконують радіографічним або ультразвуковим методом. Зварні з'єднання, які не можуть бути перевірені зазначеними методами через свою конструкцію чи розташування, можна перевіряти капілярним або магнітопорошковим методом. Неруйнівний контроль зварних з'єднань має відповідати вимогам нормативних документів (наприклад, європейського стандарту, міждержавного стандарту або стандарту України), згідно з якими було спроектовано та виготовлено вагон-цистерну. Контроль зварних з'єднань із використанням пластин здійснюють відповідно до законодавства. Фахівці з неруйнівного контролю повинні мати необхідні сертифікати для проведення робіт з неруйнівного контролю відповідно до вимог «Правил сертифікації фахівців з неруйнівного контролю» [26].

Внутрішній огляд вагона-цистерни, що не має захисного внутрішнього облицювання чи покриття, здійснюють візуально з метою виявлення будь-яких поверхневих дефектів. Якщо корпус (котел) вагона-цистерни має ознаки зменшення товщини стінок, то має бути проведено відповідні виміри для визначення відповідності товщини стінок зазначеним у технічних умовах на вагон-цистерну. Захисне облицювання чи покриття перевіряють із застосуванням методів контролю, визначених заводом-виробником, наприклад за допомогою іскрового дефектоскопу.

Зовнішній огляд вагона-цистерни здійснюють візуально з метою виявлення будь-яких поверхневих дефектів. Якщо корпус (котел) вагона-цистерни має ознаки зменшення товщини стінок, то має бути проведено відповідні виміри для визначення відповідності товщини стінок зазначеним у технічних умовах на вагон-цистерну. Перевірку кріплення вагона-цистерни та її конструкційного обладнання здійснюють візуально. При цьому перевіряють: опорні та посилюючі елементи вагона-цистерни, засоби кріплення цистерни до рами вагона, несні елементи візка (надресорні балки та бокові рами), будь-яке конструкційне захисне

обладнання, таке як кришка оглядового люка, сонцезахисний екран. Обшивку теплоізоляційного чи іншого захисту корпусу (котла) вагона-цистерни можна знімати тільки у разі, якщо це необхідно для надійної оцінки його стану. Корпуси (котли) вагона-цистерни, які обладнані пристроєм заземлення, перевіряють з метою визначення відповідності цих пристроїв встановленим законодавством вимогам. Опір між заземлювальним пристроєм та металевими частинами вагона-цистерни не повинен перевищувати 10 Ом.

Гідравлічному випробуванню під тиском підлягають: корпус (котел) вагона-цистерни в цілому та кожна секція, якщо корпус (котел) поділено на секції; усі трубопроводи та все експлуатаційне обладнання, за винятком дихальних пристроїв, запобіжних клапанів та розривних мембран. Знімні елементи обладнання або системи трубопроводів можуть піддаватись випробуванню окремо. Перед проведенням випробування зовнішня поверхня вагона-цистерни має бути чистою та сухою для забезпечення можливості виявлення будь-якої течії. Гідравлічне випробування вагонів-цистерн, що надаються для первинної перевірки, має проводитись перед їх фарбуванням, нанесенням захисного облицювання (покриття) чи встановленням будь-якої ізоляції.

Гідравлічне випробування корпусу (котла) вагона-цистерни в цілому, а також кожної секції багатосекційних контейнерів-цистерн (переносних цистерн) та котлів вагонів-цистерн проводять пробним тиском, зазначеним на корозієстійкій табличці, або у технічних умовах на вагон-цистерну. Перегородки секцій, цистерн, максимальний робочий тиск яких визначається тільки гідростатичним тиском, мають бути випробовані під гідравлічним тиском, який у 2 рази перевищує статичний тиск, що утворюється найважчим небезпечним вантажем, що буде перевозитись у вагон-цистерні, але не менше ніж у 2 рази перевищує статичний тиск води. В обох випадках тиск має бути виміряний у нижній частині цистерни. Статичний гідравлічний тиск дорівнює тиску, що створюється найвищим стовпом рідини, який може виникнути у вагон-цистерні. Пробний тиск вимірюють у верхній частині вагона-цистерни чи секції вагона-цистерни.

Для проведення гідравлічного випробування під тиском здебільшого використовують воду. Інші рідини можна використовувати тільки за згодою технічного експерта. Температура спалаху альтернативних рідин для проведення гідравлічного випробування має перевищувати плюс 60 °С. Перед початком проведення гідравлічного випробування під тиском цистерну наповнюють рідиною не менше ніж на 99 % її місткості по воді та поетапно герметизують.

Гідравлічне випробування під тиском вагонів-цистерн із максимальним робочим тиском не більше ніж 0,05 МПа (0,5 бар) можна здійснювати у такий альтернативний спосіб:

- вагон-цистерну наповнюють водою чи іншою рідиною для проведення випробувань не менше ніж на 99 % її місткості по воді. За допомогою незаймистого та нетоксичного газу над поверхнею рідини створюють надлишковий тиск;

- у системі подачі газу має бути запобіжний пристрій, відрегульований таким чином, щоб надлишковий тиск у вагоні-цистерні не міг перевищувати пробний тиск більше ніж у 1,05 раза.

Пробний тиск підтримують протягом часу, необхідного технічному експерту для огляду вагона-цистерни чи секції вагона-цистерни, але не менше ніж 15 хвилин для корпусів (котлів) вагонів-цистерн, не обладнаних теплоізоляцією, та не менше ніж 30 хвилин для корпусів (котлів) вагонів-цистерн з теплоізоляцією. Пробний тиск вимірюють за висотою стовпа манометричної рідини в U-подібному манометрі, напірній трубі або іншим відповідним типом манометрів. Вважається, що вагон-цистерна витримав гідравлічне випробування під тиском, якщо не виявлено: течі, падіння тиску за манометром, видимих залишкових деформацій.

За згодою технічного експерта в особливих випадках гідравлічне випробування допускається замінити пневматичним за умови дотримання необхідних заходів безпеки. Забороняється використовувати токсичні та корозійні рідини та гази. Якщо проведення випробувань здійснюють виключно із використанням газу, визначення надлишкового тиску в цистерні має здійснюватись з захищеного безпечного місця.

Випробуванню на герметичність підлягають корпус (котел) вагона-цистерни та експлуатаційне обладнання (у тому числі

обладнання, постійно з'єднане з цистерною гнучкими шлангами). Якщо корпус (котел) вагона-цистерни поділено на секції, випробування на герметичність проводять окремо на кожній секції. За наявності декількох запірних пристроїв, розташованих послідовно один за одним, кожен з них випробовують окремо. Якщо запірним пристроєм є клапан, то на герметичність випробовують сальникове з'єднання та ущільнювальний елемент. Під час випробування секції, суміжні секції мають бути порожніми та незагерметизованими. Перед проведенням випробування зовнішня поверхня вагона-цистерни має бути чистою та сухою для забезпечення можливості виявлення будь-якої течі.

Випробування на герметичність проводять під пробним тиском, який має бути не нижче максимального робочого тиску. Якщо для випробування на герметичність використовують газ, випробування має проводитись під тиском, що становить не менше ніж 25 % максимального робочого тиску. У будь-якому разі тиск має становити не менше ніж 0,02 МПа (0,2 бар). Пробний тиск вимірюють у верхній частині цистерни або секції цистерни. Герметичність внутрішніх запірних пристроїв перевіряють під пробним тиском, а також додатково під тиском не більше ніж 0,02 МПа (0,2 бар).

Рідина, що використовується для проведення випробування на герметичність, має бути сумісною з матеріалами вагона-цистерни та небезпечними вантажами, для перевезення яких використовуватиметься вагон-цистерна. Крім цього, рідина не повинна становити небезпеки для персоналу, що здійснює перевірку, та іншого персоналу, який знаходиться поблизу з об'єктом випробувань. Перед початком проведення випробування на герметичність цистерну наповнюють рідиною не менше ніж на 99 % її місткості по воді та поетапно герметизують.

Гідравлічне випробування на герметичність вагонів-цистерн із максимальним робочим тиском не більше ніж 0,05 МПа (0,5 бар) можна здійснювати у такий альтернативний спосіб:

- вагон-цистерну наповнюють водою чи іншою рідиною для проведення випробувань не менше ніж на 95 % її місткості по воді. За допомогою незаймистого та нетоксичного газу над поверхнею рідини створюють надлишковий тиск;

– у системі подачі газу має бути запобіжний пристрій, відрегульований таким чином, щоб надлишковий тиск у вагоні-цистерні не міг перевищувати пробний тиск більше ніж у 1,05 раза.

Пробний тиск підтримують протягом часу, необхідного технічному експерту для огляду цистерни чи секції цистерни, але не менше ніж 5 хвилин. Для оцінювання результатів випробування немає необхідності спускати у суміжні відсіки цистерни. Вважається, що цистерна витримала випробування на герметичність, якщо не виявлено зволоження, утворення крапель чи бульбашок.

Під час перевірки належного функціонування експлуатаційного обладнання вагона-цистерни перевіряють відповідність обладнання та його маркування встановленим законодавством вимогам, а також відповідність всього експлуатаційного обладнання умовам експлуатації вагона-цистерни. Крім цього, перевіряють відповідність експлуатаційного обладнання технічним умовам на вагон-цистерну. Все експлуатаційне обладнання (у тому числі обладнання, постійно з'єднане з цистерною гнучкими шлангами) перевіряють у положенні, встановленому для експлуатації. Якщо перевірити обладнання у положенні, встановленому для експлуатації, неможливо, наприклад, у випадку наявності запобіжних клапанів чи дихальних пристроїв, його перевіряють окремо.

Запобіжні пристрої, крім пристроїв, установлених на вагонах-цистернах, які залишаються відкритими під час перевезення (наприклад дихальні клапани чи пристрої), перевіряють на відсутність протікань у разі перебування у положенні під кутами 90°, 180° та 210°. Пробний тиск має перевищувати імовірний статичний тиск, який може утворитися від впливу на запобіжний пристрій стовпу речовин, що будуть перевозитись, не менше ніж на 10 %. Запобіжні клапани перевіряють на спрацювання при встановленому тиску. Запобіжні (руйнівні) мембрани, якщо ними має бути обладнана цистерна, перевіряють на цілісність та відповідність установленим законодавством вимогам. Гнучкі з'єднання та стаціонарно встановлені шланги, що є частиною системи наповнення та/або спорожнення, перевіряють

візуально. Фарбу чи покриття у разі необхідності видаляють.

Результати перевірок, а також дефекти та невідповідності, виявлені під час перевірки вагона-цистерни, мають бути зафіксовані та оформленні у протоколі.

Нанесення маркування

До корпусу (котла) вагона-цистерни у легкодоступному для контролю місці виробник повинен міцно прикріпити корозієстійку металеву табличку відповідної форми. Для цистерн, виготовлених з армованих волокном пластмас (далі - волокніт), таблички можуть бути виготовлені з полімерних матеріалів.

На табличці, прикріпленій до вагона-цистерни, мають бути нанесені методом штампування або іншим зносостійким методом відомості, передбачені міжнародними регламентами з перевезення небезпечних вантажів. Дозволяється зазначені відомості наносити гравіюванням або іншим відповідним методом безпосередньо на корпус (котел) вагона-цистерни, якщо стінка посилена таким чином, що нанесення маркування не призведе до зменшення її міцності.

На вагоні-цистерні або на його металевій табличці згідно з вимогами міжнародних регламентів з перевезення небезпечних вантажів також має бути нанесено: код цистерни; коди спеціальних положень (якщо вони визначені для вантажу), що стосуються виготовлення (ТС), обладнання (ТЕ); дата проведення наступної перевірки.

Дату та вид перевірки наносить технічний експерт, який проводив перевірку, засвідчуючи своїм клеймом. Будь-які зміни, що вносяться в інформацію, зазначену на табличці, технічний експерт засвідчує клеймом, яке проставляється поряд із внесеними змінами. Якщо корозієстійка табличка на вагоні-цистерні відсутня або на ній відсутнє місце для зазначення відповідних відомостей, уповноважений орган повинен забезпечити, щоб до корпусу (котла) вагона-цистерни була прикріплена корозієстійка металева табличка встановленого зразка. На вагонах-цистернах побудови до 01 січня 2005 року допускається прикріплювати табличку на торці шворневої балки. Висота літер у маркуванні, що зазначається на корозієстійкій табличці, прикріпленій до вагонів-цистерн, має бути не менше ніж 4 мм.

Маркування на вагон-цистерну наносять мовою країни реєстрації цистерни та англійською або російською мовою. Вид перевірки (первинна, періодична, проміжна) позначають літерою латинського алфавіту, яка проставляється після дати проведення перевірки. Первинна та періодична перевірка позначаються літерою «Р», а проміжна – літерою «L».

Програми технічного діагностування

Для проведення діагностування (перевірки) вагонів-цистерн уповноважений орган розробляє та погоджує з відповідним компетентним органом у сфері перевезення небезпечних вантажів типову та індивідуальну програми технічного діагностування вагонів-цистерн.

Типову програму технічного діагностування цистерн розробляють у разі перевірки вагонів-цистерн, що виготовлені відповідно до міжнародних регламентів з перевезення небезпечних вантажів та мають корозієстійку табличку з відповідною інформацією. Цистерни, що не відповідають вимогам міжнародних регламентів з перевезення небезпечних вантажів і не мають корозієстійкої таблички з відповідною інформацією, перевіряють за індивідуальними програмами технічного діагностування вагонів-цистерн.

Індивідуальну програму технічного діагностування розробляє уповноважений орган на кожний тип вагонів-цистерн. Індивідуальні програми технічного діагностування вагонів-цистерн можуть містити інші значення пробного тиску, ніж передбачені Порядком [21].

