

ISSN 2304-6309

МІНЕКОНОМІКИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
“УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ВАГОНБУДУВАННЯ”

ЗБІРНИК НАУКОВИХ **ПРАЦЬ**

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД
RAILBOUND ROLLING STOCK

ВИПУСК 20



Кременчук 2020

МІНЕКОНОМІКИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ВАГОНБУДУВАННЯ»

**ЗБІРНИК
НАУКОВИХ ПРАЦЬ
«Рейковий рухомий склад»
«Railbound rolling stock»**

ВИПУСК 20 (2020)

Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад» Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагобудування» Міністерства економічного розвитку і торгівлі України. - Вип.20. - Кременчук: Вид-во ДП «УкрНДІВ», 2020. – 95 с.

Збірник містить статті, присвячені теоретичним, методологічним та прикладним проблемам галузі залізничного транспорту. У статтях збірника розглядаються питання щодо конструкцій рухомого складу залізниць, технології та організації транспортних процесів, математичного моделювання об'єктів залізничного транспорту, екологічної безпеки на транспорті, економіки транспортного машинобудування, сертифікації та стандартизації продукції залізничного транспорту та нормативного забезпечення.

Для науковців, дослідників, конструкторів та інженерно-технічних працівників транспорту та зв'язку.

ISSN 2304-6309

Редакційна колегія:

Сафронов О.М., кандидат технічних наук (головний редактор);

Сулим А.О., кандидат технічних наук (заступник головного редактора);

Хозя П.О., кандидат технічних наук, старший дослідник;

Федосов-Ніконов Д.В., кандидат технічних наук;

Багров О.М., кандидат технічних наук;

Vaclav PÍŠTĚK – професор, доктор технічних наук (Брноський технологічний університет, Чеська Республіка);

Pavel Kučera – кандидат технічних наук (Брноський технологічний університет, Чеська Республіка);

Juraj Gerlici - професор, доктор технічних наук (Словакія);

Гладких І.В., відповідальний секретар;

Лупітько Н.В., комп'ютерна верстка.

Збірник наукових праць зареєстрований в Державній реєстраційній службі України
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серії КВ № 23892-13732 Р, дата реєстрації 19.04.2019 р.

Статті збірника рецензували члени Редакційної колегії та Експертної комісії по розгляду результатів інтелектуальної і творчої діяльності ДП «УкрНДІВ».
Друкуються мовою оригінала.

Рекомендовано до друку Редакційною колегією (протокол № 18 від 22.06.20 р.) та Науково-технічною радою ДП «УкрНДІВ» (протокол № 1 від 25.06.20 р.).

Засновник і видавець - Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагобудування»

E-mail: office@ukrndiv.com.ua

www.ukrndiv.com.ua

ЗМІСТ

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

<i>І.В. Гладких, А.О. Сулим, Н.В. Лупітько</i> Основні дослідження динаміки оновлення та розвитку парку вантажних вагонів в Україні. Аналітичний огляд.....	4
<i>Ю.В. Єжов, Ю.С. Павленко, С.М. Полулях</i> Шляхи оновлення парку тепловозів в Україні.....	14
<i>Е.В. Третьяк, А.О. Сулим, П.О. Хозя</i> Основні типи конструкцій довгобазних вагонів-платформ та дослідження їх міцносних характеристик.....	27
<i>О.О. Юшко, О.О. Мельник, Є.О. Хвоєнко, П.О. Хозя, С.О. Столетов, О.В. Орлов</i> Дослідження теплотехнічних параметрів мікроклімату при використанні плоских нагрівальних елементів на проміжних вагонах електропоїздів.....	34
<i>О.М. Сафронов, П.О. Хозя, Ю.Я. Водянніков, Д.І. Єськов</i> Гальмівна ефективність бункерних вагонів з роздільним гальмуванням на кожен візок.....	40
<i>Ю.Я. Водянніков, О.Г. Макеєва, К.Л. Жихарцев</i> Проблемні питання діагностування промислових і маневрових локомотивів з метою продовження їх терміну служби.....	56
<i>С.А. Чебуров</i> Порівняння характеристик центрів колісних литих та центрів колісних катаних.....	63
<i>С.А. Чебуров</i> Порівняння характеристик забрудненості матеріалу бандажів чорнових локомотивних неметалевими вкрапленнями.....	67
<i>К.Ю. Холод, О.О. Федорак</i> Ключові моменти оновленої версії стандарту ISO 19011.....	71
<i>М.О. Багров</i> Технічний нагляд – складова процесу сертифікації.....	76
<i>О.І. Prostak, N.V. Lupitko, M.M. Malysh, O.I. Prostak</i> Use of cloud technologies at the enterprise.....	81
<i>В.О. Шушмарченко, В.В. Федоров, А.М. Стринжа, Д.В. Федосов-Ніконов</i> Щодо питання технічного діагностування вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів.....	89

УДК 629.46

І.В. Гладких, А.О. Сулим, Н.В. Лупітько

ОСНОВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ОНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ПАРКУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В УКРАЇНІ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

В роботі проаналізовано сучасний стан, динаміку розвитку та перспективи оновлення парку вантажних вагонів в Україні. Наведено статистичні дані щодо виробництва вантажних вагонів вітчизняними підприємствами. Визначено найбільш затребувані типи вагонів. Сформульовано висновки за результатами наведених статистичних даних та їх порівняльного аналізу.

Вступ та постановка проблеми. За умови експортно-орієнтованої моделі розвитку України залізничні вантажні перевезення є важливою умовою економічного зростання. Економіка України більшу частину валютних надходжень отримує від експорту аграрної продукції, руд, металопрокату. Ріст ВВП формує додатковий попит на вантажні перевезення, і якщо залізничний транспорт не зможе забезпечити його, це означатиме неможливість для бізнесу перевозити товари й поступову переорієнтацію на інші види транспорту в майбутньому. Подальше необхідне підвищення тарифів на залізничні вантажні перевезення призведе до зменшення привабливості залізничного транспорту та переорієнтацію вантажів на автомобільний та річковий транспорт, що негативно позначиться на розвитку галузі вітчизняного вантажного вагонобудування.

Мета роботи – аналіз сучасного стану вітчизняного парку вантажних вагонів та перспективи його розвитку, дослідження динаміки виробництва вантажних вагонів в Україні, визначення найбільш затребуваних типів вагонів з урахуванням вивчення попиту на перевезення вантажів.

Матеріал і результати досліджень.

Частка залізничного транспорту в загальному вантажообігу України [1].

Частка залізничного транспорту в загальному обсязі перевезених вантажів в Україні за 2019 року складає 20 %, 18 % - частка вантажних перевезень залізничним транспортом у середньому по країнах Європи, 339 млн.т - обсяг перевезень залізничним транспортом в Україні за 2017 рік, 0,6 млрд євро - показник ЕВІТДА (аналітичний показник, що дорівнює обсягу прибутку до урахування витрат) Укрзалізниці 2018 року, який у 9 разів нижчий, ніж у німецького залізничного транспорту, у 11 разів нижчий, ніж у російського залізничного транспорту.

Загальна вага перевезеного (транспортованого) вантажу (брутто), у тому числі у міжнародному сполученні, власними й (або) орендованими транспортними засобами з 2000 по 2018, а також за 2019 роки приведена в Таблицях 1, 2.

© *Гладких І.В., Сулим А.О., Лупітько Н.В., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1. - Перевезення вантажів з 2000 по 2019 роки (млн.т)

	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Транспорт	1529	1805	1765	1837	1623	1474	1543	1582	1643	1818
залізничний ¹	357	450	433	444	386	350	343	339	322	313

¹ За даними Акціонерного товариства "Українська залізниця" (далі – АТ "Укрзалізниця").

Розглянемо роботу транспорту 2019 року у порівнянні з 2018 роком. Підсумки роботи транспорту у 2019 році [2] див. на рисунку 1.

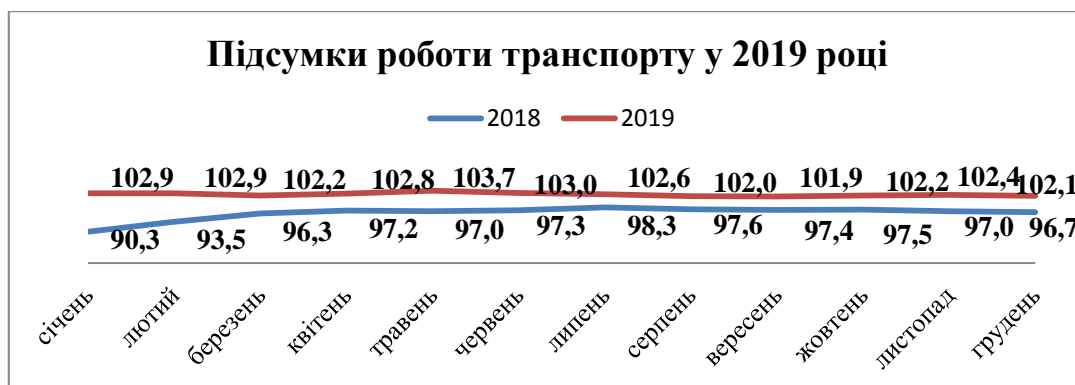


Рис. 1. Підсумки роботи транспорту у 2019 році (у %)

У 2019 р. вантажообіг підприємств транспорту становив 338,9 млрд. т-км, або 102,1 % від обсягу 2018 р. Підприємствами транспорту перевезено 674,5 млн.т вантажів, що становить 108,0 % від обсягів 2018 р.

Таблиця 2. - Перевезення вантажів за 2019 рік

	Вантажообіг		Обсяг перевезених вантажів	
	млн. ткм	у % до 2018	млн. т	у % до 2018
Транспорт	338885,2	102,1	1 674,5	108,0
Залізничний ¹	181844,7	97,6	312,9	97,1

¹ Інформація підготовлена на підставі таких державних статистичних спостережень адміністративних даних АТ "Укрзалізниця" щодо діяльності залізничного транспорту

У 2019 р. залізничним транспортом перевезено у внутрішньому сполученні та на експорт 312,9 млн. т вантажів.

Перевезення лісових вантажів **знизилося** на 58,3 %, брухту чорних металів – на 21,9 %, будівельних матеріалів – на 19,1 %, коксу – на 12,1 %, кам'яного вугілля – на 6,4 %, нафти і нафтопродуктів – на 5,7 %, чорних металів – на 5,0 %, цементу – на 4,9 %.

Разом із цим перевезення залізної та марганцевої руди **збільшилося** на 2,7 %, зерна та продуктів перемелу – на 21,0 %, хімічних і мінеральних добрив – на 31,5 %.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Розглянемо детально обсяг і стан вантажних вагонів в Україні, які є одними найважливішими факторами ефективної роботи залізниці (Рис. 2).



Рис. 2. Структура загального парку вантажних вагонів в Україні станом на 2018 рік

За даними Державної служби статистики України [3] інвентарна кількість вантажних вагонів власності АТ "Укрзалізниця") приведена в Таблиці 3.

Таблиця 3. - Інвентарна кількість вантажних вагонів (на кінець року)

	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Вантажні вагони ¹ , тис.	185,7	150,3	120,6	116,1	111,54	107,94	104,24	104,14	106,44
з них									
криті	21,0	18,3	12,0	8,0	7,5	7,1	6,3	5,9	5,8
платформи	16,2	12,5	8,6	6,2	5,8	5,5	5,3	5,3	5,2
напіввагони	82,5	64,4	59,6	52,9	50,6	48,5	46,8	47,9	50,6
цистерни	17,8	14,3	9,6	10,2	9,9	9,5	9,1	8,8	8,7
рефрижератори	4,1	1,1	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4

¹ З 2012 року – з урахуванням кількості власних вантажних вагонів, що належать підприємствам прямого підпорядкування АТ "Укрзалізниця".

Одним з основних факторів, що впливають на зміни в структурі парку, є його моральний і фізичний знос. Середній термін експлуатації вантажного вагону становить від 27 до 30 років, проте слід зважати на те, що різні класи вантажних вагонів мають різний термін експлуатації (Табл. 4).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 4. - Розподіл вантажних вагонів за роками випуску на кінець 2018 року (%)

	Усього	У тому числі за роками випуску				
		до 8 років	9-15 років	16-25 років	26-40 років	більше 40 років
Вантажні вагони ³	100,0	8,9	4,5	8,9	74,5	3,2
з них						
криті	100,0	–	0,3	0,1	99,4	0,2
платформи	100,0	–	–	11,3	87,6	1,1
напіввагони	100,0	18,2	8,8	10,2	62,4	0,4
цистерни	100,0	–	0,1	19,0	62,5	18,4
рефрижератори	100,0	–	–	–	98,9	1,1

³ З 2012 року – з урахуванням кількості власних вантажних вагонів, що належать підприємствам прямого підпорядкування АТ "Укрзалізниця".

Аналіз вагонного парку Укрзалізниці показує, що частка вантажних вагонів компанії з вичерпаним терміном експлуатації вища, ніж частка вагонів, які перебувають в рамках терміну експлуатації. Зокрема, 4 з 5 основних видів вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» переважно мають вичерпаний термін експлуатації (Рис. 3). Щодо ключових видів вагонів, а саме напіввагонів і зерновозів, відсоток одиниць з перевищеним терміном експлуатації складає 72 % і 86 % відповідно, що значно впливає на здатність Укрзалізниці доставляти товари цими вагонами

АТ «Укрзалізниця» була і залишається найбільшим власником парку вантажних вагонів в Україні, проте її частка протягом останніх 2 років зменшилася відносно парку вантажних вагонів, що перебувають у приватній власності [4].

За даними асоціації «Український логістичний альянс», впродовж неповних двох років (з 01.01.2018 по кінець 2019) в Україні була така динаміка поповнення вагонного парку:

- Загальний парк збільшився на 13,8 % (на 23,8 тис. вагонів: 21,8 тис. приватних і 2 тис. АТ «Укрзалізниця»), до 196 тис. вагонів. На 1 жовтня 54 % загального вагонного парку належать АТ «Укрзалізниця», 46 % – приватним власникам.

- Робочий парк збільшився на 9,8 % (на 12 тис. вагонів: 9,3 тис. УЗ та 2,7 тис. приватних), до 135,2 тис. вагонів. На 1 жовтня 2019 року 59 % робочого вагонного парку належать приватним власникам, 41 % – АТ «Укрзалізниця».

- Поповнення парку напіввагонів у 2018-2019 рр. (за станом на 01.10.2019) склало 15 тис. вагонів: у 2018 р. – 10,3 тис., в 2019-му – 4,7 тис. З них нові – 79 %, б/в – 21 %.

- Поповнення парку зерновозів в 2018-2019 рр. (за станом на 01.10.2019) склало 9,9 тис. вагонів: в 2018 р. – 4,4 тис., в 2019-му – 5,5 тис. З них нові – 59 %, б/в – 41 %.

Тобто приріст відбувся за рахунок приватних власників, вагонний парк яких до того ж знаходиться у кращому стані, ніж в АТ «Укрзалізниця».

Потенційну потребу у вагонах найближчими роками в АТ «Укрзалізниця» оцінюють, виходячи з необхідності списати вагони, яким більше 25 років. Їх близько 64 тис. Серед них більше 17 тис. напіввагонів, більше 11 тис. зерновозів, 6 тис. цистерн і близько 4 тис. фітингових платформ.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

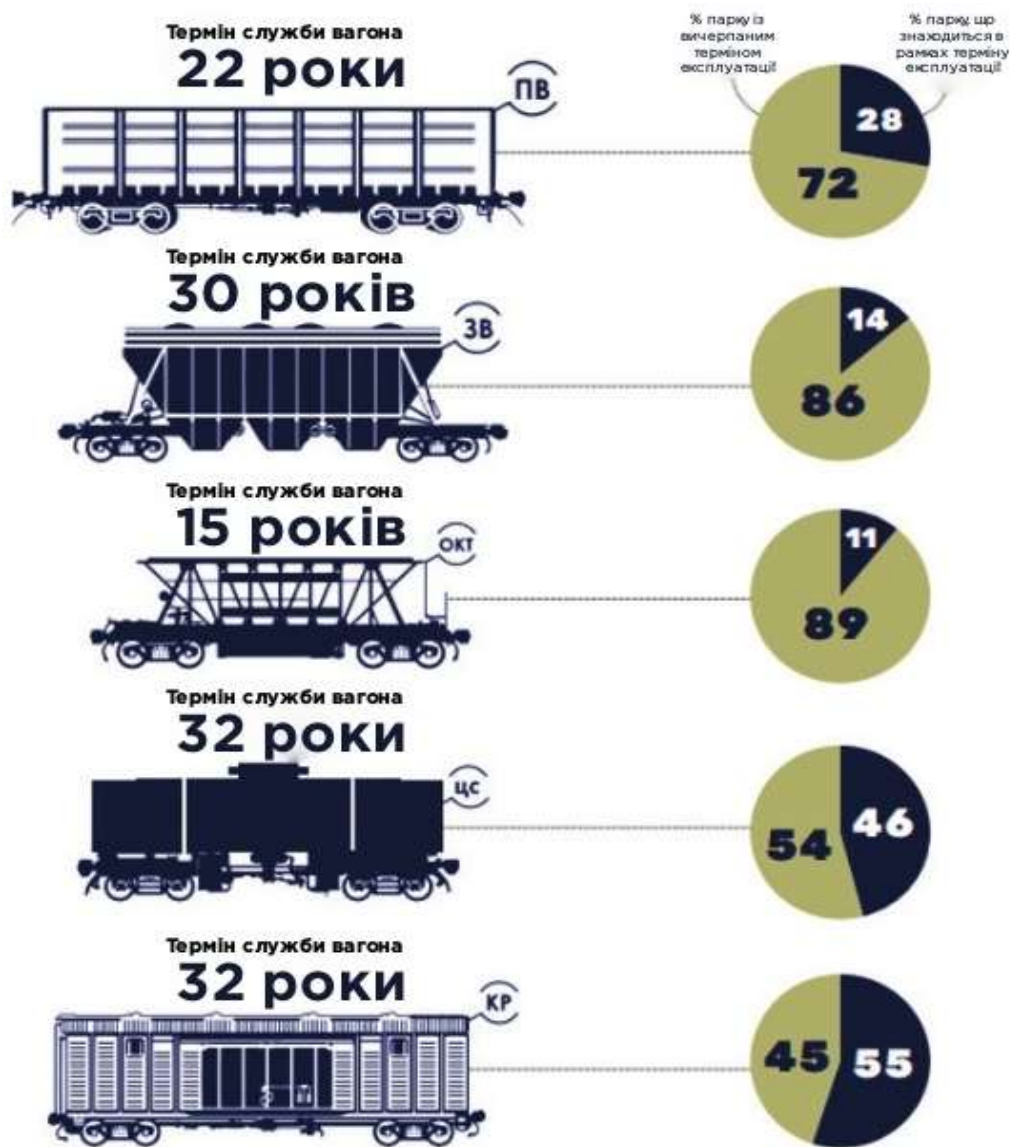


Рис. 3. П'ять основних видів вантажних вагонів вагонного парку АТ «Укрзалізниця»

Отже, аналіз діяльності приватних перевізників є ключовим у формуванні прогнозів для залізничної галузі.

До найбільших приватних компаній у сфері залізничних перевезень відносяться ТОВ «Лемтранс», ТОВ «Укрметалургтранс», ПрАТ «Укренерготтранс», ДП «Трансгарант-Україна» та ТОВ «Металургтранс» (рис. 4). Найбільшим приватним перевізником є ТОВ «Лемтранс», залізничний парк якого становить понад 20 тис. напіввагонів. Значимість приватних перевізників для держави полягає в тому, що вагони таких компаній мають нижчий рівень зносу (наприклад, ТОВ «Лемтранс» має 49 % вагонів у власному парку, вік яких не перевищує 5 років), і приватні перевізники впливають на монополізацію ринку, знижуючи вартість перевезень для бізнесу та покращуючи якість послуги перевезення загалом. Основною загрозою розви-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

тку парку приватних перевізників є зменшення кількості локомотивів Укрзалізниці при збільшенні попиту на вагони з боку бізнесу.

Станом на 2018 рік через відсутність тяги в Україні простоювало приблизно 2000 вагонів. Таким чином, ефективність використання вагонів значно знижується, що робить інвестиції в оновлення приватного вагонного парку не результативними.



Рис. 4. Структура найбільших приватних перевізників за розмірами вагонних парків, 2018 р. %

В поточному році АТ «Укрзаліниця» майже зовсім припинила виробництво вагонів на потужностях трьох своїх заводів (Панютинського ВРЗ, Дарницького ВРЗ та Стрийського ВРЗ), повністю сфокусувавшись на ремонті вагонів.

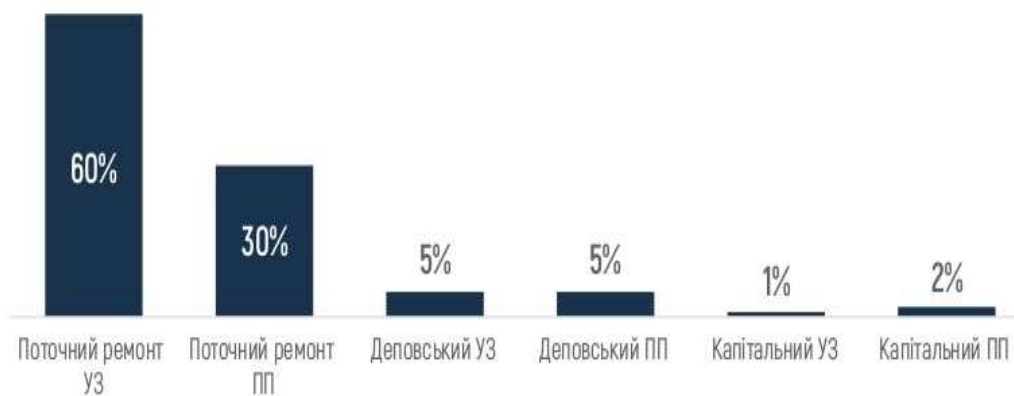
Частка капітального ремонту вантажних вагонів становить близько 20 % від загальних витрат на модернізацію, щоденною *ключовою проблемою* ремонтного відновлення вагонів є саме *поточні ремонти*, кількість яких тільки для АТ «Укрзаліниця» перевищує 59 % (19,2 тис. ремонтів) протягом 2017—2018 років, що додатково підкреслює рівень зносу основного вагонного парку. Водночас кількість капітальних ремонтів в АТ «Укрзаліниця» становить 194 за аналогічний період. Відповідно до інвестиційної програми АТ «Укрзаліниця» з оновлення рухомого складу, до 2021 року планується залучити в експлуатаційний парк близько 80,7 тис. вантажних вагонів, а вилучити з парку 86,6 тис. вагонів [5]. Попри те, що темп вилучення вагонів залишався на очікуваному рівні, фактичний обсяг закупівель 2017 року становив лише 32 % від запланованого. Таким чином, фактично виконання програми оновлення рухомого складу виконується лише частково. Кількість ремонтів за видами представлено на Рис. 5.

Така динаміка виконання планового оновлення рухомого складу разом із ринком, що зростає, призводить до того, що обсяг загального дефіциту вантажних вагонів 2025 року становитиме близько 48 - 50 тис. одиниць.

За оцінками експертів, загальний дефіцит вагонного парку в Україні буде насамперед формуватися за рахунок відсутності двох типів вантажних вагонів: *напіввагонів і зерновозів*.

Станом на грудень 2018 року середня тривалість обігу напіввагонів становить 9,8 діб, а дефіцит цього виду вантажних вагонів у грудні становив 18 тис. одиниць (Рис.6.).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Джерело: АТ «Укрзалізниця», Головний інформаційний аналітичний центр «Rail Інсайдер»

Рис.5. Порівняння кількості ремонтів по видах за формою власності, %



Рис. 6. Основні показники погрузки напіввагонів станом на 2018 рік

Дефіцит парку зерновозів Укрзалізниці є другим за обсягами серед усіх інших типів вантажних вагонів і залежно від сезону може становити від 1 до 2,4 тис. одиниць протягом року (див. Рис.7). Виклики для залізничного транспорту з боку бізнесу також пов'язані з нестачею вантажних вагонів Укрзалізниці, які здійснюють експортні перевезення.

Потреби аграріїв на вивезення зерна 2017 року було виконано на 65 %, 2018 року - на 45 %. У результаті - несистемний експорт і зменшення та затримки повернення валюти в державу, що автоматично впливає на курс, фінансовий стан підприємств галузі тощо.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 7. Основні показники експлуатації зерновозів станом на 2018 рік

На сьогодні в Україні функціонує ціла низка вагонобудівних підприємств, спроможних виконувати масштабні замовлення на виготовлення вантажних вагонів. це, зокрема: лідер – ПАТ «КВБЗ»; ПрАТ «Дніпровагонмаш»; ТДВ «Попаснянський ВРЗ», ДМЗ «Карпати».

Для прикладу, ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» у 2019 році наростив виробництво вантажних вагонів на 41,7 % - до 5237 штук, у порівнянні з 2018 роком. З цього числа піввагонів було побудовано 2401 одиниця, цементовозів - 103, вагонів для перевезення мінеральних добрив - 701, зерновозів - 2032.

ПрАТ "Дніпровагонмаш" - в минулому році випустив 1939 вантажних вагонів, з яких тисяча триста сімдесят сім зерновозів і 498 піввагонів. Решта номенклатура представлена цементовозами, фітингових платформами і критими вагонами. Варто відзначити, що ПрАТ "Дніпровагонмаш" у 2019 році показав зниження обсягів на 16 % в порівнянні з 2018 роком, коли виготовив 2312 вагонів.

На Попаснянському вагоноремонтному заводі було побудовано 1090 піввагонів.

Augum Group в 2019 році виробила 279 вантажних вагонів (251 напіввагонів і 28 зерновозів), що більше на 12,5 %, ніж у 2018 році, коли компанією було побудовано 248 вагонів.

За 9 місяців поточного року Україна експортувала близько 2 тис. вагонів на \$ 114,2 млн. у 2018 - му – близько 1 тис. вагонів на \$ 45,8 млн.

Однак слід констатувати факт погіршення стану вагонобудівних підприємств, що є наслідком зменшення інвестицій у їх діяльність, недостатня кількість замовлень, що викликає старіння основних засобів та інших чинників. Це зумовлює необхідність пошуку інструментів, які можуть сприяти переведенню вагонобудівних підприємств у кращий стан [6].

Для визначення підходів до розвитку потенціалу підприємств вагонобудування України в умовах завоювання нових ринків проведено аналіз факторів зовнішнього середовища стосовно підприємств (PEST-аналіз) (Табл. 5). За результатами PEST-аналізу можна побачити сегменти впливу основних політичних, економічних, соціа-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

льних і технологічних аспектів впливу зовнішнього середовища на підприємства, які формують вагонобудівний комплекс країни.

Таблиця 5.- PEST-аналіз діяльності вагонобудівних підприємств України

Політичні фактори	Економічні фактори
<ol style="list-style-type: none">1. Розбіжність центрів впливу з розподілом бюджетних коштів.2. Відсутність законодавчої і податкової підтримки підприємств.3. Недовіра бізнесу до влади та її органів.	<ol style="list-style-type: none">1. Системні кризи світової фінансової системи.2. Інфляційні ризики і відсутність шляхів їх подолання.3. Висока облікова ставка НБУ, надмірні ставки кредитування бізнесу.4. Наднизький платоспроможний попит внутрішнього ринку.5. Висока залежність економіки країни від кредитів міжнародних фінансових організацій і фондів.6. Нестача оборотних коштів у промислових підприємствах.7. Неконтрольоване зростання цін на товари і послуги монополій (сировина, енергоресурси).8. Слабке залучення іноземних і вітчизняних інвестицій у галузь вагонобудування.
Соціальні фактори	Технологічні фактори
<ol style="list-style-type: none">1. Скорочення чисельності працездатного населення.2. Зменшення чисельності висококваліфікованих спеціалістів3. Зниження привабливості праці на вагонобудівних підприємствах.4. Відсутня чітко виражена орієнтація на якість як основу конкурентоспроможності.5. Значний розрив між рівнем заробітної плати і рівнем потреб співробітників.	<ol style="list-style-type: none">1. Втрата Україною лідируючих позицій у передових напрямках науки в галузі вагонобудування.2. Відсутність належної технологічної бази: значний знос активної частини основних фондів.3. Незначний рівень упровадження нових технологій та диверсифікації виробництва.4. Відсутність триєдиного зв'язку «наука – технологія - виробництво».

Висновок.

Проведено аналіз сучасного стану вітчизняного парку вантажних вагонів та перспективи його розвитку, визначено основні фактори підходу до розвитку вагонобудівних підприємств України; досліджено динаміку виробництва вантажних вагонів в Україні, визначено найбільш затребувані типи вантажних вагонів з урахуванням вивчення попиту на перевезення вантажів.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

1. У залізничному транспорті у перспективі основними будуть два виклики, пов'язані із вантажними вагонами: це дефіцит вагонів і парк вагонів, орієнтований на перевезення більшості видобувної продукції. Важливо в цьому питанні збільшити закупівлю вантажних вагонів і впровадити жорсткий контроль за рівнем його виконання.

2. Поступове виведення з експлуатації зношеного рухомого складу впродовж 5-7 років з точковими виключеннями в частині окатишевозів і одночасне оновлення вагонного парку дозволить тримати гарантований щорічний рівень замовлень для українських вагонобудівельників на рівні не менше 12-15 тис. вантажних вагонів.

3. Необхідно впроваджувати заходи з підвищення оборотності вагонів, зменшення простою. Один з яких, це критичний стан тягового рухомого складу, що провокує постійну нестачу локомотивів для вантажних перевезень.