Вимоги до уповноважених органів

Суб'єкт господарювання може бути призначений за таких умов:

- якщо він є резидентом України;
- він є власником, балансоутримувачем або має чинний довгостроковий договір на оренду приміщень, матеріально-технічної бази, діагностичного обладнання, засобів вимірювальної техніки та електронно-обчислювальної техніки;
- має у складі суб'єкта господарювання технічних експертів;
- має власну систему управління якістю, яка відповідає заявленій галузі уповноваження, що передбачає проведення постійного контролю за забезпеченням якості проведених робіт, а також внутрішніх періодичних перевірок та яка відповідає вимогам стандар-

ту ДСТУ ISO 9001:2015 «Система управління якістю. Вимоги» [27];

- має комп'ютерне обладнання з підключенням до мережі Інтернет для ведення електронного обліку протоколів перевірки і Свідоцтв та передачі відповідної інформації до бази даних компетентних органів у сфері перевезення небезпечних вантажів;

- забезпечує реєстрацію, зберігання та контроль заявок на проведення перевірок вагонів-цистерн та матеріалів за їх результатами (протоколів і актів перевірок, робочих журналів, Свідоцтв).

Суб'єкт господарювання має створювати необхідні умови для проведення перевірки вагонів-цистерн та оформлення її результатів. Суб'єкт господарювання повинен оприлюднити інформацію про: місцезнаходження виробничого приміщення для перевірки вагонів-цистерн; види вагонів-цистерн, перевірка яких здійснюється ним як уповноваженим органом; перелік послуг, що надається, та їх вартість; актуальний номер телефону, телефаксу та адреса електронної пошти; режим роботи.

Кваліфікаційні вимоги до технічних експертів

Для виконання робіт з перевірки вагонів-цистерн суб'єкт господарювання повинен мати достатню кількість технічних експертів відповідної кваліфікації. Технічний експерт повинен відповідати вимогам наведеними в Порядку [21].

Технологічні вимоги до суб'єкта господарювання з проведення перевірок

Рівень акредитації (атестації) та технологічні можливості суб'єкта господарювання повинні відповідати вимогам законодавства України для виконання повного циклу робіт, пов'язаних з проведенням перевірки вагонів-цистерн, оформленням і видачею Свідоцтв за її результатами. Суб'єкт господарювання з проведення перевірок вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів повинен мати:

- відповідні нормативні та технічні документи, науково-методичну літературу з питань неруйнівного контролю та зварювання металевих матеріалів, а також міжнародні регламенти з перевезення небезпечних вантажів та нормативно-правові акти у цій сфері;

- типову та індивідуальні програми технічного діагностування;

– технічне оснащення та пристрої, наведені в Порядку [21].

Порядок уповноваження суб'єктів господарювання на проведення перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів

Суб'єкт господарювання, який має намір проводити перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів, подає до Міністерства інфраструктури України разом із супровідним листом повідомлення (заяву) про надання йому повноважень на проведення відповідних перевірок, а також документи, засвідчені підписом керівника і печаткою (за наявності) суб'єкта господарювання-заявника, які наведено в Порядку [21].

На проведення перевірок вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів не можуть уповноважуватися суб'єкти господарювання: виробники, власники, оператори вагонів-цистерн та перевізники, а також суб'єкти господарювання, які виконують ремонт чи переобладнання вагонів-цистерн, що перевіряються. Крім цього, на проведення перевірок цих вагонів-цистерн не можуть уповноважуватися суб'єкти господарювання, які представляють інтереси окремих виробників, власників, операторів вагонів-цистерн, перевізників або окремих суб'єктів господарювання, які виконують ремонт чи переобладнання вагонів-цистерн.

Висновки

Аналіз існуючого парку вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів дозволив встановити, що основну їх частину складають вагони-цистерни для перевезення нафти і нафтопродуктів моделей 15-871, 15-1547, 15-Ц863 та для перевезення спиртів – вагони-цистерни моделей 15-1454, 15-Ц859, 15-1547-01.

Розгляд та аналіз діючого в Україні Порядку перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів дозволив визначити вимоги до перевірок вагонів-цистерн та їх маркування за результатами проведення перевірки; перелік необхідних документів для проведення перевірки та необхідні обсяги проведення робіт, залежно від виду перевірки; вимоги до уповноважених органів, кваліфікації технічних експертів, технологічних можливостей уповноваженого органу; порядок уповноваження суб'єктів господарювання на проведення перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів.

За результатами аналізу діючої нормативної документації та спираючись на багаторічний досвід спеціалізованих організацій в напрямку перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів визначено їх найбільш важливі елементи конструкції, які потребують особливої уваги під час здійснення перевірок.

Література

1. Про перевезення небезпечних вантажів [Електрон. ресурс]: Закон України від 6 квітня 2000 р. № 1644-III. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#Text>.
2. Правила перевезення небезпечних вантажів [Електрон. ресурс] : затв. наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 25.11.2008 р. № 1430. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0180-09#Text>.
3. ДСТУ 3445-96. Вагони-цистерни магістральних залізниць колії 1520 мм. Згальні технічні умови (ГОСТ 10674-97). [Чинний від 01-07-1999]. – Київ: Держстандарт України, 1999. – 31 с. (Нац. Стандарт України).
4. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 01-07-2015]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 162 с. (Нац. Стандарт України).
5. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. [Чинний від 22-12-2014]. – Москва: Стандартінформ, 2014. – 54 с. (Міждержавний стандарт).
6. EN 13094:2015. Tanks for the transport of dangerous goods – Metallic tanks with a working pressure not exceeding 0,5 bar – Design and construction. [Effective Date 01 July 2015]. – Technical Committee CEN/TC 296 «Tanks for transport of dangerous goods», 2015. – 86 p. (Європейський стандарт).
7. EN 14025:2018. Tanks for the transport of dangerous goods. Metallic pressure tanks. Design and Construction. [Effective Date 01-09-2018]. – Technical Committee CEN/TC 296 «Tanks for transport of dangerous goods», 2018. – 61 p. (Європейський стандарт).
8. EN 12663-2:2010. Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies. Freight wagons. [Чинний від 01-07-2010]. – Technischen Komitee CEN/TC 256 «Eisen-

bahnwesen», 2010. – 50 р. (Європейський стандарт).

9. Бубнов В. М. Создание и внедрение нового поколения железнодорожных цистерн с улучшенными технико-экономическими характеристиками: Автореферат дис. докт. техн. наук: 05.22.07 / Бубнов Валерий Михайлович. М., 1991. – 48 с.

10. Мартинов І. Е. Оптимізація опорного пристрою вагона-цистерни / І. Е. Мартинов, М. В. Павлюченков // Зб. наук. пр. УкрДАЗТ. – Харків, 2013. – Вип. 138. – С. 221-225.

11. Филиппов В. Н. Исследование поведения вагонов при аварийном соударении [Текст]: (Анализ аварийных ситуаций с цистернами) / В. Н. Филиппов, Е. А. Радзиховский // Вестник ВНИИЖТ. – 1994. – № 3. – С. 9 – 12.

12. Котуранов В. Н. Специализированные цистерны для перевозки опасных грузов: справ. пособие / В. Н. Котуранов, В. Н. Филиппов, А. В. Смольянинов и др. М.: Изд. стандартов, 1993. – 215 с.

13. Лагута В. С. Расчет котлов цистерн с учетом температурных воздействий. Тр. МШТ, 1978, вып.610, С. 136–144.

14. Филиппов В. Н. О защите котлов цистерн для перевозки опасных грузов / Филиппов В. Н., Смольянинов А. В. // Повышение надежности, совершенствование технического обслуживания и ремонта вагонов: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 80. -М.: УЭМИИТ. 1989. – С.65–71.

15. Донченко А. В. Разработка конструкции и расчетные исследования четырехосной цистерны с повышенной осевой нагрузкой: Автореферат дис. . канд. техн. наук: 05.22.07 / Донченко Анатолий Владимирович. Днепропетровск, 1990. – 21 с.

16. Котуранов В. Н. Повреждения котлов и рам нефтебензиновых железнодорожных цистерн и их влияние на безопасность движения / В. Н. Котуранов, М.Н. Овечников // Безопасность движения поездов: труды науч.-практ. конф. -М.-МИИТ, 1999. С.IV-4 - IV-5.

17. Особливості проведення випробувань вагона-цистерни для перевезення небезпечних вантажів / М. Б. Кельріх, Н. С. Брайковська, О. В. Фомін, П. М. Прокопенко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2019. – № 3 (251). – С. 77-83.

18. Контрольні випробування вагона-цистерни з метою оцінки залишкового ресурсу несучих конструкцій [Електрон. ресурс] / О. В. Фомін, П. М. Прокопенко, О. В. Бурлуцький, А. М. Фоміна // Вчені записки ТНУ

імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69), ч. 2, № 5. – С. 154–159. Режим доступу: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.5-2/27>.

19. Кочешкова Н. С. Особливості експлуатації та вимоги до вагонів-цистерн для транспортування кислотних меланжей / Н. С. Кочешкова // Залізничний транспорт України. – 2016. – № 3-4. – С. 65-72.

20. Щодо питання технічного діагностування вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів. / В. О. Шушмарченко, В. В. Федоров, А. М. Стринжа, Д. В. Федосов-Ніконов // Рейковий рухомий склад. – Кременчук, 2020. – Вип. 20. – С. 89-95.

21. Порядок перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів [Електрон. ресурс]: затв. Наказом Міністерства інфраструктури України, Міністерства внутрішніх справ України від 12.05.2015 р. № 166/550. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0663-15#Text>.

22. Директива 2008/68/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24.09.2008 р. про внутрішні перевезення небезпечних вантажів.

23. Технічний регламент надання послуг з перевезення пасажирів та вантажів залізничним транспортом [Електрон. ресурс]: затв. постановою КМУ від 01.03.2010 р. № 193. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/193-2010-%D0%BF#Text>.

24. Технічний регламент рухомого обладнання, що працює під тиском [Електрон. ресурс]: затв. постановою КМУ від 04.07.2018 р. № 536. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/536-2018-%D0%BF#Text>.

25. Альбом-справочник "Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм". 002И-2010 ПКБ ЦВ.

26. Правила сертифікації фахівців з неруйнівного контролю [Електрон. ресурс]: затв. наказом Міністерства надзвичайних ситуацій від 10.12.2012 р. № 1387. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0010-13#Text>.

27. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2015, iDT) [Чинний від 01-07-2016]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 30 с. (Нац. Стандарт України).

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Сулим Андрій Олександрович,

к. т. н., заступник директора з наукової роботи ДП «Український науково-дослідний інститут вагобудування» (ДП «УкрНДІВ»).

Вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, 39621, Україна.

Тел.: +38 053 666 23 32.

E-mail: sulim1.ua@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8144-8971>.

Стринжа Андрій Миколайович,

завідувач лабораторії ДП «УкрНДІВ».

Вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, 39621, Україна.

Тел.: +38 053 666 23 32.

E-mail: sulim1.ua@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3743-7006>.

Тімошин Олексій Олексійович,

завідувач лабораторії ДП «УкрНДІВ».

Вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, 39621, Україна.

Тел.: +38 053 666 23 32.

E-mail: sulim1.ua@gmail.com.

Шушмарченко Василь Олександрович,

науковий співробітник ДП «УкрНДІВ».

Вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, 39621, Україна.

Тел.: +38 053 666 23 32.

E-mail: sulim1.ua@gmail.com.

Полулях Віталій Миколайович,

старший науковий співробітник

ДП «УкрНДІВ».

Вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, 39621, Україна.

E-mail: sulim1.ua@gmail.com

Тел.: +38 053 666 23 32.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2259-7157>.

Інформатизація і зв'язок

УДК 656.254.1:[654:621.396.43](477)(045)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-52-59

Інженер Забурмеа М. В.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА РОЗВИТОК ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ УКРЗАЛІЗНИЦІ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ РАДІОРЕЛЕЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Ключові слова: залізниця, радіорелейний зв'язок, радіорелейна лінія, телекомунікаційна мережа, передача даних, інтерфейс, технологія, протокол.

Вступ

Початок ХХІ сторіччя ознаменувався бурхливим розвитком більшості сфер людської діяльності. Ланка телекомунікацій в цій справі займає одне з лідируючих позицій. І це не дивно, адже потреби в доступі до мережі Internet, послуг голосового та відеозв'язку, різноманітних сервісів та служб в життєдіяльності людини зростає в геометричній прогресії. Ключову роль в цьому процесі відіграє середовище передачі даних. Найпоширеніше та найнадійніше це світловод волоконно-оптичного кабелю. Свого часу Укрзалізниця приділила увагу в розвитку

своєї транспортної телекомунікаційної мережі. Вздовж головних артерій сталевих магістралей України було прокладено оптичну лінію зв'язку, тож можна із впевненістю сказати, що на таких дільницях залізниці можливо без вагань проводити модернізацію телекомунікаційної складової залізничного транспорту. Але все ж таки створити єдину цифрову мережу яка б охопила всі залізничні напрямки та станції на сьогоднішній день не вдасться. Причина в тім, що в переважній більшості на одноколіїних напрямках, які примикають до головного ходу залізниці, волоконно-оптична лінія зв'язку відсутня. Такі дільниці оснащені кабельною лінією з мідними жилами таких марок як МКПАБ, МКСАШп, ТЗА, ТЗАБ та іншими. Обладнання зв'язку що підключене до такої лінії має аналогове виконання і було спроектоване та введене в роботу за часів СРСР. Серед таких зразків можна виділити найпоширеніші: комутатори зв'язку КАСС-22, КАСС ДСП, автоматичні телефонні станції КРЖ на 50 та 100 номерів, дуплексні підсилювачі ПТДУ-67, ПТДУ-М, апаратура ущільнення телефонних каналів В-3-3, К-12, LVK-12, TN-12 ТКЕ [1, 2]. Таке обладнання зв'язку призначене працювати виключно з сигналами тональної частоти, і про передачу великих об'ємів да-

них мова не йде. Постає питання, а чи можливо провести модернізацію пристроїв та підключити такі напрямки до загальної телекомунікаційної мережі Укрзалізниці, використовуючи існуючу лінію зв'язку з мідними жилами. Теоретично так. Наприклад можливе застосування модемного обладнання, що працює за технологією SHDSL (Symmetric High bit-rate Digital Subscriber Line). Опираючись на середні показники, за допомогою таких модемів можливо по одній парі проводів передати потік інформації зі швидкістю до 2,3 Мбіт/с. Можливо досягти і більших показників швидкості до 4,6 Мбіт/с, але в такому випадку потрібно задіяти 2 пари проводів. Нормована відстань між модемами повинна складати не більш 7,5 км. В разі, коли відстань між модемами перевищить допустиму, необхідно застосовувати регенератори. Також не обійтись без додаткового обладнання, такого як модулі керування та системи адміністрування [3, 4]. Але недоліків в такій системі більше ніж позитиву. По перше, лінія для такої системи передачі даних повинна мати майже зразкові електричні характеристики, повинно забезпечуватись симетрування жил кабелю, мати мале перехідне згасання в місцях з'єднання кабелю, опір ізоляції повинен мати відповідні нормовані значення для певного типу кабелю [5, 6]. Досягти відповідних показників на лініях, які в переважній своїй більшості експлуатуються понад 30 років, завдання вкрай не з простих. По друге, технологія xDSL хоч і зарекомендувала свого часу себе позитивно, на сьогоднішній день не являється перспективною і опираючись на неї не можна бути впевненим в завтрашньому телекомунікаційному дні. Лінія зв'язку з мідними жилами вичерпала свої можливості і не здатна бути далекоглядним інструментом в світі інновацій, що бурхливо розвивається. Звідси можливо зробити висновок - вкладати кошти та зусилля в гонитві за вчорашнім днем не є доцільним.