4. Тому, Україні потрібні антикризові заходи, які б дали змогу інвестувати в залізничний транспорт України, включали у себе ефективне використання ресурсів: людських, матеріальних, фінансових, змогли подолати корупційні ризики, базувалися на автоматизації контролю за ресурсами, стимулювали впровадження власних нових технологічних розробок завдяки розвитку науково-технічного потенціалу вітчизняних вагонобудівних підприємств та науково-дослідних організацій. Необхідно зазначити, що основним чинником ефективного функціонування заводів є постійне завантаження новими замовленнями, тим паче, що понад 90 % складових, які використовуються для виробництва вантажних залізничних вагонів, — українські. Розвиток перспектив подальшого завоювання нових ринків з урахуванням можливостей потужного конкурентоспроможного потенціалу Європейського союзу. Тому, інвестиції у залізничний транспорт залишаються одним із найвигідніших інвестиційних проєктів держави з точки зору макроекономічного ефекту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чи є майбутнє в залізничного транспорту України. Режим доступу: URL: <https://www.slideshare.net/UIFuture/ss-128>
2. Експрес - випуск Держстату України. Підсумки роботи транспорту у 2019 році. Режим доступу: URL <https://www.ukrstat.gov.ua>
3. Транспорт і зв'язок України 2018. Статистичний збірник. Державна служба статистики України, 2019. арк. 25.
4. Григоренко Ю. Коли потрібна швидкість: оновлення вагонного парку час систематизувати. URL: <https://gmk.center/ua/posts/koli-potribna-shvidkist-onovlennya-vagonnogo-parku-chas-sistematizuvati/>
5. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки.
6. Козуб А.В. Конкурентоспроможність вітчизняних вагонобудівних підприємств під час завоювання нових ринків у сучасних умовах. Економіка та управління підприємствами. Збірник наукових праць. Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. Розділ Східна Європа: економіка, бізнес та управління. Випуск 1 (12), 2018. С.176-181.

УДК 629.4.014.62:001.891

Ю.В. Єжов, Ю.С. Павленко, С.М. Полулях

ШЛЯХИ ОНОВЛЕННЯ ПАРКУ ТЕПЛОВОЗІВ В УКРАЇНІ

Наведені загальні відомості щодо фактичного стану парку тепловозів промислового залізничного транспорту та АТ «Українська залізниця», визначені напрямки його оновлення, висвітлені основні проблемні питання виробництва тепловозів в Україні та можливі шляхи їх вирішення, проаналізований позитивний досвід модернізації тепловозів в Україні та інших країнах протягом останніх років, встановлений перелік необхідних досліджень металоконструкцій тепловозів для визначення доцільності їх модернізації з продовженням терміну експлуатації.

Вступ. Основна проблема промислового залізничного транспорту і магістральних українських залізниць – недостатня кількість наявних тепловозів в експлуатаційному парку. За оцінками Українського інституту майбутнього, перевищення попиту над пропозицією на локомотивну тягу складе 11 раз в перспективі до 2021 року [1].

У 2018 році проявилися ознаки проходження точки неповернення в локомотивній тематиці. Багато підприємств не змогли вивезти в повному обсязі вироблену продукцію.

При цьому на даний час парк тепловозів в Україні за своїм фізичним та моральним станом знаходиться на межі використання (тобто більшість тепловозів вичерпали свій призначений термін експлуатації, який складає 15 – 25 років), що потребує його часткового або повного оновлення.

Проблему оновлення парку тепловозів можна вирішувати або за рахунок придбання за кордоном нових сучасних локомотивів (в Україні на даний час локомотиви не виготовляються), або шляхом відновлення їх ресурсу під час проведення капітального (далі – КР) з продовженням терміну служби або капітально-відновлювального ремонту (далі – КВР) з модернізацією та продовженням терміну служби.

Мета даної статті – надати загальні відомості щодо фактичного стану парку тепловозів в Україні, визначити основні напрямки його оновлення, розглянути проблемні питання виробництва нових тепловозів в Україні та можливі шляхи їх вирішення, висвітлити позитивний досвід останніх років підприємств України та європейських країн в питанні модернізації тепловозів, що знаходились в експлуатації більше ніж 30 років, надати рекомендації стосовно необхідних досліджень металоконструкцій тепловозів, які мають бути проведені до прийняття рішень щодо їх модернізації з продовженням терміну експлуатації.

© *Єжов Ю.В., Павленко Ю.С., Полулях С.М., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Фактичний стан парку тепловозів промислового та магістрального транспорту. За даними з відкритих інформаційних джерел [2], станом на 01.09.2018 р. в інвентарному парку промислових підприємств України знаходилось майже 3500 тепловозів і 1938 тепловозів в інвентарному парку АТ «Українська залізниця» з яких 609 одиниць - це магістральні вантажні тепловози (тільки 202 знаходяться в експлуатації), 71 одиниця – пасажирські тепловози (тільки 28 знаходяться в експлуатації) та 1258 одиниць – маневрові тепловози.

При цьому не враховані локомотиви, що знаходяться на тимчасово невідконтрольній території.

На даний час свіжа інформація відносно структури парку тепловозів промислового залізничного транспорту України та АТ «Українська залізниця» відсутня, але є всі підстави вважати, що проблема залишилась незмінною.

Справжня причина проблеми – несвоєчасне оновлення парку тепловозів, порушення умов експлуатації, термінів проведення технічного обслуговування, капітальних ремонтів наявного парку та небажання займатися питаннями його модернізації.

Парк тепловозів промислового залізничного транспорту України та АТ «Українська залізниця» на сьогоднішній день є морально та фізично застарілим, а знос становить 98,3 %. До складу 1,7 % входять: 4 тепловоза ТЭП150, 30 тепловозів ТЭ33АС придбаних АТ «Українська залізниця» та одного тепловоза ТЭ33А придбаного ПрАТ «Івано-Франківськцемент».

На повну заміну тепловозного парку України та придбання додаткової необхідної кількості сучасних тепловозів для задоволення попиту тепловозної тяги необхідне значне фінансування. Оцінюючи економічну ситуацію в нашій державі та орієнтовну вартість нового тепловоза на світовому ринку, потрібно відверто констатувати, що навіть протягом наступних 10 років всі промислові підприємства України різних форм власності, які мають власний тепловозний парк, разом з АТ «Українська залізниця», не спроможні виділити такі кошти. Тому дані підприємства, в тому числі АТ «Українська залізниця», будуть змушені балансувати між оновленням, модернізацією, переоснащенням, капітальними та поточними ремонтами тепловозів. В сучасному світі глобальної економіки, будь-яке українське підприємство, зважаючи на свої економічні інтереси, має право на свій розсуд обрати підрядника вітчизняного чи іноземного на виконання модернізації, переоснащення чи капітального ремонту власного тепловозного парку.

Безумовно, державна політика в цій галузі має бути спрямована на те, щоб промислові підприємства підтримували вітчизняних виробників, які займаються ремонтом тягового рухомого складу та протягом 2020-2025 років вирішували питаннями придбання на найкращих умовах нових локомотивів іноземного виробництва з подальшою суттєвою локалізацією їхнього виробництва на вітчизняних підприємствах. При цьому стратегічно важливим завданням є максимальне використання провідними міжнародними виробниками локомотивів українських виробничих потужностей, запасних частин та послуг. Але також і наші підприємства, які займаються ремонтом тягового рухомого складу, виготовленням запчастин та нових комплектуючих теж мають бути зацікавлені у спільній співпраці з міжнародними виробниками для перейняття їхнього досвіду щодо сучасної модернізації локомотивів з можливістю в подальшому виробництва нових локомотивів.

Оновлення парку вантажних тепловозів УЗ за рахунок придбання тягового рухомого складу за кордоном та питання з цим пов'язані. Як відомо з відкритих інформаційних джерел (наприклад, [3]), між АТ «Українська залізниця» та компанія GE Transportation 23 лютого 2018 р. був підписаний рамочний договір стосовно 15-річного партнерства щодо оновлення та модернізації тягового рухомого складу

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

українських залізниць. Відповідно до умов договору до 2034 року передбачається поставка в Україну 225 тепловозів ТЭ33АС (тепловоз з електропередачею модель 33 з асинхронним приводом) виробництва GE Transportation.

Згідно з договором, виробництво тепловозів ТЭ33АС для України на підприємстві компанія GE Transportation (сьогодні це вже Corporation Wabtec) розташованого в м. Erie, штат Pennsylvania, USA, розпочато на початку 2018 р. Восени 2018 р. та у першому кварталі 2019 р. в Україну доставлені перші 30 тепловозів зазначеної серії, які на даний час успішно експлуатуються на українських залізницях.

В українських ЗМІ це було названо великою перемогою в галузі відкриття українського ринку і залучення американських інвестицій.

Варто зазначити, що на першому етапі виконання контракту на постачання 30 тепловозів ТЭ33АС всі вони виготовлені в США. Більше того навіть їх обслуговування і ремонт скоріше за все буде виконувати GE Transportation або їх дочірня компанія, а не АТ «Українська залізниця».

Таким чином поки про інвестиції говорити складно. Контракт передбачає, що в подальшому, на протязі 15 років відбудеться часткова локалізація виробництва в Україні (до 40%). Але чи станеться це чи ні – говорити зарано. При цьому спільне виробництво сучасних локомотивів в Україні можливе, але Corporation Wabtec можливо не найперспективніший партнер.

У зв'язку з тим виникає ряд питань:

- чому Україна в умовах кризи як держави, так і галузі дозволяє собі купувати дорогі американські локомотиви та оплачувати імпорتنі матеріали, комплектуючі і сервіс?;

- чи потрібно продовжувати купувати американські локомотиви, або Україна здатна оновлювати свій парк власними силами?

- чому не розглядається питання закупівлі у Corporation Wabtec замість локомотивів дизель-генераторних модулів для модернізації власного рухомого складу?

Проблемні питання виробництва нових тепловозів в Україні та можливі шляхи їх вирішення. Багато вітчизняних ЗМІ після підписання контракту АТ «Українська залізниця» з GE Transportation заговорили про українські заводи та перспективи власного виробництва тепловозів.

Дійсно в Україні на теперішній час є мережа малих та великих спеціалізованих тепловозоремонтних підприємств різних форм власності, які можуть виконувати капітальні ремонти тепловозам різних типів та моделей. На жаль, не всі тепловозоремонтні підприємства, навіть за умови відповідного фінансування, спроможні вже сьогодні виконувати сучасну модернізацію тепловозів а в перспективі будувати нові сучасні тепловози.

Ось перелік підприємств, які за інфраструктурою, технічними можливостями та своїм досвідом (за умови вирішенні власних певних поточних фінансових та кадрових питань) теоретично спроможні в найближчій перспективі налагодити виробництво нових тепловозів:

- ПрАТ «Дніпропетровський тепловозоремонтний завод» (спеціалізується на капітальних ремонтах магістральних тепловозів серії ТЭ10, 2ТЭ116 та маневрових тепловозах серії ЧМЭЗ, ТЭМ2), який входить в структуру АТ «Українська залізниця»;

- ТОВ «Полтавський тепловозоремонтний завод» (проводить капітальний ремонт тепловозів серій ТЭП70, 2ТЭ116, ТЭМ7, капітально-відновлювальний ремонт тепловозів із заміною силової установки серій М62 і 2М62, ТЭМ2в/і, ТГМ6в/і, ТГМ4в/і та комплексну модернізацію тепловозів серії ТЭ10в/і, ЧМЭЗ);

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- ТОВ «Миколаївський тепловозоремонтний завод» (спеціалізується на виконанні капітальний ремонт та модернізації тепловозів серії ТГМ4в/і, ТГМ6в/і, ТЭМ2в/і, ТЭМ7, ЧМЭ3, М62, 2ТЭ10в/і).

Крім того, в Україні є таке підприємство, як ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», який будує сучасні вантажні та пасажирські вагони, дизель-та електропоїзди і при цьому має дефіцит замовлень всередині країни та проблеми з оплатою за випущену продукцію. За своїми технічними можливостями ПАТ «КВБЗ» спроможний в найкоротший термін освоїти виробництво рам візків тепловозів (одних з головних складових частин локомотива) та зварювання самих несівних рам тепловозів.

Але слід зазначити, що сьогодні жодне українське підприємство, на жаль, не має позитивного досвіду виробництва дизельних двигунів (дизель) для магістральних тепловозів [3].

Останній тепловоз, який був виготовлений та придбаний у вітчизняного виробника ХК «Луганськтепловоз» АТ «Українська залізниця» це пасажирський тепловоз ТЭП-150 № 004, але він укомплектований російським дизелем типу Д49.

Єдина спроба почати виробництво українських дизелів для тепловозів на ДП «Заводі ім. Малишева» завершилася невдачею. Експериментальне використання на Південній залізниці харківських дизелів типу Д-80 на тепловозах 2ТЭ116 та ЧМЭ3 завершилося тим, що підприємство-виробник не усунуло виявлені недоліки в конструкції дизеля, які були виявлені під час дослідної експлуатації.

Суттєвим недоліком угоди між АТ «Українська залізниця» і GE Transportation є те, що при її укладенні не розглядалися інші варіанти можливої співпраці. Наприклад, щодо постачання дизель-генераторних установок для тепловозів виробництва таких зарубіжних світових компанії як Caterpillar, Wabtec, Cummins - одними з головних виробників дизельних двигунів в світі, які відрізняє висока надійність, довговічність, економічність, продуктивність. Зазначені компанії могли б поставляти в Україну тягову установку (чи тільки самий дизель) та систему управління, а вітчизняні підприємства, такі як ДП завод «Електроважмаш», ПАТ «НВП «Смілянський електромеханічний завод», ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», ТОВ «ПОЛТАВСЬКИЙ КОМПРЕСОРНИЙ ЗАВОД» можуть самостійно виготовляти електричні машини (головні генератори, електродвигуни), компресори, колісні пари, допоміжне обладнання, елементи гальмівної передачі та інше.

За інформацією [1], залізниці Прибалтики та Угорщини для модернізації старих тепловозів типу М62 (які експлуатуються і в Україні) укладають контракти з компанією Caterpillar на встановлення нових потужних тягових систем. В Чехії на тепловози 2М62 встановлюють дизелі MTU (Німеччина) та здійснюють зміну дизайну кузова тепловоза та кабін машиністів. В Польщі старі М62 переобладнають в сучасний рухомий склад з повною заміною внутрішнього обладнання.

Вищевикладене свідчить про те, що для України у її важкому економічному стані оновлення тепловозів – це не придбання зарубіжного рухомого складу, а покупка передових зарубіжних і вітчизняних технологій і створення на цій базі власного виробництва рухомого складу, у тісній міжнародній кооперації.

Локомотиви українського виробництва – це не тільки транспортні засоби, але і наука, інженерія, десятки тисяч робочих місць і престиж нації.

Позитивний досвід модернізації тепловозів підприємствами України та інших країн. Що стосується модернізації тепловозів в Україні, то зазначений вид робіт для тепловозоремонтних підприємств не є новим.

Найбільш вдалим прикладом позитивного досвіду з модернізації тепловозів в Україні є позитивний досвід ТОВ «Миколаївський тепловозоремонтний завод».

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

З реалізованих за останні роки проектів модернізації зазначеного підприємства можна відмітити наступні.

1. У 2017 р. був реалізований проект модернізації тепловоза ТГМ4 для ПАТ «Запоріжсталь» (МЕТІНВЕСТ) з установкою дизеля Cummins QST-30 (США) та компресорного агрегату. Загальний вигляд модернізованого тепловоза та його вузлів наведені на рисунку 1, 2.