Для виходу із ситуації яка склалась, зрозуміло що необхідне інше середовище для передачі інформації, яке б задовільнило телекомунікаційні потреби залізниці на довгі роки. Перше що спадає на думку, це побудова оптичних ліній зв'язку на дільницях де існує тільки кабель з мідними жилами. Адже забезпечити надійну передачу великих обсягів інформації на великих швидкостях з мінімальними втратами на сьогоднішній день

здатен лише оптичний світловод. Організувавши оптичну лінію зв'язку на дільницях залізниці на яких така відсутня, Укрзалізниця вирішила б всі проблеми що до організації передачі даних для власних потреб і не тільки. В такому випадку залізниця мала б загальну мережу, що охоплювала б всі її станції та напрямки, поступовий перехід і впровадження необхідних сервісів та служб позитивно б позначились на роботі залізниці в цілому. Але і така система має суттєвий недолік - це вартість побудови такої лінії. Укладка кабелю в ґрунт являється найдорожчою процедурою в побудові телекомунікаційної мережі. Необхідно прийняти міри по захисту кабелю від механічних пошкоджень, шляхом застосування захисної поліетиленової труби (ЗПТ), або вибору марки оптичного кабелю з захисною бронею. Дільниці залізниць що не обладнанні оптичною лінією зв'язку часто мають не простий ландшафт та рельєф, а саме, наявність мостів, віадуків, рік, гірських порід, що в свою чергу, інколи, змушує прокладати лінію не в смузі відводу залізниці, а по землях сторонніх землевласників. Виникає необхідність погодження проекту із сторонніми організаціями та забезпечення з їх сторони технічного нагляду за виконанням робіт. Також необхідно враховувати елемент прихованих робіт в проектах ліній зв'язку. Всі перелічені фактори впливають на побудову оптичної лінії в сторону збільшення її вартості. В такому випадку необхідно шукати альтернативну систему передачі інформації. І вона виявляється є, це радіорелейний зв'язок.

Сучасний радіорелейний зв'язок уявляє собою систему, що в деякій мірі здатна конкурувати з оптичною лінією зв'язку, а саме у вартості, швидкості організації такої системи, легкою масштабованістю.

Мета дослідження

Метою даного дослідження є розгляд основних характеристик сучасного радіорелейного зв'язку, його переваг і недоліків та можливостей щодо впровадження на окремих дільницях АТ «Укрзалізниця».

Загальні відомості про радіорелейний зв'язок

Слово радіорелейний походить від латинського слова *radio* – випромінювати та англійського *relay* – зміна, тобто випромінювання на змінній частоті. Радіорелейний зв'язок – це радіозв'язок з використанням ланцюга

приймально-передавальних (радіорелейних) радіостанцій, зазвичай з антенами розташованими у межах прямої видимості. Ці станції працюють в діапазоні надвисоких частот (НВЧ) 3-30 ГГц, довжина хвилі яких складає від 10 до 1 см. Для таких довжин хвиль атмосфера являється прозорим середовищем, а поверхня Землі – екраном. В такому діапазоні частот сигнал що передається краще сфокусувати між двома чітко направленими одна на одну антенами, завдяки цьому відбувається висока ефективність передачі сигналу, антени мають невеликі розміри, а потужність передавачів складає до 20 Вт. В діапазоні НВЧ можливо забезпечити швидкість передачі даних до 10 Гбіт/с. В останній час в світі освоєється діапазон вищого спектру вкрай високих частот (ВВЧ) 30 – 300 ГГц, з довжиною хвилі від 10 до 1 мм. На таких частотах можливо забезпечити швидкість передачі інформації більше ніж 10 Гбіт/с, але в діапазоні ВВЧ відбувається велике згасання сигналу та суттєвий негативний вплив на такі частоти здійснюють атмосферні опади [7].

В радіорелейному зв'язку існує двох або чотирьохчастотний розподіл робочих частот. При двохчастотній системі, передавачі радіорелейної станції працюють на одній частоті, а приймачі на іншій. В такому разі може виникати негативний ефект взаємного впливу сигналів, що надходять до приймачів однієї станції. Для запобігання взаємного впливу застосовуються антени, які мають захисну дію що послабляє сигнал з протилежного напрямку не менше як на 65 дБ. Двохчастотна система більш економічна щодо використання радіочастотного ресурсу. При чотирьохчастотній системі кожен передавач і кожен приймач радіорелейної станції працює на окремій частоті, тому взаємного впливу між сигналами не виникає. В такій системі застосовуються антени до яких вимагаються менш жорсткі вимоги щодо їх захисної дії. Але використання радіочастотного діапазону такої системи є неекономічним [8]. В сучасних радіорелейних станціях використовується дво-частотна система прийому-передачі. Розподіл та використання певних діапазонів частот під відповідну радіотехнологію, в нашій державі регламентується такими нормативними документами: постанова Кабінету Міністрів України № 1208 від 15 грудня 2005р. «Про затвердження Національної таблиці ро-

зподілу смуг радіочастот України», та «Плану використання радіочастотного ресурсу України» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 9 червня 2006 р. № 815.

Радіорелейні станції що знаходяться по краях радіорелейної лінії називають кінцевими, проміжні станції являються ретрансляторами. Слово «ретранслятор» походить від латинського *translation* – передача, префікс *re* вказує на дії що повторюються. Ретранслятори бувають активні та пасивні. Активний ретранслятор це радіорелейна станція, що підсилює прийнятий сигнал та передає його далі у відповідному напрямку. На таких станціях при необхідності виділяється частина трафіку від основного потоку. Пасивний ретранслятор це конструкція відповідних форм та розмірів, що відбиває прийнятий сигнал в певному напрямку. Проміжна радіорелейна станція на якій здійснюється відгалуження від основної лінії називається вузловою. Скупність кінцевих, проміжних та вузових радіорелейних станцій утворюють радіорелейну лінію. Для побудови радіорелейної лінії має виконуватись умова прямої видимості між антенами радіорелейних станцій, що досягається правильними вибором ландшафту траси та висотою веж з антенами [9].

У світі найбільшого поширення набули цифрові радіорелейні станції фірма Ericsson, доля ринку якої становить 40 % від світового. Застосовуються для організації зв'язку та передачі даних переважно операторами стільникового зв'язку, а також для організації магістральних ліній зв'язку в галузях нафто та газо добувних компаній, для забезпечення зв'язком населених пунктів у важкодоступних районах, оперативного забезпечення зв'язком при аварійно-відбудовчих роботах. В Україні радіорелейний зв'язок використовується також переважною більшістю стільниковими компаніями та компаніями фіксованого зв'язку, великими підприємствами приватної форми власності. Даним видом зв'язку користуються нафто та газопереробні компанії особливо в західних частинах України де переважає гірська місцевість і укладка оптичного кабелю не є можливою. За останні роки радіорелейний зв'язок впевнено використовується і в Збройних силах України.

Огляд радіорелейного обладнання та його основних характеристик

На світовому телекомунікаційному ринку та на українському зокрема, представлено широкий вибір радіорелейного обладнання відомих світових компаній та таких, що тільки починають свій розвиток в цьому напрямку. Сучасне радіорелейне обладнання складається з трьох основних компонентів: антени, зовнішнього блоку ODU (Out Door Unit), який являється прийомо-передавачем, та внутрішнього блоку IDU (In Door Unit) – системного модуля. Приклади модифікацій радіорелейних станцій поширених виробників: Ericsson Mini-Link (Швеція), Alcoma ALxxF (Чехія), Alcatel-Lucent (США), NEC iPASOLINK (Японія), Huawei RNT (Китай).

Прийомо-передавач (ODU) призначений для утворення сеансу передачі та прийому радіосигналів з іншою радіорелейною станцією через антено-фідерне обладнання. На рисунку 1 наведено зображення параболічної антени з блоком ODU, які об'єднані хвильоводом невеликої довжини, зазвичай до 1м. Таке рішення дозволяє обмежити згасання сигналу між прийомо-передавачем та антеною до 0,5 дБ. В радіорелейному зв'язку в діапазоні НВЧ та ВВЧ поширене застосування набули однодзеркальні параболічні антени, але також можливе застосування таких антен, як: параболічні дводзеркальні, рупорно-параболічні, перескопічні, хвильовий канал.

Смуга пропускання антени визначається діапазоном частот в межах якого амплітудно-частотна характеристика радіо-сигналу залишається рівномірною щоб забезпечити передачу без спотворень. Однодзеркальні параболічні антени забезпечують високі показники щодо передачі сигналу, який подається на їх вхід, в наслідок відповідного свого коефіцієнта підсилення, коефіцієнта направленої дії, коефіцієнта захисної дії та діаграми направленості. Для забезпечення високого рівня перелічених показників необхідна умова щодо високої точності виготовлення дзеркала антени [10].

Модуль IDU являється адміністративним та призначений для комутації трафіку радіорелейної лінії і підключення кінцевого обладнання через відповідні інтерфейси. Він уявляє собою блок з необхідними сервісними платами і за своїми розмірами призначений розміщуватись в 19" телекомунікаційній шафі. На рисунку 2 зображено блок IDU однієї з відомих компаній, що виробляє таке обладнання. Радіорелейне устаткування різних виробників хоч і різниться зовнішнім виглядом, але основні можливості та функції в них схожі, і залежать вони від технічного завдання яке ставить замовник до такого обладнання.



Рис.1 - Параболічна антена з блоком ODU для радіорелейного зв'язку



Рис.2 Модуль IDU NEC iPasolink

Діапазони робочих частот сучасного обладнання радіорелейного зв'язку знаходяться у межах від 6 до 52 ГГц, ширина смуги пропускання - 3.5, 7, 14, 28, 40, 50, 56 та 112 МГц. Їх інтерфейси, технології та службові порти підтримуються наступним сучасним радіорелейним обладнанням. Модуль IDU має інтерфейси: Ethernet, SFP, E1, STM-1. Ethernet порти мають вихід під конектор RJ-45 і здатні працювати в режимах 1000Base-T, 100Base-TX, 10Base-T. Ethernet порт під оптичний SFP модуль забезпечує режим роботи 1000Base-SX/1000Base-LX/1000Base-T. Технологія PDH зазвичай організовується під конектор RJ-45, або електричний з'єднувач molex для передачі потоків даних E1. Система передачі даних SDH, з симетричним BNC або оптичним SC конекторами, організовує передачу даних зі швидкістю від STM-0 (51,8 Мбіт/с) до STM-64 (10 Гбіт/с). Підтримуються також такі технології та служби, як: VLAN, QoS, Auto MDIX, Master/Slave, автоматичне або ручне налаштування дуплекс/напівдуплекс, управління потоком передачі даних. Сервісні порти та їх можливості наступні: службовий порт 64 Кбіт/с RS422 або RS 232; порт службового зв'язку під конектор RJ-45; порт аварії та сигналізації під роз'єм DB-15HD. Також застосовуються адаптивні види модуляції BPSK та QPSK, від 8 QAM до 4096 QAM. Здійснюється корекція помилок за допомогою коду Ріда-Соломона, система автоматичного керування потужністю передавача. Налаштування радіорелейного обладнання відбувається за допомогою WEB системи керування або окремого програмного забезпечення. BER тест дозволяє дистанційно діагностувати систему на наявність помилок [11].

Модулі ODU та IDU з'єднуються між собою коаксіальним кабелем через конектори N female та TNC female або волоконно-оптичним кабелем через конектори FC, LC, SC. З'єднувальні фідери в своїй структурі зазвичай містять жили дистанційного живлення для ODU. При застосуванні коаксіального

кабелю довжина його, для забезпечення сталого зв'язку, не повинна перевищувати 300 м. Довжина оптичного фідера обмежується тільки граничним падінням напруги у жилах кабелю дистанційного живлення.

Існують радіорелейні станції повністю зовнішнього виконання All Out Door Unit. Конструктивно уявляє собою антену з модулем ODU, в якому розміщені роз'єми підключення Rj45, з підтримкою PoE для мідного кабелю S-STP Cat.7, та оптичного роз'єму під конектор LC. Таким чином в ODU організуються електричні та оптичні порти Gigabit Ethernet, що можуть утворювати незалежні канали передачі даних. З'єднання ODU з телекомунікаційним обладнанням здійснюється через термінальний блок, який кріпиться на DIN рейку в зв'язковій або серверній кімнатах служби зв'язку. Функціональні можливості All Out Door Unit такі ж що й у традиційних цифрових радіорелейних станцій, працюють на тих самих довжинах хвиль та мають ту ж ширину смуги пропускання сигналів. Живлення модуля ODU здійснюється за допомогою PoE через звиту пару або окремим фідером живлення.