Рис. 1. Модернізований тепловоз ТГМ4-1890 для ПАТ «Запоріжсталь»

2. На початку 2018 р. після глибокої модернізації був введений в експлуатацію перший тепловоз ТГМ6 з дизелем QST-30. Під час модернізації також був встановлений новий роторно-пластинчатий компресорний агрегат АКЛ 4,5PM111J, кондиціонер, електродвигун приводу вентилятору охолодження, мікропроцесорний блок управління допоміжними агрегатами, модернізована УГП-750. Загальний вигляд модернізованого тепловоза наведений на рисунку 3.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 2. Дизель Cummins QST-30 встановлений на модернізований тепловоз ТГМ4-1890 для ПАТ «Запоріжсталь»



Рис. 3. Тепловоз ТГМ6-1892 після глибокої модернізації

3. У 2019 р. реалізований проект глибокої модернізації тепловоза ТЭМ7 з заміною всього штатного обладнання: новий двигун виробництва Anglo Belgian

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Corporation (ABC), новий роторно-пластинчатий компресорний агрегат АКЛ спільного виробництва з компанією Mattei (Італія), нова система управління, інвертор, кондиціонер. Загальний вигляд модернізованого тепловоза наведений на рисунку 4.



Рис. 4. Тепловоз ТЭМ7-0145 після глибокої модернізації

4. Також у 2019 р. реалізований проект глибокої модернізації тепловоза 2ТЭ10М, на якому були встановлені наступні агрегати: новий двигун виробництва Anglo Belgian Corporation (ABC), новий роторно-пластинчатий компресорний агрегат АКЛ-6 спільного виробництва з компанією Mattei (Італія), нова мікропроцесорна система управління, сучасний тяговий агрегат змінного струму виробництва ДП «Електротяжмаш», система клімат-контролю кабіни машиніста, швидкостемір «Вектор», система електронного моніторингу всіх систем тепловоза. Загальний вигляд модернізованого тепловоза та його вузлів наведені на рисунку 5, 6, 7.

Заслуговує уваги успішний приклад спільної комплексної модернізації 6-ти американських шестивісних тепловозів С30, виробництва GE естонським оператором вантажних залізничних перевезень Operail та чеською компанією CZ Loko [4].

За умовами контракту 2020 р. Operail придбає у CZ Loko шість комплектів обладнання для проведення вказаної модернізації. Комплектуючі для модернізації 6-ти тепловозів мають бути поставлені в Естонію до початку 2021 року. Елементи конструкції тепловозів (блок циліндрів, капот, кабіна, блок управління, система охолодження, гальмівна система) виробляються на заводі CZ Loko в Йиглаві (Чехія). В цехах компанії Operail у місті Тапа (Естонія) старі тепловози розбирають, виконують капітальний ремонт візків та головної рами, відбувається фінальна збірка.

Згаданий контракт – це не перший досвід плідної співпраці Operail та CZ Loko. У 2019 р. був реалізований контракт з модернізації 4-х таких тепловозів, раніше – ще 3-х.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 5. Тепловоз 2ТЭ10М-2264 після глибокої модернізації



Рис. 6. Двигун 8DZC-1000-188-К виробництва Anglo Belgian Corporation встановлений на тепловозі 2ТЭ10М під час модернізації

Модернізовані тепловози С30-М призначені для важких маневрових робіт на залізничних коліях 1520 мм. В конструкції використаний дизель САТ 3512С потужністю 1550 кВт. Конструкція тепловоза С30-М на відміну від конструкції тепловоза С30 є капотною, вага тепловоза 138 т, навантаження на вісь – 23 т, передача електрична змінно/постійного струму. Загальний вигляд модернізованого тепловоза С30-М наведений на рисунку 8.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 7. Кабіна машиніста та пульт управління на тепловозі 2ТЭ10М після модернізації



Рис. 8. Модернізований тепловоз С30-М

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

За інформацією [4], у 2019 р. один з модернізованих тепловозів Operail був поставлений в Україну для виконання робіт на внутрішніх коліях підприємства «ДТЕК «Павлоградвугілля».

Є також цікавим досвід естонської компанії Skinest Rail [5], яка займається ремонтом та модернізацією локомотивів, а також здачею їх в оренду. Зазначена компанія співпрацює як з приватними власниками, так і з державними компаніями, наприклад з німецькою Deutsche Bahn.

В рамках такої співпраці у 2017 році Даугавпилський локомотиворемонтний завод (входить до структури Skinest Rail) підписав договір про співробітництво з Deutsche Bahn в частині виконання КР тепловозам серії BR233 (виготовлялись ПАТ «Луганськтепловоз» у 1970 роках як тепловози серії ТЭ109 – попередник тепловоза ТЭП150). Тепловоз серії BR233 – магістральний вантажопасажи́рський односекційний 6-вісний тепловоз потужністю 3000 к.с. до даного часу вважається в Польщі та Німеччині одним з самих надійних та дешевих в експлуатації. Загальний вигляд тепловоза серії BR233 наведений на рисунку 9.



Рис. 9. Тепловоз серії BR233

Протягом останніх двох років Даугавпилський локомотиворемонтний завод виконав КР з модернізацією майже 20 тепловозам зазначеної серії з продовженням експлуатації на 6 – 8 років.

Незважаючи на складність проекту в цілому (тепловози потрібно везти з Західної Європи, здійснювати перестановку на іншу колію в пункті переходу) він виявився для замовника (Deutsche Bahn) економічно вигідним.

Варто зазначити, що тепловози серії 2ТЭ116, середній вік яких перевищує 30 років, це 50% всього парку дизельних магістральних тепловозів України. Якщо «заможна» УЗ планує до 2025 року виключити з інвентарю 450 локомотивів [6], то

«бідна» Deutsche Bahn до даного часу продовжує життя своїм 40-річним тепловозам, та вважає це економічно доцільним. Такі реалії сьогодення.

Доцільність модернізації експлуатаційного парку тепловозів України. У західних країнах колишнього соціалістичного табору експлуатується досить багато локомотивів, віком понад 40 років. У країнах ЄС експлуатується близько 10 000 маневрових локомотивів віком понад 40 років. Вони продовжують працювати і користуються популярністю через свою простоту. Вказана техніка підтримується в хорошому стані шляхом правильної експлуатації, своєчасного технічного обслуговування і модернізації. Ця робота організована на промислових підприємствах і депо, в рамках залізничних компаній кожної країни.

За інформацією [1], в Україні виробляються всі ключові компоненти локомотивів, крім дизельних двигунів і тягових перетворювачів. Але і це питання часу та бажанья. За кошти, витрачені на придбання одного тепловоза GE TE33AC, можна провести глибоку модернізацію трьох найбільш затребуваних на залізницях магістральних тепловозів 2TE116. Крім того, немає необхідності закуповувати обладнання, інструмент та оснащення для ТО і КР, використаємо наявну інфраструктуру. Роботи з модернізації можна організувати паралельно на декількох ремонтних заводах за єдиним проектом або однотипними проектами. При цьому питання магістральних тепловозів закривається за два – три роки. Засоби для проведення таких робіт пропонував Німецький банк KfW ще у 2016 році в розмірі 60 млн. євро. При цьому, заходи з контролю за цільовим використанням фінансів були досить жорсткі. Але, нажаль, профільне міністерство та керівництво УЗ у той час відхилили цю пропозицію.

Варто зазначити, що навіть часткова модернізація старих локомотивів все ж є невідворотною, так як наразі, наприклад, АТ «Укрзалізниця» необхідний парк тепловозів в кількості 1200-1500 одиниць [6]. І контракт GE Transportation на постачання 225 тепловозів до 2034 року явно не вирішує цю проблему. До того ж односекційні TE33AC потужністю 4500 к.с. не є аналогом двосекційних 2ТЭ116 потужністю 6000 к.с. Тож часткове зменшення потужності доведеться перекривати збільшенням кількості одиниць рухомого складу. Досвід експлуатації тепловозів на дільниці Волноваха-Федорівка показав, що для переміщення вантажних поїздів вагою більше 5000 т на даній дільниці АТ «Укрзалізниця» використовує TE33AC по системі двох одиниць.

В ряді публікацій у відкритих джерелах інформації (див., наприклад, [1]) простежується думка про те, що за рахунок модернізації тепловозів на ремонтних підприємствах гостроту проблеми з тепловозною тягою можна зняти протягом двох-трьох років. Це дасть можливість за 10–15 років відновити платоспроможність підприємств, які мають тепловозний парк та організувати випуск нових локомотивів в Україні з локалізацією понад 80 %.

При цьому необхідно враховувати, що стосовно способу відновлення різних серій тепловозів під час модернізації однозначної відповіді бути не може. Все залежить не тільки від віку рухомого складу, але і від його фактичного технічного стану, від його технічних характеристик. Тому потрібні економічні розрахунки доцільності модернізації відносно її глибини та експлуатаційних витрат після модернізації.

При цьому в першу чергу слід звернути увагу на фактичний залишковий ресурс основних несучих елементів конструкції тепловозів: металоконструкцій рам тепловозів та рам їх візків, який оцінюється за результатами спеціальних науково-експериментальних досліджень.

Зазначені дослідження у загальному випадку повинні включати:

- обстеження технічного стану основних несучих металоконструкцій кузова кож-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ного тепловоза та його візків (рама кузова тепловоза та рами його візків) з використанням методів та засобів неруйнівного контролю;

- проведення контрольних випробувань зразків кузовів тепловозів та їх візків.

Завданням обстеження технічного стану рам тепловозів та рам їх візків є виявлення пошкоджень та несправностей металоконструкцій зазначених елементів, а також визначення фактичних значень товщин їх основних несучих елементів.

Завданням контрольних випробувань є дослідження міцності рами кузова тепловоза та рам його візків для оцінки залишкового ресурсу зазначених вузлів.

Обсяг контрольних випробувань визначає організація, що проводить зазначені науково-експериментальні дослідження та акредитована в Національному агентстві з акредитації України (далі – НААУ) на право проведення таких випробувань.

Обстеження технічного стану рам тепловозів та рам їх візків включає:

- обстеження технічного стану металоконструкцій візуально-оптичним методом з метою визначення місць механічних пошкоджень, їх характеру та геометричних параметрів;

- виявлення дефектів в елементах металоконструкцій, які неможливо виявити візуально-оптичним методом, іншими методами неруйнівного контролю (магнітопорошковим, капілярним або іншими);

- визначення ступеня корозійного пошкодження основних несучих елементів металоконструкцій.

За результатами обстеження технічного стану металоконструкцій кожного тепловоза визначають ступінь корозійного пошкодження його елементів шляхом порівняння фактичних та номінальних товщин, проводять аналіз виявлених несправностей з метою визначення виду ремонту, при якому виявлені несправності можуть бути усунуті. Аналіз проводять відповідно до вимог чинних нормативних документів, керівництв та правил поточного та капітального ремонтів.

Оцінку залишкового ресурсу рами кузова тепловоза конкретної серії та років побудови виконують експертним методом з урахуванням наступного:

- відсутність (або наявність) пошкоджень рам кузовів обстежених тепловозів, за наявності яких вони підлягають виключенню з інвентарного парку;
- можливість усунення виявлених пошкоджень під час ремонту;
- напружений стан та міцність металоконструкції рами зразка кузова тепловоза даної серії та років побудови за результатами контрольних випробувань;
- залишковий ресурс кузовів тепловозів за ступенем корозійних пошкоджень.

Аналогічно оцінюють залишковий ресурс візків, але замість напруженого стану та міцності конструкції рами зразка кузова до уваги приймають втомну міцність рам візків.

Визначений залишковий ресурс кузова тепловоза конкретної серії та років побудови та його візків є підставою для продовження терміну експлуатації таких тепловозів та призначення їм нового терміну служби, а також вирішення питання доцільності та глибини запланованої модернізації.

Наприклад, недоцільно проводити модернізацію тепловозам конкретної серії та років побудови взагалі, якщо визначений за результатами проведених науково-експериментальних досліджень залишковий ресурс металоконструкцій їх рам кузовів не перевищує 3-5 років. При більшому залишковому ресурсі доцільність та глибина модернізації мають бути підтверджені економічними розрахунками.

Висновки.

1. На даний час парк тепловозів в Україні за своїм фізичним та моральним ста-
-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ном знаходиться на межі використання, що потребує його часткового або повного оновлення, при цьому в цілому по УЗ спостерігається гостра нестача тягового рухомого складу.

2. Оновлення парку вантажних тепловозів УЗ за рахунок контракту з GE на поставку в Україну 2034 р. 225 вантажних тепловозів американського виробництва серії ТЭЗЗАС проблему не вирішує, що змушує розглядати інші шляхи оновлення парку: побудова нових тепловозів на підприємствах України власними силами з залученням міжнародної кооперації, модернізація тепловозів, що знаходяться в експлуатації, на українських тепловозоремонтних підприємствах.

3. Найбільш вдалим прикладом модернізації тепловозів в Україні є реалізовані за останні роки проекти модернізації ТОВ «Миколаївський тепловозоремонтний завод», які стосуються тепловозів серій ТГМ4, ТГМ6, ТЭМ7, 2ТЭ10, приклади модернізації шестивісних тепловозів С30 виробництва GE естонським оператором вантажних залізничних перевезень Operail спільно з чеською компанією CZ Loko, а також модернізація компанією Skinest Rail (Даугавпилський локомотиворемонтний завод) для Deutsche Bahn тепловозів серії BR233.

4. Враховуючи те, що в Україні виробляються майже всі ключові компоненти локомотивів (крім дизельних двигунів і тягових перетворювачів, які можна отримувати від їх провідних виробників із-за кордону), наявність необхідної інфраструктури та виробничих потужностей для КР та КВР тепловозів, роботи з модернізації можна організувати паралельно на декількох ремонтних заводах за єдиним проектом або однотипними проектами.

5. Модернізація наявного парку тепловозів на українських тепловозоремонтних підприємствах допоможе зняти гостроту проблеми з локомотивною тягою в Україні протягом двох-трьох років, що дасть можливість за 10 – 15 років відновити платоспроможність УЗ та організувати випуск нових локомотивів в Україні з локалізацією понад 60 %.

6. Способів відновлення різних серій тепловозів під час модернізації може бути багато, тому для визначення доцільності проведення модернізації та її глибини потрібні економічні розрахунки, у т.ч. з урахуванням експлуатаційних витрат після модернізації.

7. Під час вирішення питання про доцільність та глибину модернізації тієї або іншої серії тепловоза в першу чергу слід звернути увагу на фактичний залишковий ресурс металоконструкцій його основних несучих елементів рами кузова та рам його візків, який оцінюється за результатами спеціальних науково-експериментальних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чи може Україна випускати сучасні локомотиви [електронний ресурс] – Режим доступу: railexpro.ua.com > novyuu , 05/02/2019.

2. Стало известно, сколько магистральных тепловозов у "Укрзалізници" на ходу [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua > news,03/03/2018.

3. Потреба у фінансуванні оновлення локомотивного парку Укрзалізниці становить понад 51 млрд грн на 6 років [електронний ресурс] – Режим доступу: www.uz.gov.ua, 27/01/2020.

4. Эстонский Operail и чешская CZ Loko модернизируют еще 6 американских тепловозов [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua > news > 14/01/2020.

5 В Германии, Польше и странах Балтии ж/д операторы идут по пути модернизации локомотивов, - эксперты [електронний ресурс] – Режим доступу: cfts.org.ua > news > 12/02/2020.

6 Міфі і реальність. Як варто сприймати мільярдний контракт Укрзалізниці та General Electric [електронний ресурс] – Режим доступу: dozorro.org > blog , 26/02/2018.