Недоліки систем радіорелейного зв'язку

Радіорелейний зв'язок за своїми характеристиками та ціною політикою впевнено зайняв свою ланку в телекомунікаційному світі що неспинно розвивається. Але як і в будь-якій системі такий вид зв'язку має і свої недоліки, а саме:

- частоти електромагнітних коливань на яких працює радіорелейний зв'язок відбиваються від поверхні землі та штучних будов, тому при проектуванні радіорелейної лінії має бути забезпечена умова прямої видимості між прийомо-передаючими антенами, що в свою чергу впливає на збільшення висоти веж на яких розміщується радіорелейне устаткування, а відповідно і на зростання ціни такої лінії;

- частоти діапазону НВЧ до 11 ГГц піддаються впливу нижніх шарів атмосфери, що проявляється рефракцією радіохвиль (заломлення хвиль в просторі в якому вони передаються, в наслідок неоднорідної діелектричної проникності повітря у вертикальній площині), при цьому радіохвилі поширюються не в прямолінійній площині, а заломлюються або до верхніх шарів тропосфери, або до поверхні землі;

- частоти діапазону НВЧ вище 11 ГГц та діапазону ВВЧ піддаються впливу гідрометеорологічних факторів, таких як сильні дощові опади, туман, в меншій мірі снігу, що особливо впливає на горизонтальну поляризацію передаючого сигналу;

- зі збільшенням частоти, особливо діапазону ВВЧ, збільшується згасання сигналу, а відповідно і відстань між радіорелейними станціями зменшується [7, 8].

Для зменшення впливу перелічених недоліків потрібно змістовно підходити до проектування та побудови радіорелейних ліній. Як показує практика, при правильному виборі робочої частоти, відповідно до потреб об'єму передачі трафіка, правильному проведенні попередніх розрахунків та проектуванні, вплив завад вдається суттєво знизити, а інколи і звести до нуля.

Аналіз позитивних складових впровадження радіорелейного зв'язку у підрозділах АТ «Укрзалізниця»

Проведений аналіз технічних можливостей радіорелейного зв'язку та існуюча практика його впровадження і використання для технологічного зв'язку у різних галузях виробничої діяльності підтверджує можливість використання цієї системи зв'язку на теренах

залізниць АТ «Укрзалізниця». При застосуванні такого бездротового виду зв'язку на вітчизняних сталевих магістралях стане можливим вирішити проблеми із модернізацією телекомунікаційної мережі на окремих ділянках залізниць на яких не прокладена оптична лінія зв'язку. Тим паче, що саме для залізниць при побудові такої системи зв'язку впливає ряд позитивних моментів:

радіорелейне устаткування розміщуватиметься в приміщеннях та на території залізниць, що дає змогу позбутися погодження проекту з іншими землевласниками та оренди інфраструктури;

можливе використання веж радіорелейної лінії для побудови сучасного поїзного радіозв'язку GSM-R або DMR;

вартість побудови радіорелейної лінії в декілька разів нижча, а швидкість побудови вища в порівнянні зі спорудженням оптичної лінії зв'язку;

при необхідності, не виникає великої складності для організації відгалужень від основної лінії у потрібному напрямку;

напрацювання на відмову, за даними відомих світових виробників, складає не менше 10 років.

Можливості та функції радіорелейного зв'язку постійно розвиваються та розширюються. У теперішній час найбільш поширені наступні технології:

1. Застосування адаптивної модуляції, суть якої полягає в зміні величини модуляції на відповідну ширину пропускання для даного значення сигнал/шум. Нижче в таблиці 1 наведено приклад діапазону адаптивної модуляції [11].

Табл. 1 - Залежність швидкості передачі даних за системою радіорелейного зв'язку від виду модуляції та ширини смуги радіоканалу

Модуляція \ Ширина смуги	7 МГц	14 МГц	28 МГц	56 МГц
QPSK	14 Мбіт/с	28 Мбіт/с	57 Мбіт/с	114 Мбіт/с
16 QAM	28 Мбіт/с	56 Мбіт/с	114 Мбіт/с	229 Мбіт/с
32 QAM	35 Мбіт/с	71 Мбіт/с	143 Мбіт/с	287 Мбіт/с
64 QAM	42 Мбіт/с	85 Мбіт/с	172 Мбіт/с	345 Мбіт/с
128 QAM	49 Мбіт/с	99 Мбіт/с	200 Мбіт/с	402 Мбіт/с
256 QAM	-	114 Мбіт/с	229 Мбіт/с	460 Мбіт/с

2. TDMoIP (Time Division Multiplexing over Internet Protocol) – технологія передачі каналів з часовим ущільненням через мережі з пакетною передачею. Представляє собою інкапсуляцію фреймів TDM в пакети IP, але без фрейму сигналізації. Корисне навантаження IP пакета складає 31 байт, пакет починається відповідним заголовком. Така технологія є містком між TDM та IP і дозволяє без суттєвої модернізації обладнання працювати з різними мережами та протоколами [12].

3. MIMO (Multiple Input Multiple Output) – технологія яка використовує потужність випромінюючих передавачем сигналів більш ефективно, при цьому зменшує завади. Суть її полягає у використанні декількох антенних пристроїв на які подається сигнал, що розподіляється на кожен передавальну антену. Паралельний потік даних приймається такою ж кількістю антен і перетворюється в послідовний. Потужність сигналу і смуга частот при цьому залишається незмінна. В найближчому майбутньому планується впровадження технології Massive MIMO [11].

4. XPIC (Cross-Polarization Interference Cancelling) – використовується при роботі приймально-передавальних антен в режимі поляризаційного випромінювання. При поляризаційному випромінюванні швидкість передачі даних подвоюється. Дана технологія призначена усунути крос-поляризаційні завади на рівні несучої частоти демодульованих сигналів [11].

5. QoS (Quality of service) – функція яка контролює якість пакетної передачі даних для Ethernet, IP, MPLS. При передачі даних в реальному часі деякі сервіси IPTV, VoIP, відеоконференція, чутливі до втрати та затримки пакетів або появи джітера. З використанням QoS перевага при передачі потоку інформації виділяється саме пріоритетним службам, визначаючи їх по класифікаторам в заголовках пакетів [13].

6. SyncE (Synchronous Ethernet) – синхронізація в Ethernet мережі. SyncE побудована по принципу синхронізації мережі SDH та потоків E1. Призначена забезпечити надійність в каналах Ethernet та задовольнити якість в передачі голосового та відео трафіку [13].

7. SNCP (Sub-Network Connection Protection) – технологія резервування в мережі

SDH, яка втілюється побудовою кільцевої топології [13].

Перелічено далеко не всі технології, що можуть підтримуватись радіорелейним устаткуванням і використовуватися підприємствами АТ «Укрзалізниця», але всі вони покликані використовувати діапазон робочих частот більш ефективно, забезпечувати використання сучасних протоколів, покращувати та розширювати можливості передачі даних, що в свою чергу робить таку систему досить гнучкою в задоволенні телекомунікаційних потреб замовників такого обладнання та користувачів відповідних послуг зв'язку. Всі технології та протоколи які застосовуються в радіорелейному зв'язку відповідають сучасним вимогам що до передачі даних.

Висновки

Радіорелейний зв'язок включає в себе всі кращі якості як проводового, так і радіозв'язку і може бути повноцінною ланкою в побудові єдиного інформаційного простору АТ «Укрзалізниця». Завдяки широкому функціоналу цей зв'язок дозволяє не тільки модернізувати пристрої зв'язку, але й організувати доступ до необхідних сервісів, електронних ресурсів та мережі Internet на робочих місцях у галузі, які цього потребують.

Дистанційне керування устаткуванням зв'язку з віддаленого робочого місця дозволяє здійснювати налаштування та моніторинг його параметрів в реальному часі не тільки радіорелейного обладнання, а й кінцевих пристроїв, які підтримують таку функцію.

З'являється можливість організації виробничих переговорів в режимі відеоконференції, архівування переговорів по всіх або окремо визначених видах зв'язку. В разі побудови системи відеоспостереження за інфраструктурою залізниці, стане можливим спостерігати за ситуацією в реальному часі з будь-якого персонального комп'ютера або мобільного пристрою, яким буде надано дозвіл на такий доступ.

Створені на базі радіорелейного зв'язку цифрові канали дозволяють організувати охоронну та пожежну сигналізацію необхідних об'єктів, виведення цієї сигналізації на централізоване робоче місце, яке може знаходитись на значній відстані від таких об'єктів.

Інфраструктура радіорелейного зв'язку дає змогу при необхідності побудувати на

залізничних станціях власну мобільну мережу за технологіями WI-FI або LTE, та підключати до неї необхідних абонентів.

Радіорелейний зв'язок цілком і достатньо дозволяє проводити розширення, переконфігурування телекомунікаційної мережі станції, дільниці чи підприємства, організацію відгалужень від основної лінії на інші об'єкти, зміни кінцевих пристроїв в залежності від відповідних обставин та умов, забезпечувати гнучке налаштування під нові вимоги.

Сучасний радіорелейний зв'язок здатен не тільки задовільнити сучасні потреби залізниць АТ «Укрзалізниця» в сфері телекомунікацій, а й бути перспективним інструментом в її модернізації, розвитку та розширенні в майбутньому, для підтримки сталого розвитку та конкурентної спроможності.

Література

1. Мирский А. Г. Избирательная телефонная связь не железнодорожном транспорте. / А. Г. Мирский — изд-во «Транспорт» 1968г. — 248с.
2. Фельдман А. Б. Дальняя связь отделения железной дороги. / А. Б. Фельдман. — М., Транспорт, 1974. — 208с.
3. Серих С. О. Напрямки вдосконалення абонентських ліній телекомунікаційних мереж з використанням технології xDSL / Серих С. О., Гайдур Г. І. // Навчальний посібник. — Київ: Державний університет телекомунікацій, 2013. — 40с.
4. Балашов В. О. Мережі та обладнання широкосмугового доступу за технологіями xDSL: [Навч. посібник] / В. О. Балашов, П. П. Воробієнко, А. Г. Лашко, Л. М. Ляховецький. — Одеса: Вид. центр ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. — 208с. — ISBN 978-966-7598-49-5.
5. Бартниковский А. Л. Измерения в электротехнических устройствах железнодорожного транспорта. / Бартниковский А. Л., Козин В. О. — М.: Транспорт, 1980. — 407с.
6. Дмитренко И. Е. Измерения в устройствах автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. / Дмитренко И. Е., Устинский А. А., Цыганков В. И. — 3-е изд., перераб. и доп. Учебник для вузов ж.-д. трансп. — М.: Транспорт, 1982. — 312с.
7. Логачова Л. М. Поширення земних радіохвиль та мобільний зв'язок / Л. М. Логачова, Т. І. Бугрова / Навчальний посібник. —

Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. — 236 с. — ISBN 978-617-529-208-2.

8. Бодилковский В. Г. Радиорелейная связь на железнодорожном транспорте. / В. Г. Бодилковский, А. А. Устинский. — 4-е изд., перераб и доп. — М.: Транспорт, 1984. — 359с.

9. Наритник Т. М. Цифрові радіорелейні та тропосферні лінії зв'язку. / Наритник Т. М., Почерняєв В. М., Повхліб В. С. — Одеська національна академія зв'язку імені О.С. Попова. — Одеса 2019.—168с. — ISBN 978-617-582-066-7.

10. Драганов В. М. Дзеркальні антени. Навчальний посібник з курсового та дипломного проектування для студентів, що навчаються за спеціальністю 8.090703 – Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення. / В. М. Драганов. — Українська державна академія зв'язку ім. О.С. Попова. — Одеса 2000.—28с.

11. Техническое описание iPASOLINK 200, 6 - 38 ГГц, 10 - 400 Мбит/с, цифровая радиосистема. NEC Corporation. — 2010. — 68с.

12. Почерняєв В. Н. Тенденції розвитку цифрових радіорелейних систем. / В. Н. Почерняєв, В. С. Повхліб // Цифрові технології.—2016.—№20.—с.14-20.

13. Microwave Radio System Alcatel-Lucent 9500 MXC Microwave Cross Connect User Manual. 3DB 23063 AEAA - Rev 005 - June 2008.— 820p.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Забурмеха Михайло Володимирович,
начальник дільниці по зв'язку виробничого підрозділу Вінницької дистанції сигналізації та зв'язку Регіональної філії «Південно-Західна залізниця» АТ «Укрзалізниця».
Вул. Станція Вінниця, 3, м. Вінниця,
21034, Україна.
Тел.: +38 0432 63 22 21.
E-mail: mihavz84@gmail.com.

УШКАЛОВ ВІКТОР ФЕДОРОВИЧ



В грудні минулого року пішов з життя видатний український науковець в галузі залізничного транспорту, член-кореспондент Національної академії наук України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор, член міжнародної редакційної ради галузевого науково-практичного журналу «Залізничний транспорт України».

Ушкалов Віктор Федорович (22.04.1936 – 28.12.2020).

Вищу освіту вчений здобув у Варшавському політехнічному інституті. З 1960 по 1969 рік він був співробітником Дніпропетровського інституту інженерів залізничного транспорту (ДІІТ), а потім – Інституту технічної механіки Національної академії наук України (НАНУ) і Національного космічного агентства України (НКАУ). З 1969 року – старший науковий співробітник, а з 1975 року – завідувач науково-дослідного відділу Інституту технічної механіки НАНУ.

Фундаментальність досліджень В.Ф. Ушкалова вдало поєднувалась з практичною спрямованістю виконуваних ним робіт: було розроблено проекти нових рейкових екіпажів з поліпшеними техніко-економічними показниками, вирішено низку важливих науково-технічних задач прогнозування вібронавантаженості та віброзахисту чутливих до вібрацій залізничних вантажів. За його участю було розроблено Концепцію створення високошвидкісного залізничного транспорту в Україні (1992 р.), а також проект Державної науково-технічної програми «Високошвидкісний залізничний транспорт в Україні».

Віктор Федорович активно працював над вирішенням питань організації у рамках міжнародних транспортних коридорів змішаного швидкісного руху на існуючих лініях українських залізниць. Значним є його внесок у вирішення питань оновлення вантажного парку вітчизняних залізниць. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень запропоновано комплексну модернізацію візків вантажних вагонів, яка не вимагає значних капітальних вкладень, але дозволяє суттєво збільшити ресурс елементів ходових частин, що найбільш зношуються, підвищити швидкість руху вагонів та поліпшити їх динамічні якості.

При активній участі В.Ф. Ушкалова в Україні було освоєно виробництво основних конструкційних елементів для модернізації візків вантажних вагонів. З модернізованими візками на українських залізницях експлуатується більше 24 000 вагонів. На основі запропонованої комплексної модернізації типових візків вантажних вагонів вперше в Україні створено три нові моделі візків для цих вагонів.

Віктор Федорович Ушкалов був членом Національного комітету України з теоретичної і прикладної механіки, віце-президентом Українського товариства інженерів-механіків, членом Американського товариства інженерів-механіків та його представником у Східній Україні, членом міжнародного дослідницького проекту UIC (Франція) з проблем взаємодії коліс та рейок.

Плідну діяльність Віктора Федоровича було відзначено орденом «Знак пошани», медаллю «За доблесну працю», знаком «Почесний залізничник», медаллю «60 лет КБ «Южное», Почесними Грамотами Президії Верховної Ради і Президії НАН України.

*Матеріал підготувала
канд. техн. наук О. М. Маркова*

ВИНАХІДНИК І ВЧЕНИЙ МИКОЛА ІВАНОВИЧ ГОРБУНОВ



Колективи філії «НДКТІ» та Департаменту розвитку і технічної політики АТ «Укрзалізниця» з сумом повідомляють, що у лютому місяці 2021 року зупинилося серце Горбунова Миколи Івановича - видатного вченого і винахідника в галузі залізничного транспорту.

Горбунов Микола Іванович народився 23 лютого 1955 року у місті Сватове Луганської області. У 1974 році закінчив Харківський електротехнічний технікум, а в 1981 році – Ворошиловградський машинобудівний інститут за спеціальністю «Підйомно-транспортні машини та обладнання».

Починаючи з 1981 року впродовж 40 років Горбунов М.І. працював, спочатку в Ворошиловградському

машинобудівному інституті, потім у Східноукраїнському державному університеті, потім Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля. Весь цей час присвятив кафедрі локомотивобудування (нині кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин), яку очолював з 2016 року.

У 1989 році Микола Іванович захистив кандидатську дисертацію на тему «Підвищення тягових якостей тепловозів за рахунок удосконалення пружних зв'язків» у Дніпропетровському інституті інженерів залізничного транспорту, а в 2006 році захистив докторську дисертацію на тему «Теорія та практична реалізація системного підходу при створенні екіпажної частини локомотива» у Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля.

Горбунов М.І. зробив значний внесок у розвиток, як свого рідного університету, так і в залізничну науку в цілому. Він активно співпрацював з Луганським тепловозобудівним заводом у частині розробки та впровадження інноваційних технічних рішень, з філією «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» у частині проведення наукових досліджень, був членом Науково-технічної ради філії та редакційної колегії галузевого науково-практичного журналу «Залізничний транспорт України». Він активно працював в експертних та спеціалізованих вчених радах із захисту дисертацій.

Вчений завжди самовіддано працював на результат, був надзвичайним генератором ідей, концепцій, технічних рішень, намагався руйнувати стереотипи та сталість мислення, впроваджувати нові підходи до аналізу проблем галузі та пошуку їх оптимальних рішень. Результатом наукової діяльності Миколи Івановича є комплекс досліджень з розвитку теорії зчеплення коліс локомотивів з колією, високоефективних екіпажних частин рухомого складу та мультифункціональності технічних засобів локомотивів.

Микола Горбунов – автор понад 400 друкованих наукових праць, монографій, навчальних посібників, наукових статей, авторських свідоцтв та патентів на винаходи. У 2017 році був нагороджений нагрудним знаком Міністерства освіти та науки України «Відмінник освіти». Також Микола Іванович є заслуженим винахідником України та має низку відзнак. Особисто підготував 14 вчених, в тому числі двох докторів наук, 12 кандидатів наук та активно сприяв науковому становленню десятків молодих вчених залізничників. Його людяність та науковий авторитет і висока компетентність як вченого та педагога визнані в науковому співтоваристві України, країн СНД та Євросоюзу.

*Матеріал підготували
докт. техн. наук, професор С.В. Мямлін,
канд. техн. наук С.В. Кара*

РЕФЕРАТИ

УДК 338.47.656.2

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-04-10

Розвиток залізничного приміського сполучення як ключового елементу сучасної транспортної системи / Мельник Т.С., Красноштан О.М., Христофор О.В. // Залізничний транспорт України. – 2021. – № 1. – С. 4-10.

Удосконалення транспортної системи України потребує кардинальних змін, в числі яких знаходиться створення транспортно-пересадочних вузлів, що зводять в єдине ціле різні види транспорту міського, приміського, регіонального, далекого і міждержавного сполучення, дозволяючи обслуговувати потужні пасажиропотоки з мінімальними витратами часу і максимальною безпекою пасажирів. Узагальнено і проаналізовано практику іноземних залізниць щодо логістики пасажирських перевезень та досвід створення пересадочних вузлів як високотехнологічних пунктів сходження суспільного транспорту різних видів сполучення. Сформульовано ідею раціональності створення транспортно-пересадочних центрів на базі існуючих залізничних вокзалів. Обґрунтовано ключову роль приміського залізничного транспорту у сталому та ефективному функціонуванні пересадочних центрів. Уточнено призначення, роль і функції приміських пасажирських перевезень в транспортному обслуговуванні населення. Розроблено і запропоновано оптимальний варіант розвитку приміського сполучення в Україні з визначенням вогодоотримувачів, способів організації руху, форм взаємодії АТ «Укрзалізниця» з органами місцевої влади, джерел фінансування.

Ключові слова: транспортна система, залізниця, приміські пасажирські перевезення, транспортно-пересадочний вузол, пасажирський вокзал, пересадочна станція, пасажиропотік.

УДК 656.223:502.5

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-11-22

Перспективи «зеленої» логістики при використанні контейнерних та контрейлерних перевезень в Україні / Ломотько Д.В., Огар О.М., Козодой Д.С., Ломотько М.Д. // Залізничний транспорт України. – 2021. – № 1. – С. 11-22.

Розглянуто покращення технології виконання міжнародних та внутрішніх перевезень вантажів шляхом використання контейнерних та контрейлерних поїздів. Встановлено, що ці технології мають значні переваги з точки зору зменшення негативного впливу на навколишнє середовище у порівнянні із доставкою вантажу тільки окремими видами транспорту. Дано стислу характеристи-

тику основних маршрутів в Україні мультимодальних поїздів та оцінено негативний вплив кожного виду транспорту окремо та у складі мультимодальної системи на навколишнє середовище. Зокрема, дано кількісну оцінку шкідливих викидів залізничним, автомобільним та водним видами транспорту. Запропоновано шляхи подальшого розвитку «зеленої» логістики при перевезеннях контейнерів та контрейлерів з точки зору раціонального використання переваг кожного виду транспорту в процесі доставки вантажів.

Ключові слова: залізниця, вагон, контейнер, контрейлер, «зелена» логістика, мультимодальне перевезення, вплив на довкілля.

УДК 338.1:656.615

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-23-29

Особливості роботи залізничного рухомого складу в Маріупольському морському порту в зимовий період / Зінченко С.Г., Хлестова О.А. // Залізничний транспорт України. – 2021. – № 1. – С. 23-29.

У статті здійснено аналіз особливостей роботи залізничного рухомого складу в Маріупольському морському порту в зимовий період і в умовах дерегуляції вантажопотоків. Визначено, що на роботу залізничного рухомого складу впливають різні фактори: природно-кліматичні, нерівномірність руху вантажів в регіоні, політичні, економічні тощо. Розвиток транспортно-технологічних систем морських портів призводить до необхідності проведення подальших досліджень взаємозв'язків вантажопотоків регіонів України з логістичними потоками залізничного транспорту через порт.

Ключові слова: залізничний рухомий склад, дерегуляція, морський порт, вантажопотоки, ефективність.

УДК 629.421.1

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-30-39

Перспективні заходи з ресурсозбереження для тепловозів / Матяш В.О., Аулін Д.О., Анацький О.О., Коваленко Д.М. // Залізничний транспорт України. – 2021. – № 1. – С. 30-39.

В статті розглядаються заходи щодо ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у залізничній галузі. Для вирішення поставленого завдання проведено розрахунок початкового моменту запуску дизельного двигуна та необхідного положення його колінчастого вала, на основі якого пропонується модернізувати систему пуску локомотива з декомпресором. Ці заходи спрямовані на зменшення динамічних навантажень на вузли двигуна та зменшення їх зносу, а

також запобігання відмов. Розроблено та випробувано метод очищення паливних систем та циліндро-поршневої групи дизельних двигунів тепловозів за допомогою спеціальної миючої рідини, яка розчиняє та видаляє вуглецеві відкладення з трубопроводів та елементів системи паливоподачі. Запропоновано заходи щодо використання вдосконалених моделей для випробування модернізованих локомотивів, що скоротить тривалість випробувань, ресурсні та економічні витрати. Використання розширеної моделі випробувань передбачає вибір рівня точності результатів випробувань, а отже, їх тривалості та вартості.

Ключові слова: тепловоз, економія ресурсів, дизельний двигун, полегшення пуску, вуглецеві відкладення, безрозбірна очистка, модель випробування.

УДК 629.463.3(083.74)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-40-52

Аналіз вимог щодо проведення перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів / Сулим А.О., Стринжа А.М., Тімошин О.О., Шушмарченко В.О., Полулях В.М. // Залізничний транспорт України. – 2021. – № 1. – С. 40-52.

В статті наведено основні нормативні документи, відповідно до яких мають бути зпроектовані та виготовлені в Україні і країнах Європейського Союзу вагони-цистерни для перевезення небезпечних вантажів, а також дослідження відомих вітчизняних науковців зі створення, проведення випробувань і експлуатації вагонів-цистерн та їх складових частин. Розглянуто та проаналізовано Порядок перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів. Наведено загальні вимоги до проведення перевірки вагонів-цистерн; на кого та на які об'єкти поширюється дія цього Порядку; визначено основні цілі перевірки та завдання уповноважених суб'єктів господарювання на проведення таких перевірок. Встановлено вимоги до обсягів та послідовності проведення перевірок, видів робіт, строків перевірок та міжперевірковим інтервалам залежно від виду перевірки. Проаналізовано існуючий парк вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів, за результатами якого встановлено, що основну частину складають вагони-цистерни моделей 15-

871, 15-1547, 15-Ц863, 15-1454, 15-Ц859 та 15-1547-01. Наведено основні технічні характеристики зазначених моделей вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів. Наведено перелік документів та види робіт з проведення перевірки вагонів-цистерн. Описано кожен з видів робіт під час здійснення перевірки та нанесення маркування за результатами перевірки вагона-цистерни для перевезення небезпечних вантажів. Наведено вимоги до уповноважених органів, кваліфікації їх технічних експертів та технологічних можливостей. Описано порядок уповноваження суб'єктів господарювання на проведення перевірки вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів.

Ключові слова: вагон-цистерна, герметичність, котел, небезпечний вантаж, перевірка, трубопроводи.

УДК 656.254.1:[654:621.396.43](477)(045)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-52-59

Модернізація та розвиток телекомунікаційної мережі Укрзалізниці шляхом впровадження радіорелейного зв'язку / Забурмеха М.В. // Залізничний транспорт України. – 2021. - № 1. - С. 52-59.

Телекомунікаційна мережа Укрзалізниці потребує розвитку та модернізації, особливо дільниць, що не обладнані оптичною лінією зв'язку. Для досягнення такої мети, на вказаних дільницях потрібно застосувати інше середовище передачі даних ніж існуюча лінія з мідними жилами, та відповідне обладнання яке б задовільнило телекомунікаційні потреби залізниці на довгі роки. У статті наведено можливу організацію побудови радіорелейної лінії на залізниці, яка економічно вигідна, швидка в побудові та є гнучкою системою, що відповідає всім вимогам сучасного зв'язку та являється перспективною системою.

Ключові слова: залізниця, радіорелейний зв'язок, радіорелейна лінія, телекомунікаційна мережа, передача даних, інтерфейс, технологія, протокол.

РЕФЕРАТЫ

УДК 338.47.656.2

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-04-10

Развитие железнодорожного пригородного сообщения как ключевого элемента современной транспортной системы / Мельник Т.С., Красноштан А.М., Христофор О.В. // Железнодорожный транспорт Украины. – 2021. – № 1. – С. 4-10.

Усовершенствование транспортной системы Украины требует кардинальных изменений, в числе которых находится создание транспортно-пересадочных узлов, сводящих в единое целое разные виды транспорта городского, пригородного, регионального, дальнего и международного сообщения, позволяя обслуживать мощные пассажиропотоки с минимальными затратами вре-

мени и максимальной безопасностью пассажиров. Обобщена и проанализирована практика зарубежных железных дорог относительно логистики пассажирских перевозок и опыта создания пересадочных узлов как высокотехнологичных пунктов схождения общественного транспорта разных видов сообщения. Сформулирована идея рациональности создания транспортно-пересадочных центров на базе существующих железнодорожных вокзалов. Обоснована ключевая роль пригородного железнодорожного транспорта в стабильном и эффективном функционировании пересадочных центров. Уточнено назначение, роль и функции пригородных пассажирских перевозок в транспортном обслуживании населения. Разработан и предложен оптимальный вариант развития пригородного сообщения в Украине с определением выгодополучателей, способов организации движения, формы взаимодействия АО «Укрзализныця» и органами местной власти, источников финансирования.