УДК 629.463.62.023

Е.В. Третьак, А.О. Сулим, П.О. Хозя

ОСНОВНІ ТИПИ КОНСТРУКЦІЙ ДОВГОБАЗНИХ ВАГОНІВ – ПЛАТФОРМ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ МІЦНОСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В цій статті розглянуто існуючі конструктивні рішення довгобазних вагонів-платформ, проаналізовано результати експериментальних досліджень міцносних характеристик цих довгобазних платформ та сформульовано відповідні висновки за отриманими даними.

Вступ та постановка проблеми. Починаючи з 2000-х років попит на довгобазні вагони-платформи почав стрімко зростати, що дозволило істотно розширити перелік вантажів, які перевозять залізничним транспортом. Згідно «Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України» на 2008 – 2020 роки, яка затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 жовтня 2008 р. № 1259 передбачено оновлення вантажного вагонного парку інноваційними вагонами з покращеними техніко-економічними та експлуатаційними показниками. Одними з таких нових типів вагонів, які були поставлені на виробництво та надійшли в експлуатацію, були саме довгобазні вагони-платформи для перевезення 40-футових контейнерів. Після декількох років експлуатації, у багатьох моделях довгобазних вагонів-платформ різних заводів-виробників виникли проблеми з міцністю конструкції. Найбільш розповсюдженими та небезпечними під час експлуатації виявились пошкодження у вигляді втомних тріщин в конструкції рами, а особливо, у хребтових і бічних балках та у зварних вузлах. Основною причиною появи втомних тріщин є недостатня міцність конструкції та недоопрацьованість технології виробництва довгобазних вагонів-платформ у зв'язку з відсутністю значного досвіду проектування такого типу рухомого складу.

З існуючих досліджень [1-5] відомо, що для підвищення міцності вагонів-платформ, значна увага заводів-виробників приділяється саме зміні конструкції та удосконаленню її характеристик. За умов необхідності впровадження інноваційних вагонів з покращеними техніко-економічними та експлуатаційними показниками, питання міцності конструкції залишається актуальним.

Мета роботи – аналіз існуючих конструкцій довгобазних вагонів-платформ та дослідження їх міцносних характеристик.

Матеріал і результати досліджень. Основними виробниками довгобазних вагонів-платформ в Україні є ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», ПрАТ «Дніпровагонмаш» та ПАТ «Азовмаш». У країнах СНД довгобазні платформи виробляють: ВАТ «Грансмаш», ВАТ «Уралвагонзавод», ЗАТ «Брянський машинобудівний завод», ВАТ «Русхиммаш», ВАТ «Алтайвагон» та інші.

Загальний вид довгобазного вагона-платформи зображено на рис. 1.

© Третьак Е.В., Сулим А.О., Хозя П.О., 2020

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 1. Загальний вид довгобазного вагона-платформи

В основу сучасних конструкцій довгобазних вагонів-платформ, які останнім часом, покладені як класичні схеми з несною хребтовою балкою (яка має максимально можливу висоту) і бічними балками (рис. 2), так і не класичні схеми з укороченою хребтовою балкою і бічними балками, які мають максимально можливу висоту (рис. 3).

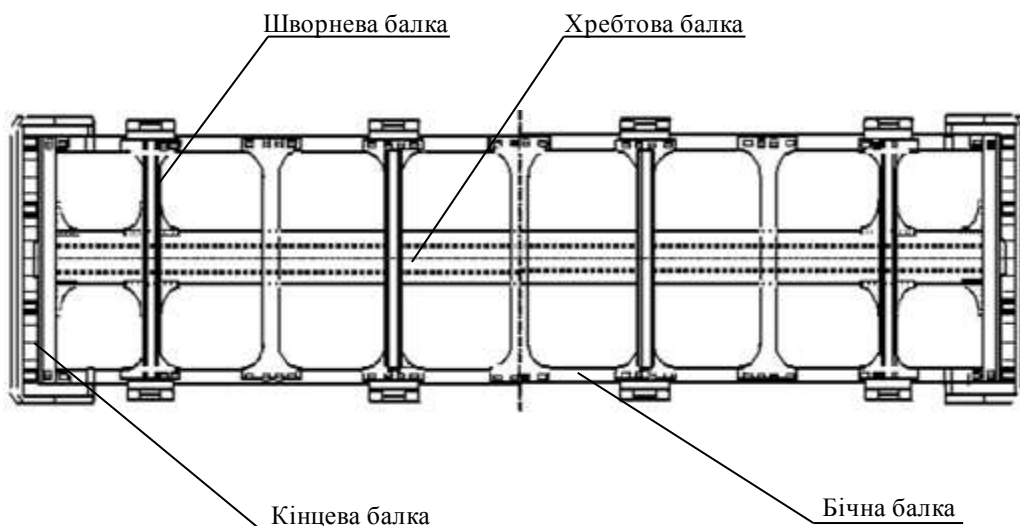


Рис. 2. Класична схема з несною хребтовою балкою (яка має максимально можливу висоту) і бічними балками

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

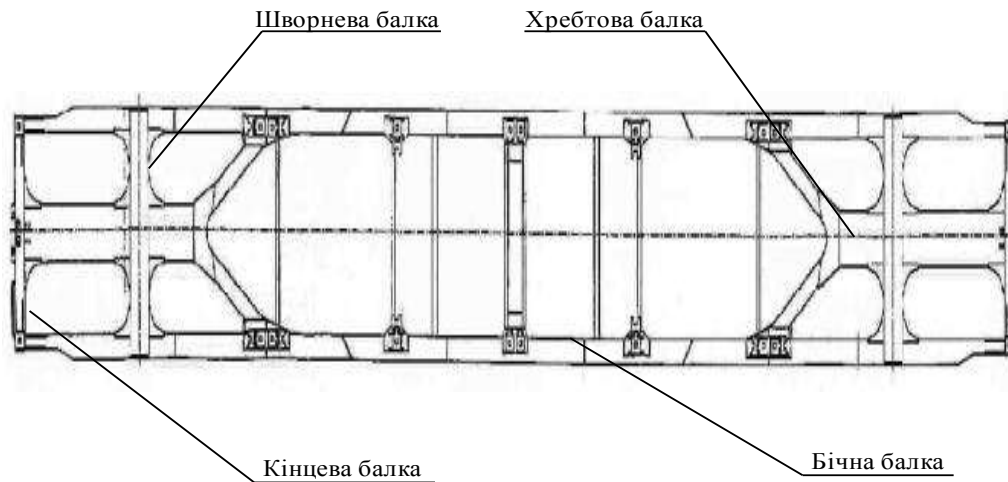


Рис. 3. Схема з укороченою хребтовою балкою і бічними балками, які мають максимально можливу висоту

У Європі, Україні та Росії 48% довгобазних вагонів-платформ мають комбінований тип конструкції з несною хребтовою балкою і бічними балками 9% припадає на конструкцію з несною хребтовою балкою і допоміжними бічними балками. 30% вагонів-платформ – конструкція, з укороченою хребтовою балкою і бічними балками, які мають максимально можливу висоту. Та приблизно 13 % вагонів-платформ мають принципово інші типи конструкцій [5].

За статистичними даними експлуатації, найбільша кількість руйнувань і пошкоджень рам довгобазних платформ відбувається в бічних та хребтових балках, та у зонах перехідних перерізів з більшого в менший перетин (рис. 4 - 5).

Виконані дослідження і аналіз характеру пошкоджень свідчать про те, що основними провокуючими факторами руйнувань довгобазних платформ є вертикальні динамічні навантаження, які виникають під час руху вагонів та залежать від численних факторів (конструкційних особливостей, стану колії, тощо) [5].



Рис. 4. Загальний вид руйнувань у зоні перехідних перерізів з більшого в менший перетин на довгобазному вагоні-платформі для перевезення 40-ка футових контейнерів

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 5. Загальний вид руйнувань у хребтових балках на довгобазному вагоні-платформі для перевезення 40-ка футових контейнерів

Для дослідження міцності несучих елементів довгобазного вагона-платформи були проведені експериментальні дослідження. Також проведений аналіз конструктивних особливостей довгобазних вагонів-платформ та пошкоджень їх несних елементів.

Процедура експериментальних досліджень. В якості об'єктів досліджень було обрано декілька моделей довгобазних вагонів-платформ різних заводів-виробників для перевезення 40-футових контейнерів. Аналіз результатів проведено за даними експериментальних досліджень вказаних вагонів-платформ. Слід зазначити, що розрахунок елементів рами на втому виконувався при дії на платформу максимально допустимих навантажень для перерізів з високим рівнем напружень.

Реєстрацію показників та запис процесів експериментальних досліджень було виконано за допомогою вимірювальної системи, до складу якої входять: персональний комп'ютер, аналого-цифровий перетворювач, підсилювач сигналів (рис. 6), та тензOMETричні датчики з базою 20 мм, які встановлювались на елементах конструкції вагона, а саме на хребтовій, шворневій та бічних балках.

За даними методу реєструвались напруження у контрольних точках елементів рами вагона від дії вертикальних статичних навантажень та поздовжніх навантажень, що виникають під час експлуатації. Для визначення напружень в елементах рами вагона від навантажень, що виникають під час експлуатації значення напружень від дії вер-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

тикальних статичних навантажень складаються з напруженнями від дії нормованої сили, яка виникає від поздовжніх навантажень.

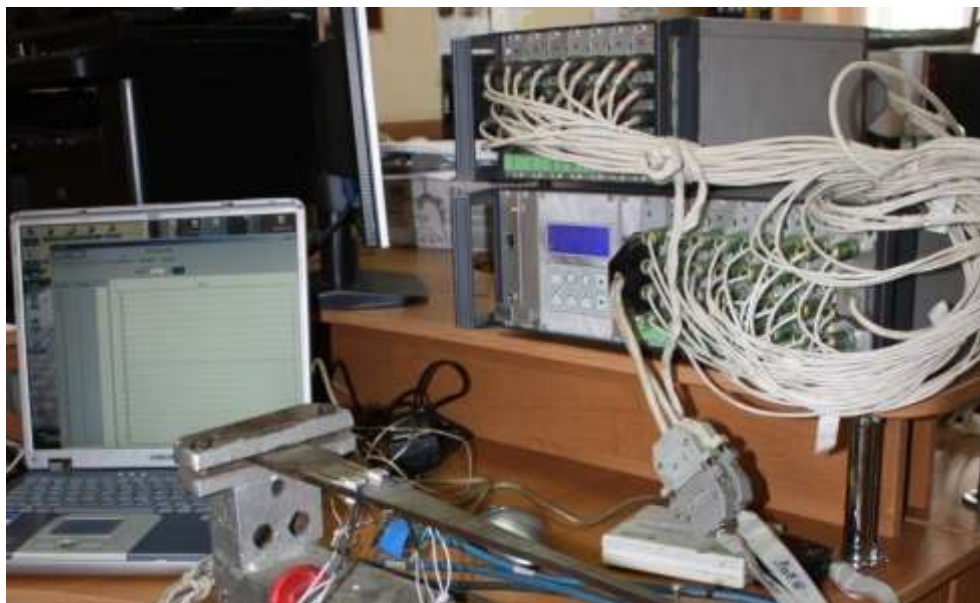


Рис. 6. Загальний вигляд вимірювальної системи

Напружений стан елементів конструкції вагона в умовах експлуатації оцінено відповідно до вимог «Норм для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» [6], ДСТУ 7598:2014 «Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних)» [7] за I та III розрахунковими режимами:

- сумарні напруження для I режиму розраховують за формулою:

$$(\sigma_{\text{вер}} + \sigma_{\text{позд}} + \sigma_{Pz} + \sigma_{Pn}) < [\sigma]I, \quad (1)$$

де $\sigma_{\text{вер}}$ – напруження від дії вертикального навантаження бруто, МПа;
 $\sigma_{\text{позд}}$ – напруження від дії поздовжнього навантаження бруто, МПа;
 σ_{Pz} – вертикальна складова динамічної сили на візок від дії поздовжньої сили інерції, МПа;
 σ_{Pn} – поперечна складова поздовжньої квазістатичної сили, МПа;
 $[\sigma]I$ – допустимі напруження в елементах вагона за I режимом, МПа;

- сумарні напруження для III режиму розраховують за формулою:

$$(\sigma_{\text{вер}} + \sigma_{\text{позд}} + \sigma_{\text{дин}} + \sigma_{Pn}) < [\sigma]III, \quad (2)$$

де $\sigma_{\text{вер}}$ – напруження від дії вертикального навантаження бруто, МПа;
 $\sigma_{\text{позд}}$ – напруження від дії поздовжнього навантаження бруто, МПа;
 $\sigma_{\text{дин}}$ – напруження від дії вертикальної динамічної добавки, МПа;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

$\sigma_{рц}$ – напруження від дії бокової сили, МПа;

$[\sigma]_{III}$ – допустимі напруження в елементах вагона за III режимом, МПа.

Проаналізувавши результати експериментальних досліджень, однієї з таких моделей вагонів-платформ, стало відомо, що коефіцієнт запасу опору втомі елементів рами платформи, завантаженої двома 40-футовими контейнерами становив нижче допустимого значення $[n] = 1,3$ [7], що і спричинило руйнування, які були зафіксовані у переході хребтової балки з більшого перетину в менший перетин під прорізом для горизонтального важеля автогальма.

В іншій моделі вагона-платформи міцносне руйнування виявили в консольній частині хребтової балки у місці з'єднання її зі шворневою балкою. Причиною руйнування виявилось наявність підрізу сварним швом нижнього листа бокової балки.

З результатів дослідження ще однієї моделі вагона-платформи стало відомо, що при випробуваннях на міцність, руйнування були зафіксовані у перехідному перерізі бокової балки з більшого перетину в менший.

Аналіз можливих варіантів підсилення найбільш проблемних місць конструкцій довгобазних вагонів-платформ дозволив встановити, що заводи-виробники удосконалюють конструкції за трьома основними напрямками [8]:

Перший – використання матеріалів підвищеного класу міцності. За такого технічного рішення окремі проблемні вузли несної конструкції виготовляються зі сталі, яка є міцнішою за попередню.

Другий – удосконалення технології виробництва. За цим напрямком розробляються нові методи виготовлення найбільш напружених вузлів вагонів-платформ (наприклад перехід до повністю нового автоматизованого зварювання та інше).

Третій – розроблення принципово нових конструкційних рішень найбільш напружених вузлів. В цьому випадку інженерами-конструкторами пропонуються принципово нові рішення, за якими можуть змінюватись, модернізуватись та удосконалюватись конструкції вагонів-платформ. Головне завдання таких удосконалень – розподілити рівномірно навантаження на всіх частинах конструкції.

Висновки.

За результатами аналізу проведених експериментальних досліджень встановлено наступне:

тріщини зароджуються в різних місцях, в залежності від конструкційних особливостей вагона-платформи, але найбільш напруженою її частиною залишається середня частина хребтової балки;

виявлені характерні зони руйнувань довгобазних вагонів-платформ, які потребують підсилення та зміцнення;

удосконалення та підвищення міцності конструкції довгобазних вагонів-платформ переважно виконується за трьома основними напрямками - використання матеріалів підвищеного класу міцності, удосконалення технології виробництва та розроблення принципово нових конструкційних рішень найбільш напружених вузлів.

Отже, підвищенню міцності довгобазних вагонів-платформ заводи-виробники приділяють значну кількість уваги, однак на даний час, це питання залишається повністю не вирішеним, та потребує детального опрацювання при виконанні подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. О.В. Фомін, Д.В. Федосов-Ніконов. Дослідження конструкції довгобазного вагона-платформи на міцність. – Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій, серія „Транспортні системи і технології”, випуск 31, Київ - ДУІТ - 2017, С. 140-147.
2. О.В. Фомін, В.М. Іщенко, Д.В. Федосов-Ніконов. Довгобазні платформи. Проблеми міцності конструкції – *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – Дніпро: МПА, 2018. – Вип. 2. – С. 84-90.
3. А.В. Фомин, Д.В. Федосов-Никонов Научно-практическое исследование прочности рамы длиннобазной платформы – *«Вестник науки и образования»*, 2018. – 10 (46) С. 8-15.
4. Д.В. Федосов-Никонов. Анализ экспериментальных исследований прочности и надежности конструкции длиннобазной платформы. Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми механіки залізничного транспорту», ДИИТ, м. Дніпропетровськ, 23.05-25.05.2012 р., С. 145.
5. Федосов-Никонов Д.В. Покращення міцносних якостей довгобазних вагонів-платформ шляхом удосконалення їх конструкцій та методів розрахунків: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.07/Федосов-Ніконов Дмитро В'ячеславович; Державний університет інфраструктури та технологій. – К, 2018.- 24 с.
6. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). ГосНИИВ-ВНИИЖТ. М., 1996. – С. 319
7. ДСТУ 7598:2014 «Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних)». – С. 162
8. А.Г. Рейдемейстер, В.А. Калашник, А.А. Шикун. Модернізація як спосіб поліпшення використання універсальних вагонів // *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. Наука та прогрес транспорту*. – 2016. – № 2 (62). – С. 148-156. DOI <https://doi.org/10.15802/stp2016/67334>

УДК 629.4.048.4/7

*О.О. Юшко, О.О. Мельник, Є.О. Хвоєнко, П.О. Хозя, С.О. Столетов,
О.В. Орлов*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПЛОСКИХ НАГРІВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ПРОМІЖНИХ ВАГОНАХ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ

Електропоїзд призначений для міжрегіонального сполучення зі швидкістю до 160 км/год на електрифікованих залізницях України з номінальною напругою живлення 3000 В постійного струму та 25000 В змінного струму.

До складу електропоїзда входить 9 вагонів – два головних моторних (тягових) з кабінами керування та сім проміжних безмоторних чотирьох типів, на базі вітчизняних вагонів серійного ряду 788, на безколіскових візках із пневмопідвішуванням, які забезпечують покращений комфорт для пасажирів у дорозі.

Електропоїзд є безпечним, надійним та екологічним транспортом, який виконує значну кількість пасажирських перевезень. Однак на даний час в вагонах електропоїзда, а саме у системах забезпечення мікроклімату залишається достатньо невирішених питань. Перш за все це питання енергоефективності та покращення умов мікроклімату в салонах вагонів.

Вступ. До кліматичних пристроїв пасажирського вагона відноситься комплекс обладнання – установки опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, необхідні для забезпечення в вагоні нормальних температурних умов та повітрообміну.

Основні вимоги до систем забезпечення мікроклімату на залізничному транспорті – стабільність та підтримка заданих параметрів мікроклімату в вагоні, залежно від метеорологічних умов.

Аналіз конструкції та постановка проблеми. Електропоїзд обладнаний системою забезпечення мікроклімату, яка в автоматичному режимі підтримує задані параметри мікроклімату. Система забезпечення мікроклімату забезпечує додаткові режими роботи: попередній нагрів приміщень електропоїзда та попереднє охолодження приміщень електропоїзда.

Система повітряного опалення складається з:

а) основного опалення (використовується за температури навколишнього середовища: від мінус 5 °С до мінус 45 °С) – опалення електричними нагрівачами та електрокалорифером кондиціонера.

До складу основного опалення входить:

1) електронагрівальні модулі на основі плоских нагрівальних елементів, рівномірно розмішених вздовж бокових стін проміжних вагонів і нагрівачі електричні, які розмішені в головних вагонах;

© Юшко О.О., Мельник О.О., Хвоєнко Є.О., Хозя П.О., Столетов С.О., Орлов О.В., 2020

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

2) електронагрівач установки кондиціонування, що розміщено у кліматичній установці, і який подає підігріте повітря вентиляційними каналами вагонів;

б) допоміжне опалення потужністю від 16 кВт до 20 кВт (використовується за температури навколишнього середовища: від мінус 5 °С до 18 °С) – підігрівання припливного повітря установкою кондиціонування в режимі «теплого насоса».

в) для додаткового підігрівання тамбурів електропоїзда поблизу входних дверей встановлені повітряні калорифери з окремими автоматичними регуляторами температури в кожному тамбурі з можливістю регулювання температури в тамбурі в межах (18 ± 4) °С з дискретністю регулювання 1 °С.

Плоскі нагрівальні елементи найкращим чином підходять для вирішення проблем зв'язаних з рівномірним розподілом тепла і підвищенням рівня комфорту для пасажирів. Серед позитивних характеристик цих нагрівачів, які вигідно відрізняються від традиційних нагрівальних приладів, можна назвати відносну захищеність від вандалізму і відсутність шуму при роботі. Нагрівальний елемент дозволяє формувати рівномірний нагрів робочої теплопоглинаємої поверхні. Їх нагрів проходить постійно по всій поверхні, що дозволяє отримати рівномірне випромінювання. Плоскі нагрівальні елементи мають незначну товщину, що дає можливість уникнути додаткових втрат електричної і теплової енергії в період їх експлуатації і тим самим отримати рівномірне теплове поле по всій поверхні нагрівального елемента. Інерційність (швидкість набору заданої температури) значно менше, ніж у інших видів, що дозволяє використовувати їх там, де необхідна висока швидкість і постійність нагріву. Можливість цих електрообігрівачів витримувати високі ступені вібрації і створювати рівномірний нагрів робить їх незамінними при експлуатації пасажирської вагонної техніки. В результаті рівномірного нагріву всього навколишнього середовища не виникає негативно сприймаємих пасажирами повітряних потоків, які до того ж можуть піднімати і пил. Завдяки можливості підвищувати температуру підлоги, стелі і стін, а також в результаті того, що основна частина тепла при цьому способом передається у вигляді добре поглинаємого випромінювання [1].

Також перевагою є зниження тари вагона за рахунок відмови від інженерних трубопроводів та котельного обладнання, поліпшення екологічності вагонів.

Мета і завдання дослідження. Основною метою дослідження є визначення параметрів роботи системи забезпечення мікроклімату для заданих умов експлуатації електропоїзда.

Характерною особливістю систем забезпечення мікроклімату на залізниці є необхідність роботи в різних кліматичних умовах так, як шлях проходження поїзда може проходити через декілька кліматичних зон і в вагоні мають зберігатися комфортні параметри мікроклімату.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- розробити комплексний підхід з визначення параметрів роботи мікроклімату, з використанням нагрівальних елементів в проміжних вагонах електропоїзда ЕКр1 (2) в перехідний період року;

- визначити основні параметри роботи мікроклімату.

Визначення необхідних параметрів для роботи мікроклімату, а саме для системи управління нагрівальними елементами в проміжних вагонах електропоїзда ЕКр1 в перехідний період року. Проміжні вагони електропоїзда мають планування внутрішніх приміщень та системи забезпечення мікроклімату однакові з вагонами локомотивної тяги міжрегіонального сполучення, тому параметри мікроклімату та системи вентиляції для проміжних вагонів електропоїзда оцінювали за результатами, отриманими при випробуваннях вагонів локомотивної тяги міжрегіонального сполучення (мод. 61-7061, 61-7063).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

При визначенні параметрів мікроклімату в приміщеннях вагона визначались наступні показники:

- температура повітря в пасажирських і службових приміщеннях вагона;
- різниця температур повітря по висоті та довжині приміщень вагона;
- температура внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних стін вагона;
- температури поверхні підлоги в холодний період у приміщеннях вагона, що опалюються;
- відносної вологості повітря у вагоні;
- визначення температури припливного повітря на виході з повітророзподільників вагона.

Результати випробування з визначення параметрів мікроклімату в перехідний період року, що отримані під час випробувань вагонів локомотивної тяги міжрегіонального сполучення можуть бути розповсюджені на проміжні вагони електропоїзда та наведені у протоколі ДП «УкрНДІВ» №1136 від 19.12.11р., а також у таблиці 1, відповідають вимогам нормативної документації. [2], [Протокол №1136 від 19 грудня 2011 р. попередніх випробувань з визначення параметрів мікроклімату для перехідного періоду року в приміщеннях вагонів пасажирських, локомотивної тяги, для міжрегіонального сполучення в складі денних поїздів].

Таблиця 1. - Результати випробувань

Характеристики, що контролюються, параметри	Одиниці вимірювання	Нормативна документація, що містить значення, вимогу до параметра (позначення розділу, пункту документа)	Значення параметра	
			За Документацією	Фактичне
1	2	3	4	5
Середня температура повітря в приміщеннях вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у службовому купе; - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°С	ТУ, пункт 7.13.1 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814-094	від 20 до 24	від 21,6 до 22,1 від 22,1 до 22,6 від 22,4 до 22,1

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
Різниця температури повітря по горизонталі (по ширині салону) на висоті 1100 мм від підлоги в приміщеннях вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°С	ТУ, пункт 7.13.3 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	≤ 2	0,6
				0,7
Різниця температури повітря по висоті в приміщеннях вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у службовому купе; - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°С	ТУ, пункт 2 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	≤ 3	0,6
				2,9
Різниця температури повітря по горизонталі (по довжині салону) на висоті 1100 мм від підлоги в приміщеннях вагонів: а) у пас. салоні вагона мод. 61-7061 б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°С	ТУ, пункт 5 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	≤ 3	0,5
				0,8
Різниця між температурою огороження та температурою на відстані 100 мм від огороження вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у службовому купе; - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°С	ТУ, пункт 7.13.4 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	≤ 3	3,0
				3,0
				2,6

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Кінець таблиці 1

1	2	3	4	5
Температура підлоги у приміщеннях вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у службовому купе; - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°C	ТУ, пункт 7.13.6 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	≥ 15	18,0 18,6 16,9
Температура стін у приміщеннях вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у службовому купе; - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°C	ТУ, пункт 7 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	≥ 15	19,1 19,3 19,4
Відносна вологість повітря в приміщеннях вагонів: а) у пас. салоні вагона мод. 61-7061 б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°C	ТУ, пункт 8 таблиця 5 ТУ У 30.2-05763814	від 30 до 70	від 30 до 32 від 37 до 40
Температура припливного повітря, що подається в салони вагонів: а) у вагоні мод. 61-7061: - у пасажирському салоні; б) у пас. салоні вагона мод. 61-7063	°C	ТУ, розділ 1.1.18 пункт 1.1.18.7	≤ 35	24,8 34,0

Обладнання що використовувалося під час дослідження.

- вимірювач багатофункціональний модуль введення аналоговий восьмиканальний ОВЕН МВА8 з термоперетворювачами опору ДТС 125-100П.В2.60;
- рулетка вимірювальна Р20УЗК;
- термометр контактний цифровий ТК-5.05, з термоперетворювачем ЗПВ5-150;
- вимірювальний прилад TESTO 445, з зондом для вимірювання швидкості руху повітря.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Результати досліджень та обговорення отриманих результатів дослідження.

За результатами отриманих випробувань визначено наступне:

- параметри мікроклімату (середня температура повітря, різниця температури повітря по довжині та ширині салону, перепад температури повітря по висоті, температура підлоги та стін і відносна вологість повітря) в приміщеннях вагонів моделей 61-7061, 61-7063 під час роботи системи кондиціонування в автоматичному режимі керування для перехідного періоду року відповідають [2][3].

Різниця між температурою огороження та температурою повітря на відстані 100 мм від огороження вагонів мод.61-7061, 61-7063 відповідає .

Температура припливного повітря, що подається в приміщення вагонів мод.61-7061, 61-7063 відповідає вимогам [2].

Висновки.

В статті досліджено параметри роботи системи забезпечення мікроклімату в перехідний період року при заданих умовах експлуатації електропоїзда. Також визначено:

- основні параметри роботи мікроклімату;
- розроблений комплексний підхід з визначення параметрів роботи мікроклімату з використанням нагрівальних елементів в проміжних вагонах електропоїзда.

Проведені випробування показали перевагу використання плоских нагрівальних елементів в системах мікроклімату пасажирських вагонів, а саме збереження комфортних умов перевезення пасажирів та відповідність санітарно – гігієнічним нормам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Архаров А.М., Исаев С.И., Кожин И.А. «Теплотехника» 1986г. – 430 с.
2. Енговатова С. ТУ У 30.2-05763814 – 094:20 Електропоїзд ЕКр1 двосистемний для міжрегіонального сполучення зі швидкістю 160 км/год. Технічні умови. 2012р. 145 с.
3. В.Ветчинкін, А.Донченко, Л.Ольгард, В.Распопін, С.Речкалов, Л.Снітко, С.Шмаков СОУ МПП 45.060-260:2008 «Вагони пасажирські. Системи кондиціонування повітря» 2008р. – 22 с.

УДК 629.4.077-592.117.001.4

О.М. Сафронов, П.О. Хозя, Ю.Я. Водянніков, Д.І. Єськов

ГАЛЬМІВНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУНКЕРНИХ ВАГОНІВ З РОЗДІЛЬНИМ ГАЛЬМУВАННЯМ НА КОЖЕН ВІЗОК

Наведений короткий опис будови дискового гальма та його відмінність від колодкового. Показані основні відмінності дискових і колодкових гальм, наведена принципова схема дискової гальмівної системи. Виконані розрахунки дискового гальма для вантажного вагона з чавунними і сталевими дисками за новими стандартами. Наведені параметри дискових гальм, за яких гальмівні шляхи вантажного поїзда не перевищують мінімальних допустимих значень для вантажних вагонів з осьовим навантаженням 23,5-30 тс і швидкостей руху більше за 100 км/год до 160 км/год включно.

Ефективність гальмівних засобів є однією з найважливіших умов, що визначають можливість збільшення ваги і швидкості руху поїздів, пропускної й провізної здатності залізниць. Від властивостей і стану гальмівного обладнання рухомого складу значно залежить безпека руху.

Для досягнення високої надійності гальмівного обладнання протягом усього життєвого циклу важлива роль впроваджуваного на заводах сучасного стендового випробувального обладнання з використанням комп'ютерного інтерфейсу, яке реєструє результати автоматично на всьому спектрі режимів роботи гальмівного обладнання. У том числі і, особливо з урахуванням умов його експлуатації (динамічні навантаження, кліматичні умови та інші фактори) за стабільних вихідних параметрів.

У 2018 році набув чинності ГОСТ 34434-2018 [1], у якому викладено нові технічні вимоги і правила розрахунку гальма, а також критерії гальмівної ефективності вантажних вагонів з осьовим навантаженням до 30 тс і швидкостями руху до 160 км/год включно.

Проведені дослідження показали, що колодкові гальма не здатні реалізувати вимоги гальмівної ефективності вантажних вагонів за [1] для швидкостей руху вище за 100 км/год, що викликає необхідність застосування для вантажних вагонів зі збільшеними осьовими навантаженнями інших гальмівних систем.

Тому стають актуальними питання подальшого поглиблення і розвитку методів обґрунтування раціональної конструкції гальм вантажних вагонів і прогнозування їх працездатності.