Ключевые слова: транспортная система, железная дорога, пригородные пассажирские перевозки, транспортно-пересадочный узел, пассажирский вокзал, пересадочная станция, пассажиропоток.

УДК 656.223:502.5

DOI:10.34029/2311-4061-2021-138-1-11-22

Перспективы «зеленой» логистики при использовании контейнерных и контрейлерных перевозок в Украине / Ломотько Д. В., Огарь А. Н., Козодой Д. С., Ломотько Н. Д. // Железнодорожный транспорт Украины. – 2021. – № 1. – С. 11-22.

Рассмотрено улучшение технологии выполнения международных и внутренних перевозок грузов путем использования контейнерных и контрейлерных поездов. Установлено, что эти технологии имеют значительные преимущества с точки зрения уменьшения негативного воздействия на окружающую среду по сравнению с доставкой груза только отдельными видами транспорта. Дана краткая характеристика основных маршрутов в Украине мультимодальных поездов и оценено негативное влияние каждого вида транспорта отдельно и в составе мультимодальной системы на окружающую среду. В частности, дано количественную оценку вредных выбросов железнодорожным, автомобильным и водным видами транспорта. Предложены пути дальнейшего развития «зеленой» логистики при перевозках контейнеров и контрейлеров с точки зрения рационального использования преимуществ каждого вида транспорта в процессе доставки грузов.

Ключевые слова: железная дорога, вагон, контейнер, контрейлер, «зеленая» логистика,

мультимодальные перевозки, железная дорога, влияние на окружающую среду.

УДК 338.1:656.615

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-23-29

Особенности работы железнодорожного подвижного состава в Мариупольском морском порту в зимний период / Зинченко С. Г., Хлестова О. А. // Железнодорожный транспорт Украины. – 2021. – № 1. – С. 23-29.

В статье проанализированы особенности работы железнодорожного подвижного состава в Мариупольском морском порту в зимний период и в условиях дерегуляции грузопотоков. Определено, что на работу железнодорожного подвижного состава влияют различные факторы: природно-климатические, неравномерность движения грузов в регионе, политические, экономические и тому подобное. Развитие транспортно-технологических систем морских портов приводит к необходимости проведения дальнейших исследований взаимосвязей грузопотоков регионов Украины с логистическими потоками железнодорожного транспорта через порт.

Ключевые слова: железнодорожный подвижной состав, дерегуляция, морской порт, грузопотоки, эффективность.

УДК 629.421.1

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-30-39

Перспективные мероприятия и средства по ресурсосбережению для тепловозов / Матяш В. А., Аулин Д. А., Анацкий А. А., Коваленко Д. Н. // Железнодорожный транспорт Украины. – 2021. – № 1. – С. 30-39.

В статье рассматриваются мероприятия по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов в железнодорожной отрасли. Для решения поставленной задачи проведен расчет начального момента запуска дизельного двигателя и необходимого положения его коленчатого вала, на основе которого предлагается модернизировать систему пуска локомотива с декомпрессором. Эти меры направлены на уменьшение динамических нагрузок на узлы двигателя и уменьшение их износа, а также предотвращение отказов. Разработан и испытан метод очистки топливных систем и цилиндропоршневой группы дизельных двигателей тепловозов с помощью специальной моющей жидкости, которая растворяет и удаляет углеродистые отложения из трубопроводов и элементов системы топливоподачи. Предложены меры по использованию усовершенствованных моделей для испытания модернизированных локомотивов, что сократит продолжительность испытаний, ресурсные и экономические издержки. Использование расширенной модели испытаний предусматрива-

ет выбор степени точности результатов испытаний, и как следствие, их продолжительности и стоимости.

Ключевые слова: тепловоз, экономия ресурсов, дизельный двигатель, облегчение пуска, углеродистые отложения, безразборная очистка, модель испытания.

УДК 629.463.3(083.74)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-40-52

Анализ требований о проведении проверки вагонов-цистерн для перевозки опасных грузов / Сулим А.А., Стринжа А.Н., Тимошин А.А., Шушмарченко В.А., Полулях В.Н. // Железнодорожный транспорт Украины. – 2021. – № 1. – С. 40-52.

В статье приведены основные нормативные документы, в соответствии с которыми следует проектировать и изготавливать в Украине и странах Европейского Союза вагоны-цистерны для перевозки опасных грузов, а также исследования известных отечественных ученых по созданию, проведению испытаний и эксплуатации вагонов-цистерн и их составных частей. Рассмотрен и проанализирован Порядок проверки цистерн для перевозки опасных грузов. Приведены общие требования к проведению проверки вагонов-цистерн; на кого и на какие объекты распространяется действие настоящего Порядка; определены основные цели проверки и задачи уполномоченных субъектов хозяйствования на проведение таких проверок. Установлены требования к объемам и последовательности проведения проверок, видам работ, срокам проверок и междупроверочным интервалам в зависимости от вида проверки. Проанализирован существующий парк вагонов-цистерн для перевозки опасных грузов, по результатам которого установлено, что основную часть составляют вагоны-цистерны моделей 15-871, 15-1547, 15-Ц863, 15-1454, 15-Ц859 та 15-1547-01. Приведены основные технические характеристики указанных моделей вагонов-цистерн для перевозки опасных грузов. Приведен перечень документов и виды работ для проведе-

ния проверки вагона-цистерны. Описан каждый из видов работ при осуществлении проверки и нанесения маркировки по результатам проверки вагона-цистерны для перевозки опасных грузов. Приведены требования к уполномоченным органам, квалификации их технических экспертов и технологических возможностей. Описан порядок полномочия субъектов хозяйствования на проведение проверки вагонов-цистерн для перевозки опасных грузов.

Ключевые слова: вагон-цистерна, герметичность, котел, опасный груз, проверка, трубопроводы.

УДК 656.254.1:[654:621.396.43](477)(045)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-52-59

Модернизация и развитие телекоммуникационной сети Укрзализныци путем внедрения радиорелейной связи / Забурмеха М.В. // Железнодорожный транспорт Украины. 2021. - № 1. - С. 52-59.

Телекоммуникационная сеть Укрзализныци требует развития и модернизации, особенно участков которые не оборудованные оптической линией связи. Для достижения этой цели, на указанных участках необходимо применить другую среду передачи данных в отличии от существующей линии с медными жилами, и соответствующие оборудование, которые б удовлетворили телекоммуникационным потребностям железной дороги на много лет вперед. В статье приведена возможная организация построения радиорелейной линии на железной дороге, которая экономически выгодна, быстрая в построении и представляет гибкую систему, что соответствует всем требованиям современной связи и является перспективной системой.

Ключевые слова: железная дорога, радиорелейная связь, радиорелейная линия, телекоммуникационная сеть, передача данных, интерфейс, технология, протокол.

ABSTRACTS

UDC 338.47.656.2

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-04-10

Development of railway suburban communications as a key element of the modern transport system / T. Melnyk, O. Krasnoshtan, O. Khrystofor // Railway transport of Ukraine. – 2021. - № 1. – pp. 4-10.

Improvement of the transport system of Ukraine requires cardinal changes, including the creation of transport hubs that bring together different types of transport in urban, suburban, regional, long-distance

and international traffic, allowing you to serve powerful passenger flows with minimal time and maximum passenger safety. The practice of foreign railways in relation to the logistics of passenger transportation and the experience of creating transfer hubs as high-tech convergence points for public transport of different types of communication are generalized and analyzed. The idea of rationality of creation of transport interchange centers based on existing railway stations is formulates. The key role of suburban

railway transport in the stable and efficient functioning of transfer centers has been substantiated.

The purpose, role and functions of suburban passenger transportation in transport services for the population have been clarified. An optimal option for the development of suburban communication in Ukraine has been developed and proposed, with the identification of beneficiaries, methods of organizing traffic, forms of interaction between «Ukrzaliznytsia» JSC and local authorities, and funding sources.

Keywords: *transport system, railway, suburban passenger traffic, transport interchange hub, passenger station, interchange station, passenger traffic.*

References

1. Kozhokaru T.V., Dindiyenko M.P. (2018) Obzor zarubezhnogo opyta proyektirovaniya transportno-peresadochnykh uzlov na baze zheleznodorozhnykh vokzalov [Review of foreign experience in the design of transport hubs based on railway stations]. VESTNIK AltGTU im. I.I. Polzunova [BULLETIN of the Altai State University named after I.I. Polzunova], no 7, pp. 46-50 (in Russian).

2. Azarenkova Z.V. (2011) Planirovochnaya organizatsiya transportno-peresadochnykh uzlov [Planning organization of transport hubs]. Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction], no 1, pp. 76-80 (in Russian).

3. Azarenkova Z.V. (2011) Transportno-peresadochnyye uzly v planirovke gorodov [Transport hubs in city planning]. Moscow: Novosti, 93 p. (in Russian).

4. Golubev P.V. (2005) Vybor parametrov passazhirskikh ustroystv pri organizatsii prigorodno-gorodskikh perevozok v uzle: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.08 [The choice of parameters of passenger devices in the organization of suburban and urban traffic in the node: diss. ... cand. of techn. sciences: 05.22.08]. Moscow, 223 p. (in Russian).

5. Danilina N.V. (2018) Gorodskoye strategicheskoye planirovaniye sistemy perekhvatyvyayushchikh stoyanok [Urban strategic planning of the intercept parking system]. Vestnik MGSU [Bulletin of MSUCE], no 2 (113), vol. 13, pp. 190-195 (in Russian).

6. Danilina N.V. (2012) Nauchno-metodicheskiye osnovy formirovaniya sistemy «perekhvatyvyayushchikh» stoyanok v krupneyshikh gorodakh (na primere Moskvyy): dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.22 [Scientific and methodological foundations for the formation of a system of «intercepting» parking lots in the largest cities (on the example of Moscow): diss. ... cand. of techn. sciences: 05.23.22]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering, 187 p. (in Russian).

7. Ovchinnikova E.A. (2014) Razrabotka algoritmov klasterizatsii I rekomendatsiy po modernizatsii zheleznodorozhnykh vokzalnykh kompleksov gorodskikh transportnykh system: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.01 [Development of clustering algorithms and recommendations for the modernization of railway station complexes of urban transport systems:): diss. ... cand. of techn. sciences: 05.22.01]. Moscow, Moscow State Transport University, 234 p. (in Russian).

8. Vlasov M.D. (2017) Transportno-peresadochnyye uzly: monografiya [Transport hubs: monograph]. Moscow: NIU MGSU, 193 p. (in Russian).

9. Pravdin N.V., Negrey V.Ya., Podkopayev V.A. (1989) Vzaimodeystviye razlichnykh vidov transporta: (prim. i raschety) [Interaction of different modes of transport: (examples and calculations)]. Moscow: Transport, 207 p. (in Russian).

10. Pravdin N.V., Ryabukha L.S., Lukashev V.I. (1990) Tekhnologiya raboty vokzalov I passazhirskikh stantsiy [Work technology of railway stations and passenger stations]. Moscow: Transport, 319 p. (in Russian).

11. Vakulenko S.P., Yevreyanova N.Yu. (2011) O klassifikatsii transportno-peresadochnykh uzlov [On the classification of transport hubs]. Mir transporta [World of transport], no 5, pp. 130-132 (in Russian).

12. Vakulenko S.P., Yevreyanova N.Yu. (2012) Planirovochnaya struktura transportno-peresadochnykh uzlov [Planning structure of transport hubs]. Mir transporta [World of transport], no 5, pp. 100-104 (in Russian).

13. Savchenko I.Ye., Zemblinov S.V., Starkovskiy I.I. (1980) Zheleznodorozhnyye stantsii i uzly. Pod red. V.M. Akulinicheva, N.N. Shabalina, 4-e izd., pererab. i dop. [Railway stations and hubs. Ed. by V.M. Akulinicheva, N.N. Shabalin, 4th ed., revis. and suppl.]. Moscow: Transport, 479 p. (in Russian).

14. Vlasuk T.A., Mikhalechenko A.A. (2015) Prigorodnyye passazhirskiy perevozki na zheleznodorozhnom transporte v Respublike Belarus (retrospektiva i razvitiye): monografiya [Suburban passenger transportation by rail in the Republic of Belarus (retrospective and development): monograph]. Gomel: BelGUT, 201 p. (in Belarus).

15. Ilyin I. (2020) Sravnitelnyye parametry passazhirskikh perevozok [Comparative parameters of passenger transportation]. Pult upravleniya [Remote Control] [online], no 11. Available at: <http://www.pult.gudok.ru/archive/detail.php?ID=1485443> (accessed 29 November 2020) (in Russian).

16. Mirovoy opyt organizatsii I finansirovaniya prigorodnykh zheleznodorozhnykh passazhirskikh perevozok (2016) [World experience in organizing and financing commuter rail passenger

transportation]. Institut problem yestestvennykh monopoliiy sovместno s OAO «Tsentralnaya pigorodnaya passazhirskaia kompaniia» : Doklad na Passazhirskom forumе – 2016 [Institute for Problems of Natural Monopolies in conjunction with JSC «Central Suburban Passenger Company» : Report at the Passenger Forum – 2016] [online]. Available at: http://ipem.ru/files/files/research/20160420_foreign_transport_research.pdf (accessed 4 December 2020) (in Russian).

UDC 656.223:502.5

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-11-22

Outlook for «green» logistics in the use of container and trailer transportation in Ukraine / D. Lomotko, A. Ogar, D. Kozodoy, M. Lomotko // Railway Transport of Ukraine. – 2021 – №. 1. – pp. 11-22.