Одним із можливих варіантів забезпечення гальмівної ефективності вантажних вагонів для швидкостей до 160 км/год включно можуть бути дискові гальма (рис.1)

Такий вибір обумовлений тим, що оскільки кінетична енергія поїзда прямо пропорційна квадрату швидкості руху, то для її швидкого перетворення на теплову виникає необхідність перенесення її з поверхні кочення колеса на спеціальні, добре вен-

© Сафронов О. М., Хозя П. О., Водянніков Ю. Я., Єськов Д.І., 2020

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

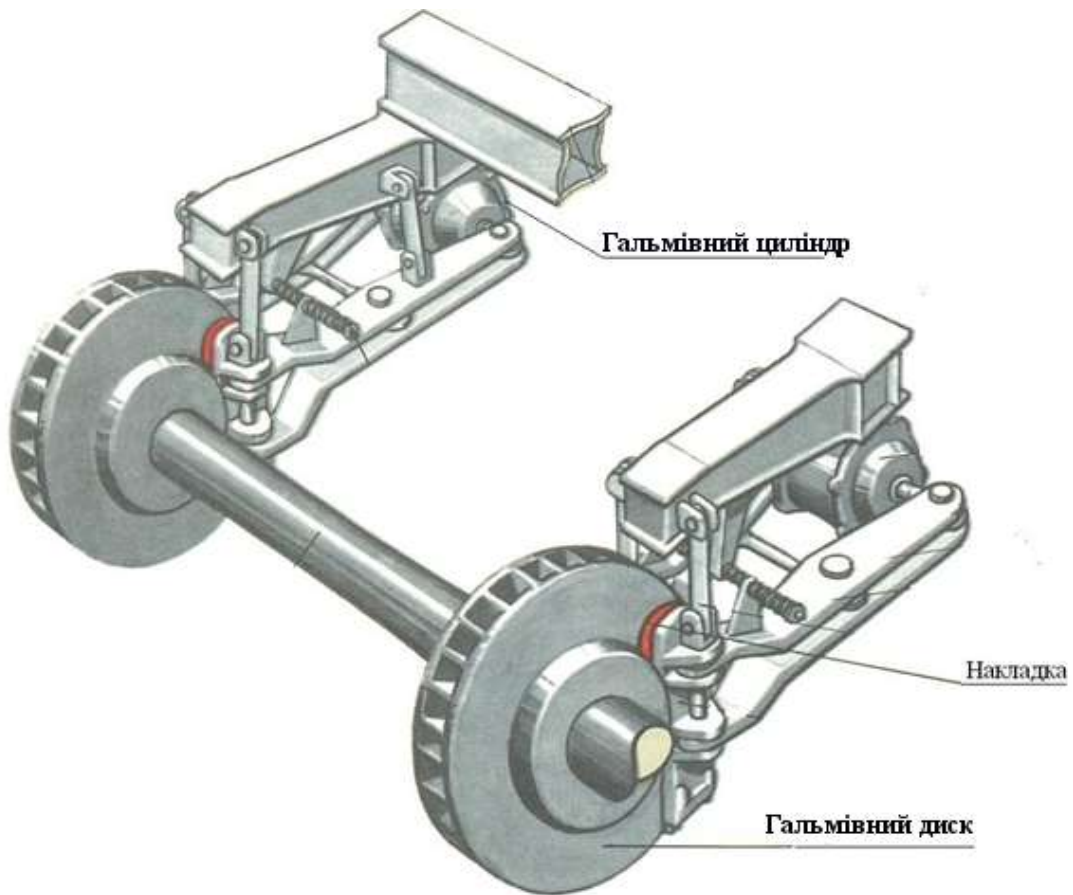


Рис. 1. Дисконе гальмо

тільовані диски, які установлюють безпосередньо на осі колісної пари або на колісному центрі (рис. 2 і 3).

Гальмівні диски можуть бути, залежно від матеріалу, як сталевими, так і чавунними.



Рис. 2. Гальмівний диск

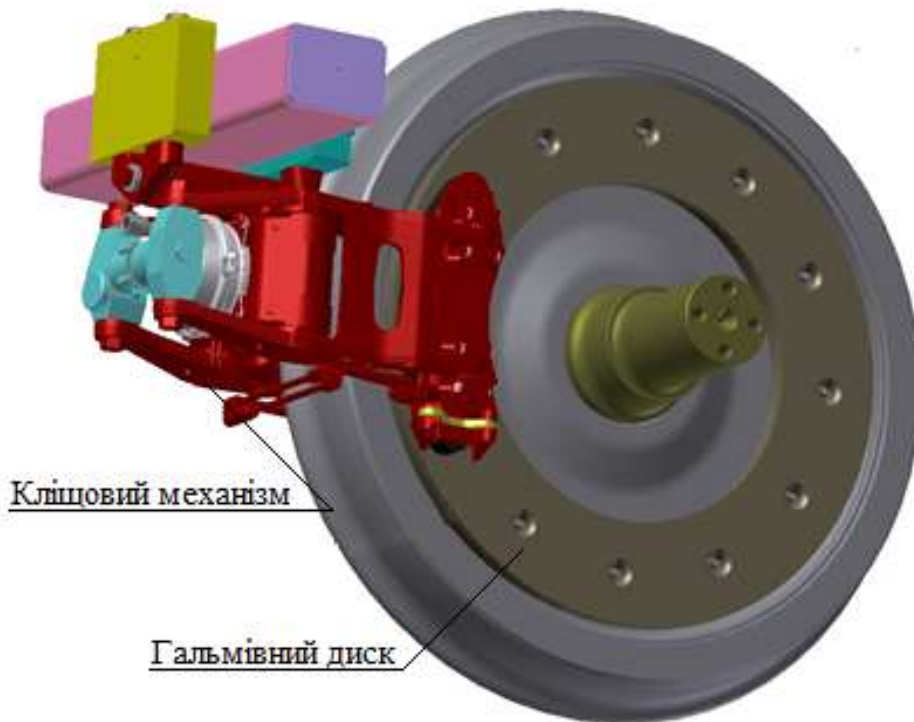


Рис. 3. Дискове гальмо, встановлене на колесі колісної пари

Така конструкція забезпечує ряд переваг, пов'язаних із можливістю вибору покращених фрикційних характеристик пари тертя, її необхідної площі, швидкого відводу тепла, а також застосування найпростішої важільної передачі з мінімальними втратами і високою швидкодією.

Дискові гальма мають істотні переваги перед колодковими з точки зору компактності гальмівного обладнання і стабільності робочих характеристик. У разі використання дискових гальм поверхні кочення коліс вільні від посиленого нагріву і зносу при цьому усуваються перегрівання коліс, ненормальні виробітки на поверхні кочення та інше.

Основні відмінні риси дискових гальмівних систем порівняно з колодковими:

- ✓ Гальмівний вплив здійснюється через диски, розташовані на осі колісної пари або диску колеса, за допомогою передачі зусиль від кліщових механізмів через накладки;

- ✓ Кожен кліщовий механізм обладнаний гальмівним циліндром з вбудованим авторегулятором і кронштейнами для установки накладок;

- ✓ На відміну від колодкового гальма, ефективність якого визначається за дійсним коефіцієнтом сили натискання колодок на колеса, ефективність дискового гальма визначається за дійсною силою натискання накладок на диски, приведені до поверхні кочення колеса:

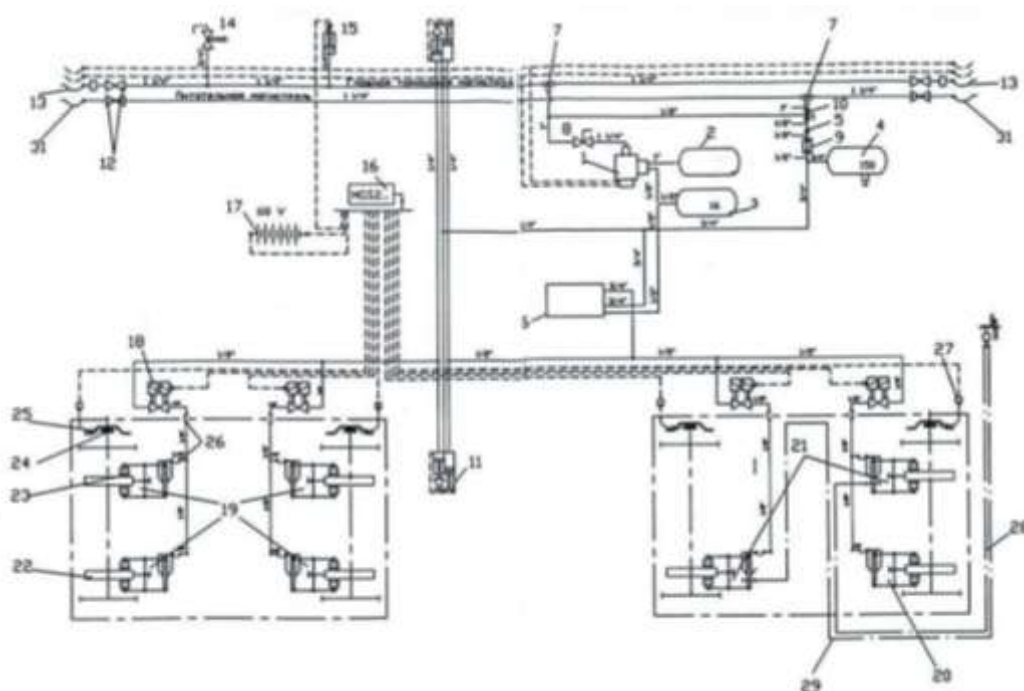
Дискова гальмівна система має досить складну елементну базу. Так, дискове гальмо, на прикладі пасажирського вагона (рис. 4), включає повітродозподільник 292М, електроповітродозподільник 305, запасний резервуар місткістю 78 л, з'єднаний через повітродозподільник із компенсуючим резервуаром місткістю 16 л, призначеним для управління роботою реле тиску 042.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Гальмівна система включає також живильний резервуар місткістю 150 л, наповнення якого стисненим повітрям передбачено від гальмівної або живильної магістралей через трійник, кран 2-15-1, клапан 1-13 і дросель R ½" – 1,2.

Живильний резервуар, залежно від команди реле тиску (за спрацювання протиюзного пристрою), забезпечує наповнення стисненим повітрям гальмівних циліндрів дискових гальм, які встановлені на візках.

На запасному і живильному резервуарах передбачені випускні клапани 4-2.



- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 Повітророзподільник 292М і електроповітророзподільник 305 | 16 Протиюзний пристрій |
| 2 Запасний резервуар ємністю 78 л | 17 Акумуляторна батарея |
| 3 Компенсувальний резервуар місткістю 16 л | 18 Клапан протиюзного пристрою |
| 4 Живильний резервуар місткістю 150 л | 19 Кліщовий механізм |
| 5 Клапан | 20 Кліщовий механізм |
| 6 Реле тиску 042 | 21 Кліщовий механізм |
| 7 Трійник | 22 Гальмівний диск |
| 8 Кран | 23 Гальмівна накладка |
| 9 Дросель | 24 Полісне колесо |
| 10 Кран | 25 Імпульсний датчик |
| 11 Сигнальний пристрій | 26 Рукав з'єднувальний Р-34 |
| 12 Кран кінцевий 4304 | 27 Розетка |
| 13 Рукав з'єднувальний 369 А | 28 Трос ручного гальма |
| 14 Стоп-кран | 29 Трос ручного гальма |
| 15 Пневматичний вимикач | 30 Клапан 4-2 |
| | 31 Рукав з'єднувальний Р17-Б |

Рис. 4. Принципова схема пневматичної системи дискового гальма пасажирського вагона

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Зусилля на накладки передаються від кліщових механізмів, які включають гальмівні циліндри і систему важелів.

Для запобігання повному блокуванню (заклинюванню) колісних пар на вагоні використовується протиюзний пристрій з мікропроцесорними блоками-аналізаторами, безконтактними імпульсними сенсорними датчиками і регулятором тиску. На кожній колісній парі встановлені клапани протиковзання, а на торцях осі - датчики швидкості обертання.

Регулятор тиску призначений для вимикання комутаційного апарату протиюзного пристрою від електроживлення у разі пониження тиску повітря у гальмівній магістралі до 130 кПа і для вмикання живлення у разі підвищення тиску в гальмівній магістралі до 180 кПа.

Головна гальмівна і живильна магістралі виконані з труб діаметром 1¼"; на кінцях яких встановлені кінцеві крани 4304 і з'єднувальні рукави 369А з електроконтактом і Р-17Б. В гальмівній магістралі встановлені стоп крани 138.

У конструкції ручного гальма збережено принцип передачі зусилля від штурвала до гвинтової пари. Передача зусилля від гвинтової пари на диски, розташовані по діагоналі котлового візка, здійснюється за допомогою гнучких тросів. Електрична частина електропневматичного гальма включає робочий провід, призначений для управління дією електроповітророзподільника і контрольний – для сигналізації машиністу про стан електричного ланцюга. Зворотнім проводом слугує залізнична колія.

Гальмівні диски зазнають великих теплових навантажень і їхня роботоздатність і надійність залежить від матеріалу і конструктивного виконання як дисків, так і гальмівних накладок.

Для дискових гальм вагонів можуть застосовуватися як сталеві, так і чавунні гальмівні диски.

В Україні для пасажирського рухомого складу широко застосовуються дискові гальма німецької фірми «Knorr-Bremse».

На кожній осі візка жорстко закріплені по 2 чавунні гальмівні диски з сірого чавуна з пластинчатим графітом діаметром 610 мм, товщиною 110 мм і радіусом тертя 233 мм, до яких під час гальмування з двох сторін притискаються гальмівні накладки. На пасажирських вагонах застосовуються два типи накладок, виготовлені зі зносостійких композиційних матеріалів: фірми «Knorr-Bremse» з коефіцієнтом тертя між диском і накладкою 0,38 і FR20 Н.2 фірми Frenoplast (Польща), які забезпечують коефіцієнт тертя 0,35. За даними виробників накладок, величина коефіцієнта тертя фрикційної пари «диск-накладка» не залежить від швидкості і температури.

Зусилля на накладки передаються від кліщових механізмів, які включають гальмівні циліндри і систему важелів. Для усіх типів гальмівних блоків єдиним є передавальне відношення, що дорівнює 11,41, зусилля відпускну пружини – 630 Н і к.к.д. кліщового механізму 0,97. У конструкції кліщових механізмів передбачені автоматичні регулятори зазорів між диском і гальмівними накладками.

Для сталевих дисків дійсний коефіцієнт тертя, за наявності накладок з композиційного матеріалу ТИИР-300, визначається за формулою (1):

$$\phi_0 = 0,44 \cdot \frac{0,1 \cdot K_0 + 20}{0,4 \cdot K_0 + 20} \cdot \frac{V + 150}{2 \cdot V + 150}, \quad (1)$$

де K_0 - дійсна сила натискання на диск, тс;

V - швидкість руху, км/год.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Як універсальну характеристику для оцінювання гальмівної ефективності вантажних вагонів з дисковими гальмами використовують дійсну силу натискання накладок, приведену до поверхні кочення колеса, а як критерій – гальмівний шлях вантажного поїзда. Дійсна сила натискання накладок на диски залежить від ефективної площі гальмівного циліндра.