Improvement technology of execution international and domestic cargo transportation by using container and trailer trains is considered. It is established that these technologies have significant advantages in terms of reducing the negative impact on the environment compared to the delivery of goods only individual species of transport. A brief characteristic of the main routes of in Ukraine multimodal trains is given and the negative impact of each kind of transport separately and in composition of the multimodal system on the environment is assessed. In particular, a quantitative assessment of harmful emissions by rail, road and water transport is given. The ways of further development of "green" logistics in the transportation of containers and trailers in terms of rational use of the benefits of each mode of transport in the delivery of goods..

Keywords: railway, carriage, container, trailer, «green» logistics, multimodal transportation, railway, environmental impact.

References

1. Palanivelu P., Dhawan M. (2010). Green Logistics. TCS. Available at: https://www.academia.edu/28094615/Green_Logistics_Whitepaper [in English].
2. Lomotko D.V., Obukhova A.L., Seniva I.V. (2015). Analiz perspektivnykh napriamkiv vykorystannia konteinernykh ta kontreilernykh perevezhen v Ukraini [Analysis of promising areas of container and piggyback transportation in Ukraine]. *Railway transport of Ukraine*, 5, 65-71 [in Ukrainian].
3. Demin Yu.V. (2001). *Zaliznychna tekhnika mizhnarodnykh transportnykh sistem (vantazhni perevezennia)* [Railway equipment of international transport systems (freight transportation)]. Kyiv: Yunikon-Pres [in Ukrainian].
4. Sims R., Schaeffer R., Creutzig F., Cruz-Núñez X., D'Agosto M., Dimitriu D., ... & Tiwari G. (2014). Transport. In *Climate Change 2014:*

Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K., ... & Minx J.C.]. (pp. 599-670). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf [in English].

5. Markov V.A., Bashirov R.M., Gabitov I.I. (2002). *Toksichnost otrabotavshikh gazov dizelei* [Toxicity of exhaust gases of diesels]. Moscow: Bauman Moscow state technical University [in Russian].

6. Tartakovskiy E.D., Grishchenko S.G., Kalabukhin Iu.E., Falendysh A.P. (2011). *Metody otcenki zhiznennogo tsikla tiagovogo podvizhnogo sostava zheleznykh dorog* [Metody otcenki zhiznennogo tsikla tiagovogo podvizhnogo sostava zheleznykh dorog]. Lugansk: Noulidzh [in Russian].

7. Kossov V.S., Redin A.L., Olentsov A.A. (2017). Sravnitelnyi analiz zagriazneniia atmosfery morskim i zheleznodorozhnym transportom pri tovaroobmene mezhdru Vostochnoi Aziei i Evropei [Comparative analysis of atmospheric pollution by sea and rail transport in trade between East Asia and Europe]. *Vestnik VNIKTI*, 100, 108-115 [in Russian].

8. Kizim A., Cabertay D. (2013). Sovremennyye trendy «zelenoi» logistiki v usloviakh globalizatsii [Modern «green» logistics trends in the conditions of globalization]. *Logistics*, 1, 46-49 [in Russian].

9. Lomotko D.V., Kovalev A.O., Kovaleva O.V. (2015). Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (3), 11-17. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.54496 [in Ukrainian].

10. Karvovskii Ia., Blonskii K. (2006). Lohistyka v upravlinni stosunkamy z klientamy [Logistics in customer relationship management]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*: *Logistics*, 552, 35-39 [in Ukrainian].

11. Environmental management systems – Requirements and guidelines for use. (2016). DSTU ISO 14001:2015 from 01 July 2016. Kyiv: Ukrainian Research and Training Center of Standardization, Certification and Quality [in Ukrainian].

UDC 338.1:656.615

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-23-29

Features of work of the railway composition in the Mariupol sea port in the winter / S. Zinchenko, O. Khlestova // Railway transport of Ukraine. – 2021. – № 1. – pp. 23-29.

The article analyses the peculiarities of the railway rolling stock in Mariupol sea port in winter and

in conditions of cargo deregulation. It is determined that the work of railway rolling stock is influenced by various factors: natural and climatic, uneven movement of goods in the region, political, economic and so on. The development of transport and technological systems of seaports leads to the necessity of further research of interconnections with logistical flows of railway transport, cargo flows of regions of Ukraine.

The peculiarity of the operation of the port's infrastructure in modern technical, economic and political conditions is that it operates mainly on the basis of increased deregulation of the nomenclature and the number of transported goods.

The capabilities of the seaports are limited: the technical resources that they have in place, the confirmed plans for the carriage of goods, the level of skills of workers, the natural and energy characteristics of the work performed, the technologies used. Of course, all these restrictions, as well as the external influence of state authorities and large customers, are a very significant deregulation factor and source of constant voltage in the work of the ports; affect their functional efficiency, economic and social development, and environmental protection.

The main objective of the study is to show the features of the operation of railway rolling stock in special conditions of deregulation of cargo flows in the winter period. In studying this problem, the infrastructure was evaluated and the influence of various factors on the operation of railway rolling stock in the seaport was described.

An analysis of the deregulation trends of the railway rolling stock of the East Ukrainian agro-industrial region in the winter period revealed that changes in the nomenclature and volume of cargo flows entering the port by rail have a significant deregulation effect on the efficiency of the transport infrastructure of the region.

Keywords: rolling stock, rail, deregulation, seaport, cargo flows, efficiency.

References

1. Pokazateli raboty portov Ukrainy (2020). [The Ukrainian Sea Ports Authority. Performance indicators]. Retrieved from <http://uspa.gov.ua/ru/pokazateli-raboty> [in Russian].
2. Berestovoy A.M. (2002). Sintez protsessov i ob"ektov v material'nykh potokakh transporta zatverdevayushchikh zhidkostei [Synthesis of processes and objects in the material flow of solidified liquids transport] (doctoral dissertation). Lugansk. [in Russian].
3. Bolvanovska T.V., Borycheva S.V., Hermanyuk Yu.M. (2019). Doslidzhennya dynamiky zminy obsyahiv perevezennya vantazhiv zaliznychnym ta morskym transportom u mizhnarodnomu spoluchenni [Research of dynamics of change of volumes of cargo transportation by railway and ma-

rine transport in international traffic]. *Transport systems and transportation technologies*, 18, 16-22. <https://doi.org/10.15802/tstt2019/182577> [in Ukrainian].

4. Postan M.Ya. (2006). Ekonomiko-matematicheskiye modeli smeshannykh perevozok [Economic mathematical models of multimodal transport]. Odessa: Astroprint. [in Russian].

5. Zinchenko S.G., Khlestova O.A., Khlopetskaya L.F. (2018). Modelirovanie na mnogokriterial'noi osnove otsenki faktorov, obespechivayushchikh effektivnyu rabotu transportnykh ob"ektov morskogo porta [Modeling the estimation of factors providing efficient work of transport objects of the seaport on a multicriteria basis]. *Reporter of the Priazovskyi State Technical University. Section: Technical sciences*, 37, 209-216. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.37.2018.160414> [in Russian].

6. Zinchenko S.G. (2017). Kontrolling ekspluatatsii i remonta ob"ektov transportno-tekhnologicheskoi sistemy morskogo porta v usloviyakh deregulyatsii perevozki gruzov i nalichiya subrogatsiinogo oborudovaniya. [Controlling the operation and repair of objects of the transport and technological system of the seaport in the conditions of deregulation of cargo transportation and the availability of subrogation equipment]. Mariupol: LLC «PPNS». [in Russian].

7. Ministry of Transport of Ukraine (2003). Pravya tekhnichnoi ekspluatatsii zaliznyts Ukrainy [Rules of technical operation of railways of Ukraine] (order No. 411, December 20, 1996). Kyiv: Ministry of Transport of Ukraine. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text> [in Ukrainian].

8. Berestovyy A.M., Chernysh A.A. (2018). Osobennosti plavaniya sudov v ledovoi obstanovke pri perevozke gruzov v Mariupol'skom morskoy re-gione [Navigation in the ice environment in Mariupol maritime region]. *Reporter of the Priazovskyi state technical university. Section: Technical sciences*, 37, 201-208. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.37.2018.160297> [in Russian].

9. Mariupol Commercial Sea port (2019). O podgotovke strukturnykh podrazdelenii k rabote v zimnii period 2019-2020 gg. [On the preparation of structural units for work in the winter period 2019-2020], 5. (Order № 242 from 11.06.2019). [in Russian].

10. Mariupol Commercial Sea port (2018). O provedenii ledovoi kompanii v zimnyuyu navigatsiyu 2018-2019 gg. [On holding an ice campaign during the winter navigation of 2018-2019], 5. (Order № 624 from 05.12.2018). [in Russian].

Promising measures for saving resources for diesel locomotives / V. Matiash, D. Aulin, O. Anatskyi, D. Kovalenko // Railway Transport of Ukraine. – 2021. – № 1. – pp. 30-39.

This article discusses the measures for efficient use of fuel and energy resources in the railway industry. The calculation of the initial moment of starting the diesel engine and the necessary position of its crankshaft is made, on the basis of which it is proposed to modernize the locomotive start-up system with a decompressor. These measures are aimed at reducing the dynamic loads of engine components and reducing their wear and tear, as well as failure preventing. A method for the clean-up of fuel systems and the cylinder-piston diesel engine group of diesel locomotives was developed and tested using a special cleaning liquid that dissolves and removes solidified particles from pipelines and tanks. Measures have been proposed on the use of advanced models to test the modernized locomotives that will reduce the duration of the tests, resource and economic costs. The use of advanced testing model involves choosing the level of accuracy of the test results and, consequently, their duration and cost.

Keywords: locomotive, resource saving, diesel engine, easy start, carbon deposits, cleaning without disassembly, test model

References

1. Kinash I.A. (2015). Organization of system resource saving management in enterprise. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*, 11-12, 110-112 [in Russian].
2. Saidi M.-Y., Cousin B. (2016). Resource saving: Which resource sharing strategy to protect primary shortest paths? In *Conference Paper 13th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference* (pp. 72-74). Las Vegas, NV, USA: IEEE. DOI: 10.1109/CCNC.2016.7444788 [in English].
3. Smolyak M., Falendysh A., Zinkivskyi A. (2014). Rozroblennya zakhodiv z pidvyshchennya efektyvnosti roboty depo za rakhunok ratsional'noho vykorystannya enerhoresursiv [Development of measures on increase the efficiency of depot at the expense rational use of energy]. *Collection of scientific works of the Ukrainian State University of Railway Transport*, 144, 140-144. Retrieved from: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.144.2014.80517> [in Ukrainian].
4. Anatskiy O., Bobritskiy S. (2015). Analiz faktoriv vplyvaiuchykh na puskovi kharakterystyky dyzelnykh dvyhuniv teplovoziv ta dopomizhnykh prystroiv dlia polehshennia pusku [Analysis of factors influencing the starting characteristics of diesel engines of diesel locomotives and auxiliary devices to facilitate start-up]. *Visnik of the Volodymyr*

Dahl East Ukrainian national university, 1 (218), 272-275. [in Ukrainian]

5. Ministry of Transport of Ukraine. (2000). Poriadok rozroblennia ta postavlennia produktsii na vyrobnytstvo dlia potreb zaliznychnoho transportu v systemi Ministerstva transportu Ukrainy [Procedure for development and supply of products for production for the needs of railway transport in the system of the Ministry of Transport of Ukraine] (HSTU 32.0.08.001-97). Kyiv: *Ministry of Transport of Ukraine* [in Ukrainian].

6. Fesenko M.N. (1979). Teoriya, konstruktsiya i raschet avtotraktornogo elektrooborudovaniya [Theory, design and calculation of tractor electrical equipment]. Moscow: *Mashinostroenie* [in Russian].

7. Volodin A.I., Mikhailova L.Yu., Makushev Yu.P. (2013). Prichyny obrazovaniya koksa v soplovykh otverstiyakh raspyliteley forsunok dizeley [The reasons of formation of coke in the injectors spray nozzles of diesel engines]. *Omsk Scientific Bulletin. Series Devices, Machines and Technologies*, 1 (117), 59-63 [in Russian].

8. Husnawan M., Masjuki H., Mahlia T., Saifulah M. (2009). Thermal analysis of cylinder head carbon deposits from single cylinder diesel engine fueled by palm oil-diesel fuel emulsions. *Applied Energy*, 86 (10), 2107-2113. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.12.031> [in English].

9. Galante-Fox J., Bennett J. (2012). Diesel injector internal deposits in High Pressure Common Rail diesel engines. In *Fuel Systems for IC Engines* (pp. 157-166). London: IMechE. Retrieved from: <https://doi.org/10.1533/9780857096043.5.157> [in English].

10. Guan Y., Ng G., Zheng H., Hong M., Hong X., Zhang Z. (2013). Laser surface cleaning of carbonaceous deposits on diesel engine piston. *Applied Surface Science*, 270, 526-530. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.01.075> [in English].

11. Tartakovskiy E.D., Kahramanian A.O., Aulin D.O., Basov O.V. (2017). Resursozberihaiuchi tekhnologii ochystky system dyzelia ta teplovoza [Resource-saving technologies for cleaning diesel and diesel locomotive systems]. In *Suchasni enerhetychni ustanovky na transporti, tekhnologii ta obladnannia dlia yikh obsluhovuvannia SEUTTOO-2017* (pp. 312-315). Kherson: Kherson State Maritime Academy [in Ukrainian].

12. Grekhov L.V., Ivashchenko N.A., Markov V.A. (2005). Toplivnaya apparatura i sistemy upravleniya dizelei [Fuel equipment and diesel control systems]. Moscow: *Legion-Avtodata* [in Russian].

13. Lyshevskii A.S. (1971). Raspylivanie topliva v sudovykh dizelyakh [Spraying fuel in marine diesel engines]. Leningrad: *Sudostroenie* [in Russian].

14. Aulin D.A., Kagramanian A.A., Falendysh A.P., Rudkovskiy O.V. (2017). Rozrakhunkovyy kompleks otsinky efektyvnosti vykorystannya resursov berihayuchykh tekhnolohiy ochyshchennya system dyzelya ta teplovoza [Estimated complex for assessing the efficiency of using resource-saving technologies for cleaning diesel and diesel locomotive systems]. *Information and control systems at railway transport*, 6, 9-15 [in Ukrainian].

UDC 629.463.3(083.74)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-40-52

Analysis of the requirements for the inspection of tank cars for the transport of dangerous goods / A. Sulym, A. Strynzh, O. Timoshyn, V. Shushmarchenko, V. Poluliakh // Railway transport of Ukraine. – 2021. – № 1. – pp. 40-52.

The article deals with the main regulatory documents which govern the design and manufacture of tank cars for transportation of dangerous goods in Ukraine and in the European Union, as well as research of well-known domestic scientists on construction, testing and operation of tank cars and their components. The Procedure for inspection of tanks for transportation of dangerous goods is considered and analyzed. The general requirements for the inspection of tank cars and objects of the action of this Procedure are set out; the main objectives of the inspection and the tasks of the authorized business entities to conduct such inspections are defined. Requirements for the scope and sequence of inspections, types of work, inspection intervals and intervals between inspections, depending on the type of inspection are specified. The existing fleet of tank cars for transportation of dangerous goods is analyzed, according to the results of which it is established that the main part consists of tank cars of models 15-871, 15-1547, 15-II863, 15-1454, 15-Ts859, 15-1547-01.

Keywords: tank car, tightness, boiler, dangerous goods, check, pipelines.

References

1. Zakon Ukrainy (2000) "Pro perevezennia nebezpechnykh vantazhiv" [Law of Ukraine "On transportation of dangerous goods"]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 28. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#Text> [in Ukrainian].

2. Pravyla perevezennia nebezpechnykh vantazhiv [Rules of transportation of dangerous goods] (2008). *Ministry of Transport and Communications of Ukraine* (No. 1430). Retrieved from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0180-09#Text> [in Ukrainian].

3. Vahony-tsysterny mahistralnykh zaliznyts kolii 1520 mm. Zahalni tekhnichni umovy [Tank cars of the main railways of 1520 mm. General technical conditions] (1999). DSTU 3445-96 (HOST 10674-

97) from 01 July 1999. Kyiv: *Derzhstandart Ukrainy* [in Ukrainian].

4. Vahony vantazhni. Zahalni vymohy do rozrakhunkiv ta proektuvannia novykh i modernizovanykh vahoniv kolii 1520 mm (nesamokhidnykh) [Freight cars. General requirements for calculations and design of new and modernized cars of 1520 mm gauge (non-self-propelled)] (2015). DSTU 7598:2014 from 01 July 2015. Kyiv: *Ukrainian Research and Training Center of Standardization, Certification and Quality* [in Ukrainian].

5. Vagony gruzovye. Trebovaniya k prochnosti i dinamicheskim kachestvam [Freight wagons. Requirements to structural strength and dynamic qualities] (2014). GOST 33211-2014 from 22 Desember 2014. Moscow: *Standartinform* [in Russian].

6. Tanks for the transport of dangerous goods – Metallic tanks with a working pressure not exceeding 0,5 bar – Design and construction. (2015). EN 13094:2015 from 01 July 2015. Technical Committee CEN/TC 296 «Tanks for transport of dangerous goods» [in English].

7. Tanks for the transport of dangerous goods. Metallic pressure tanks. Design and Construction. (2018). EN 14025:2018 from 01 September 2018. *Technical Committee CEN/TC 296 «Tanks for transport of dangerous goods»* [in English].

8. Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies. Freight wagons. (2010). EN 12663-2:2010 from 01 July 2010. *Technischen Komitee CEN/TC 256 «Eisenbahnwesen»* [in English].

9. Bubnov V.M. (1991). Creation and implementation of a new generation of railway tanks with improved technical and economic characteristics: Abstract dis. doct. tech. Sciences: 05.22.07 / Bubnov Valeriy Mikhailovich, 48 [in Ukrainian].

10. Martynov I.E., Pavliuchenkov M.V. (2013). Optymizatsiia opornoho prystroiu vahona-tsysterny [Optimization of the support structure of a tank wagon]. *Collected scientific works of Ukrainian State Academy of railway transport*, 138, 221-225 [in Ukrainian].

10. Filippov V.N., Radzikhovsky E.A. (1994). Issledovaniye povedeniya vagonov pri avariynom soudarenii [Tekst]: (Analiz avariynykh situatsiy s tsisternami) [Research of the behavior of cars in an emergency collision [Text]: (Analysis of emergency situations with tanks)]. *Bulletin of VNIIZhT*, 3, 9-12 [in Russian].

11. Koturanov V.N., Filippov, A.V., Smolyaninov V.N., et al. (1993). Spetsializirovannyye tsisterny dlya perevozki opasnykh gruzov: sprav, posobiye [Specialized tanks for the transport of dangerous goods: reference, manual]. Moscow: Izd. standartov, 215 [in Russian].

12. Laguta V.S. (1978). Raschet kotlov tsistern s uchedom temperaturnykh vozdeystviy. [Calculation

of tank boilers taking into account temperature effects]. *Tr. MShT*, 610, 136-144. [in Russian].

13. Filippov V.N., Smolyaninov A.V. (1989). Povysheniye nadezhnosti, sovershenstvovaniye tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta vagonov [About protection of boilers of tanks for transportation of dangerous goods] *Increase of reliability, improvement of maintenance and repair of cars: inter-university collectible scientific tr.*, 80. Moscow: UEMIIT, 65-71. [in Russian].

15. Donchenko A.V. (1990). Development of a design and computational research of a four-axle tank with an increased axial load: Abstract dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.22.07 / Donchenko Anatoliy Vladimirovich. Dnepropetrovsk, 21. [in Ukrainian].

16. Koturanov V.N., Ovechnikov M.N. (1999). Povrezhdeniya kotlov i ram neftebenzinovykh zheleznodorozhnykh tsistern i ikh vliyaniye na bezopasnost' dvizheniya [Damage to boilers and frames of oil-gasoline railway tanks and their impact on traffic safety] *Safety of train traffic: works of scientific-practical. conf.* Moscow: MIIT, IV-4 - IV-5 [in Russian].

17. Kelrich M., Braykovskaya N., Fomin O., Prokopenko P. (2019). Theoretical characteristics of tank-cars ation tests for carriage of dangerous cargoes [Osoblyvosti provedennya vyprobuvan' vahona-tsysterny dlya perevezennya nebezpechnykh vantazhiv]. *Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, 3 (251), 77-83 [in Ukrainian].

18. Fomin O.V., Prokopenko P.M., Burlutskiy O.V., Fomina A.M. (2019). Controlling tests of the tank-cars for the assessment of the residual resource of undertaking structures [Kontrol'ni vyprobuвання vahona-tsysterny z metoyu otsinky zalyshkovoho resursu nesuchykh konstruktsiy]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: tekhnichni nauky [Scientific notes of V.I. Vernadsky Taurida National University. Series: technical sciences]*, 30 (5 (2)), 154-159. Retrieved from: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.5-2/27> [in Ukrainian].

19. Kocheshkova N.S. (2016). Osoblyvosti ekspluatatsii ta vymohy do vahoniv-tsystern dlia transportuvannya kyslotnykh melanzhei [Features of operation and requirements for tank cars for transportation of acid melanges]. *Railway transport of Ukraine*, 3-4, 65-72 [in Ukrainian].

20. Shushmarchenko V.O., Fedorov V.V., Strynzh A.M., Fedosov-Nikonov D.V. (2020). Shchodo pytannia tekhnichnoho diahnostuvannya vahoniv-tsystern dlia perevezennya nebezpechnykh vantazhiv [Regarding the issue of technical diagnostics of tank cars for transportation of dangerous goods]. *Rail-bound rolling stock*, 20, 89-95 [in Ukrainian].

21. Poriadok perevirky tsystern dlia perevezennya nebezpechnykh vantazhiv [Procedure for checking tanks for the transport of dangerous goods] (2015).

Ministry of Infrastructure of Ukraine [Ministry of Interior of Ukraine] (No. 166/550). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0663-15#Text> [in Ukrainian].

22. Dyrektyva 2008/68/YES Yevropeys'koho Parlamentu ta Rady vid 24.09.2008 r. pro vnutrishni perevezennya nebezpechnykh vantazhiv [Directive 2008/68/EC of the European Parliament and of the Council of 24 September 2008 on the inland transport of dangerous goods] (2008) [in Ukrainian].

23. Tekhnichniy rehlament nadannia posluh z perevezennia pasazhyriv ta vantazhiv zaliznychnym transportom [Technical regulations for the provision of services for the carriage of passengers and goods by rail] (No. 193). *Cabinet of Ministers of Ukraine* (2010). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/193-2010-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].

24. Tekhnichniy rehlament rukhomoho obladnannya, shcho pratsiue pid tyskom [Technical regulations for mobile equipment operating under pressure] (No. 536). *Cabinet of Ministers of Ukraine* (2018). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/536-2018-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].

25. Album-reference book "Freight cars of 1520 mm gauge railways". 002I-2010 PKB TsV.

26. Pravyla sertyfikatsii fakhivtsiv z neruinvnoho kontroliu [Rules for certification of non-destructive testing specialists] (No. 1387). *The State Emergency Service of Ukraine* (2012). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0010-13#Text> [in Ukrainian].

27. Systemy upravlinnia yakistiu. Vymohy [Quality management systems – Requirements] (2016). DSTU ISO 9001:2015 from 01 July 2016. Kyiv: *Ukrainian Research and Training Center of Standardization, Certification and Quality* [in Ukrainian].

UDC 656.254.1:[654:621.396.43](477)(045)

DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-52-59

Modernization and development of Ukrzaliznytsia's telecommunication network through introduction of radio relay communication / M. Zaburmekha // Railway Transport of Ukraine. 2021. - № 1. - pp. 52-59.

Ukrzaliznytsia's telecommunications network needs to be developed and modernized, especially sections that are not equipped with an optical communication line. To achieve this goal, these areas need to use a different data transmission medium than the existing line with copper cores, and appropriate equipment that would meet the telecommunications needs of the railway for many years. The organization of a radio relay line is a cost-effective, fast to build and flexible system that meets the eight requirements of modern communication and is a promising system.

Keywords: railway, radio relay communication, radio relay line, telecommunication network, data transmission, interface, technology, protocol.

References

1. Mirskiy A.G. (1968) Izberatel'naya telefon-naya svyaz na zheleznodorozhnom transporte [Selective telephony on railways]. — Transport, 248 p. [in Russian].
2. Feldman A.B. (1974) Dalnyaya svyaz otde-leniya zheleznoy dorogi [Long-distance communication of the branch of the railway]. — Moscow., Transport, 208 p. [in Russian].
3. Syerykh S.O. (2013) Napriamky vdoscotalenniy abonentskykh linii telekomunikatsiinykh merezh z vykorystanniam tehnologiyi xDSL [Direct details of the subscriber lines of telecommunications with the help of xDSL technologies]. Navchalnyi posibnyk. — Kyiv: Derzhavnyi universytet telekomunikatsii, — 40 p. [in Ukrainian].
4. Balashov V.O. (2010) Merezhi ta obladnan-nia shyrokosmygovogo dostupu za tekhnologiiamy xDSL [Networks and equipment for broadband access using xDSL technologies]. [Navch. posibnyk]. — Odesa: Vyd. tsentr ONAZ im. O.S. Popova, — 208 p. — ISBN 978-966-7598-49-5 [in Ukrainian].
5. Bartnovskii A.L. (1980) Izmereniya v el-ektrotekhnicheskikh ustroystvakh zheleznodorozh-nogo transporta [Measurements in electrical devices in railway transport]. — Moscow.: Transport, — 407 p. [in Russian].
6. Dmitrenko I.E. (1982) Izmereniya v ustroystvakh avtomatiki, telemekhaniki i svyazi na zheleznodorozhnom transporte [Measurements in automation, telemechanics and communication de-vices in railway transport]. — 3-e izd., pererab. i dop. Uchebnik dlya vuzov zh-d transp. — Moscow.: Transport, — 312 p. [in Russian].
7. Logachova L.M. (2019) Poshyrennya zemnykh radiokhvyl ta mobilnyi zvyazok [Terrestri-al radio propagation and mobile communications]. — Navchalnyi posibnyk. — Zaporizhzhya: ZNTU, — 236 p. — ISBN 978-617-529-208-2 [in Ukraini-an].
8. Bodilovskiy V.G. (1984) Radioreleynaya svyaz na zheleznodorozhnom transporte [Radio relay communication in railway transport]. — 4-e izd., pererab i dop. — Moscow.: Transport, — 359 p. [in Russian].
9. Narytkin T.M. (2019) Tsyfrovi radioreleini ta troposferni liniyi zviazku [Digital radio relay and tropospheric communication lines]. — Odeska natsionalna akademiia zviazku imeni O.C. Popova. — Odesa. — 168 p. — ISBN 978-617-582-066-7 [in Ukrainian].
10. Draganov V.M. (2000) Dzerkalni anteny. Navchalnyi posibnyk z kursovogo ta dyplomnogo proektuvannia dlia studentiv, sho navchaiutsia za spetsialnistu 8.090703 – Aparatura radiozviazku, radiomovlennia i telebachennia. — Ukrainska derzhavna akademiia zviazku im.O.S. Popova. — Odesa 2000. — 28 p. [in Ukrainian].
11. Tekhnicheskoe opisanie iPASOLINK 200, 6 - 38 ГГц, 10 - 400 Мбит/с, tsifrovaya radiosistema. NEC Corporation. — 2010. — 68 p. [in English].
12. Pocherniaev V.N., Povkhib V.S. (2016) Tendentsii rozvytku tsufrovykh radioreleinykh sys-tem. Tsyfrovi tekhnologii [Trends in the develop-ment of digital radio relay systems. Digital technolo-gies], 20, 14-20 [in Ukrainian].
13. Microwave Radio System Alcatel-Lucent 9500 MXC Microwave Cross Connect User Manual. 3DB 23063 AEAA - Rev 005 - June 2008. - 820p. [in English].