Під час дослідження гальмівної ефективності вантажного поїзда з дисковими гальмами використовуються параметри кліщового механізму «Кнопг-Времсе» (передавальне відношення, зусилля відпускнуї пружини і к.к.д.). Ефективна площа поршня гальмівного циліндра кліщового механізму дискового гальма визначається виходячи з величини допустимого значення гальмівного шляху при максимальній швидкості руху.

Розрахунок дискового гальма за новими правилами істотно відрізняється від типових [2], [3] та [4] при чому розрахунок гальмівного шляху за правилами [1], практично не відрізняється від розрахунку колодкового за винятком деяких особливостей, які полягають у приведенні дійсної сили натискання накладок на диски до поверхні кочення колеса за формулою (2):

$$\delta_{прив} = \frac{r_{mp}}{R_k} \cdot \frac{K_d \cdot k}{Q + T}, \quad (2)$$

де K_d - дійсна сила натискання накладки на диск, кН (тс),

Q - корисне навантаження, кН (тс);

T - тара вагона, кН (тс);

r_{mp} - радіус тертя гальмівного диска, см;

R_k - розрахунковий радіус колеса по колу кочення, см;

k – кількість гальмівних накладок;

Параметри гальмівного блока, прийняті для розрахунку:

Радіус колеса – 0,475 м;

Радіус тертя для сталевго диска – 0,237 м;

Радіус тертя для чавунного диска – 0,233 м;

Тиск у гальмівних циліндрах для завантаженого вагона – 300 кПа;

Тиск у гальмівних циліндрах для порожнього вагона – 130 кПа;

Передавальне число кліщового механізму – 11,41;

Коефіцієнт корисної дії – 0,97;

Вибір параметрів дискового гальма, які задовольняють вимогам гальмівної ефективності [1], виконувався методами комп'ютерного моделювання, які наведено у [5] та [6] із залученням методів оптимізації.

1. Гальмівна ефективність вантажного поїзда зі сталевим диском і накладками з композиційного матеріалу ТИИР-300

Гальмівний шляху вантажного поїзда розраховувався за алгоритмом [1]. Наприклад, на рисунках 5 - 8 наведені результати розрахунку гальмівного шляху вантажного поїзда з осьовими навантаженнями (23,5 – 30) тс.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Характеристики дискового гальма, за яких виконуються вимоги гальмівної ефективності [1] для вантажного поїзда у завантаженому і порожньому станах наведені у таблицях 1 і 2 відповідно.

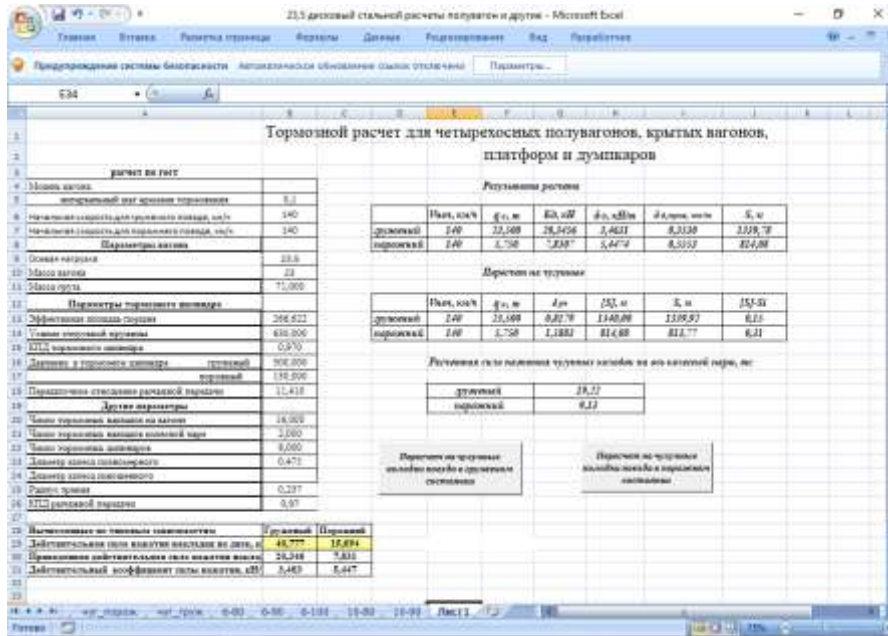


Рис. 5. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осьового навантаження 23,5 тс з дисковим гальмом зі сталевим диском і композиційними накладками ТИИР-300

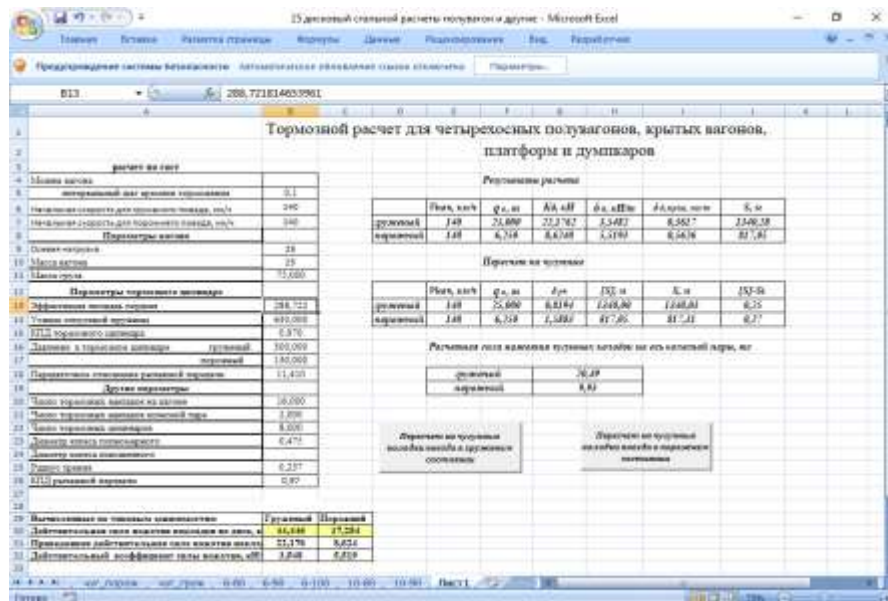


Рис. 6. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осьового навантаження 25 тс з дисковим гальмом зі сталевим диском і композиційними накладками ТИИР-300

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

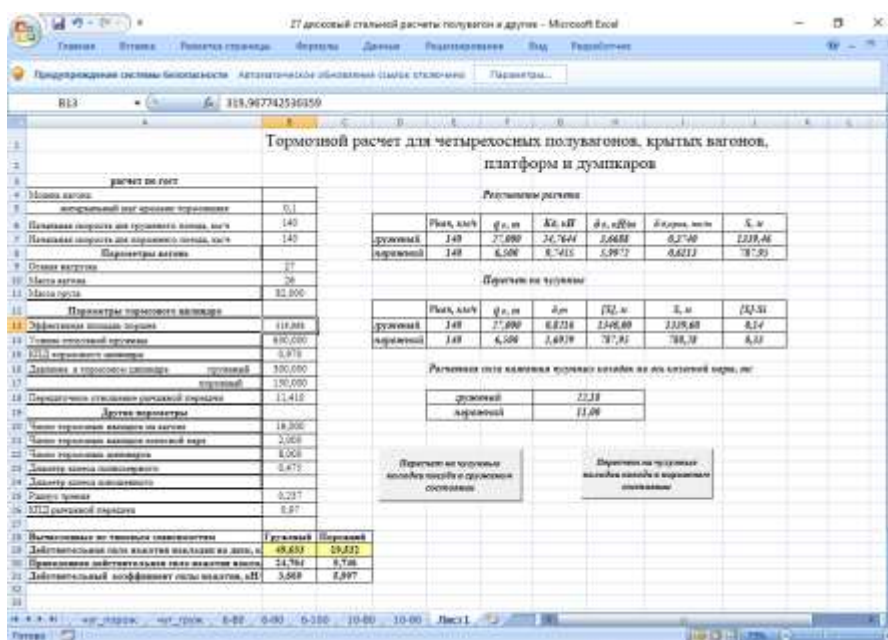


Рис. 7. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осевого навантаження 27 тс з дисковим гальмом зі сталевим диском і композиційними накладками ТИІР-300

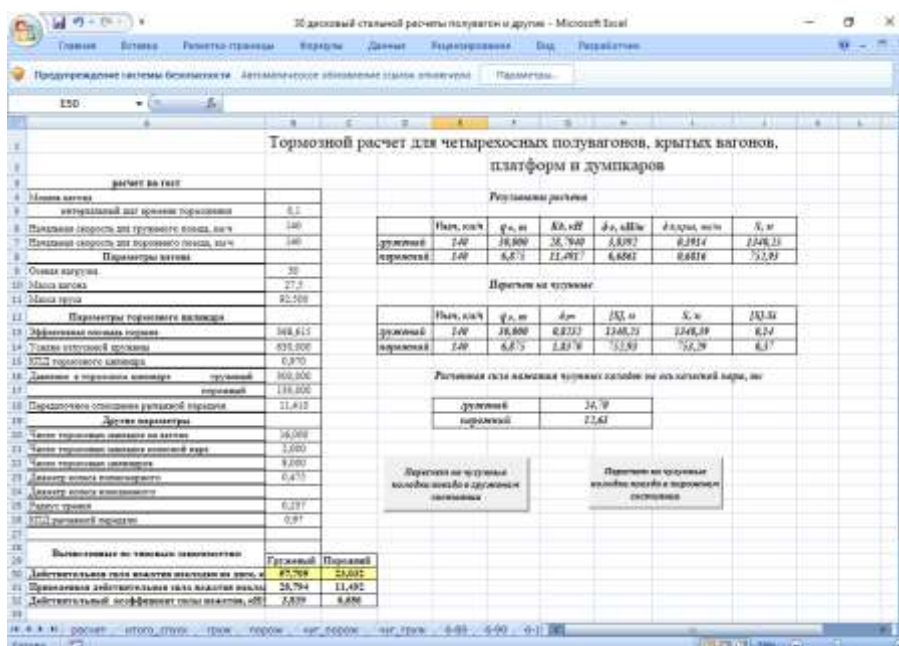


Рис. 8. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осевого навантаження 30 тс з дисковим гальмом зі сталевим диском і композиційними накладками ТИІР-300

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1. - Силві характеристики дискового гальма вантажного вагона у завантаженому стані

Упоч, км/год	Ефективна площа поршня, см ²	Дійсна сила натискання накладки на диск, приведена до поверхні кочення коліс, кН (Кд,прив)	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення колеса, кН/т (δд)	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення коліс у безрозмірних одиницях, тс/т	Розрахункова сила натискання на вісь у перерахунку на чавунні колодки, тс (Кч,вісь)	Розрахункове значення гальмівного шляху вантажного поїзда, м (Sp)	Максимальне допустиме значення гальмівного шляху вантажного поїзда, м (S)
1	2	3	4	5	6	7	8
Осьове навантаження 23,5 т							
120	200,85	14,90	2,536	0,258	14,76	1199,8	1200
140	266,47	20,33	3,461	0,353	19,21	1340,3	1340
160	267,92	20,45	3,481	0,355	19,62	1720,3	1720
Осьове навантаження 25 т							
120	216,37	16,18	2,589	0,264	15,73	1199,8	1200
140	288,72	22,18	3,548	0,362	20,47	1340,3	1340
160	290,55	22,33	3,572	0,364	20,92	1720,3	1720
Осьове навантаження 27 т							
120	237,87	17,96	2,661	0,271	17,02	1199,8	1200
140	319,97	24,76	3,669	0,374	22,18	1339,5	1340
160	322,04	24,94	3,694	0,377	22,66	1720,2	1720
Осьове навантаження 30 т							
120	271,80	20,77	2,770	0,282	18,97	1199,7	1200
140	368,62	28,79	3,839	0,391	18,97	1340,2	1340
160	371,84	29,06	3,875	0,395	24,69	1720,3	1720

Таблиця 2. - Силві характеристики дискового гальма вантажного вагона у порожньому стані

Упоч, км/год	Ефективна площа поршня, см ²	Дійсна сила натискання накладки на диск, приведена до поверхні кочення коліс, кН (Кд,прив)	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення колеса, кН/т	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення коліс у безрозмірних одиницях, тс/т	Розрахункова сила натискання на вісь у перерахунку на чавунні колодки, тс (Кч,вісь)	Розрахункове значення гальмівного шляху вантажного поїзда, м (Sp)
1	2	3	4	5	6	7

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Кінець таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
Осьове навантаження 5,75 т						
120	200,85	5,47	3,805	0,388	6,46	762,7
140	266,47	7,83	5,444	0,555	9,12	814,4
160	267,92	7,88	5,480	0,559	9,31	1018,5
Осьове навантаження 6,25 т						
120	216,37	6,03	3,857	0,393	7,05	763,8
140	288,72	8,62	5,519	0,563	9,93	817,0
160	290,55	8,69	5,561	0,567	10,15	1022,2
Осьове навантаження 6,5 т						
120	237,87	6,80	4,184	0,426	7,83	734,6
140	319,97	9,75	5,997	0,611	11,00	787,9
160	322,04	9,82	6,043	0,616	11,24	985,6
Осьове навантаження 6,875 т						
120	271,80	8,02	4,664	0,475	9,04	698,4
140	368,62	11,49	6,686	0,682	9,04	752,9
160	371,84	11,61	6,753	0,688	12,63	940,2

2. Гальмівна ефективність вантажного поїзда з чавунними дисками німецької фірми «Knorr-Bremse»

Під час розрахунку гальмівного шляху вантажного поїзда коефіцієнт тертя між диском і накладкою приймали таким, що дорівнює 0,35. На рисунках 9 – 12 наведені результати розрахунків гальмівного шляху вантажного поїзда з дисковими гальмами за швидкості на початку гальмування 140 км/год.

Силкові характеристики дискового гальма з чавунними дисками, за яких виконуються вимоги гальмівної ефективності [1] для вантажного поїзда у завантаженому і порожньому стані наведені відповідно у таблицях 3 і 4.

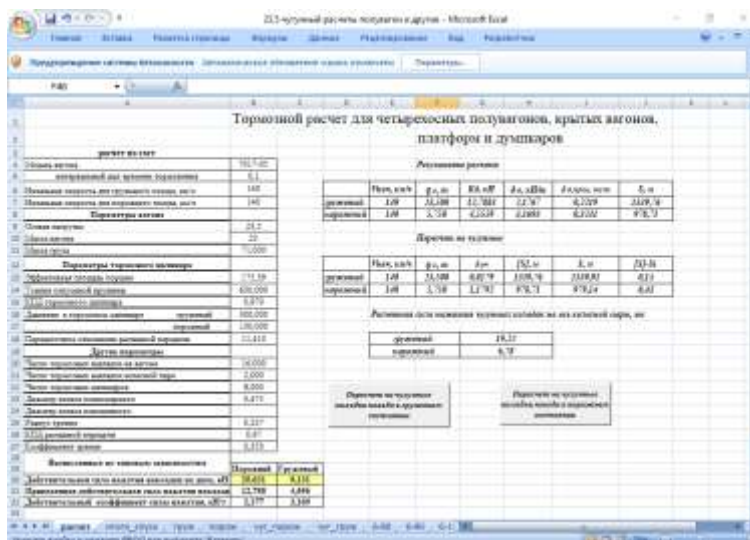


Рис. 9. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осьового навантаження 23,5 тс з дисковим гальмом німецької фірми «Knorr-Bremse»

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

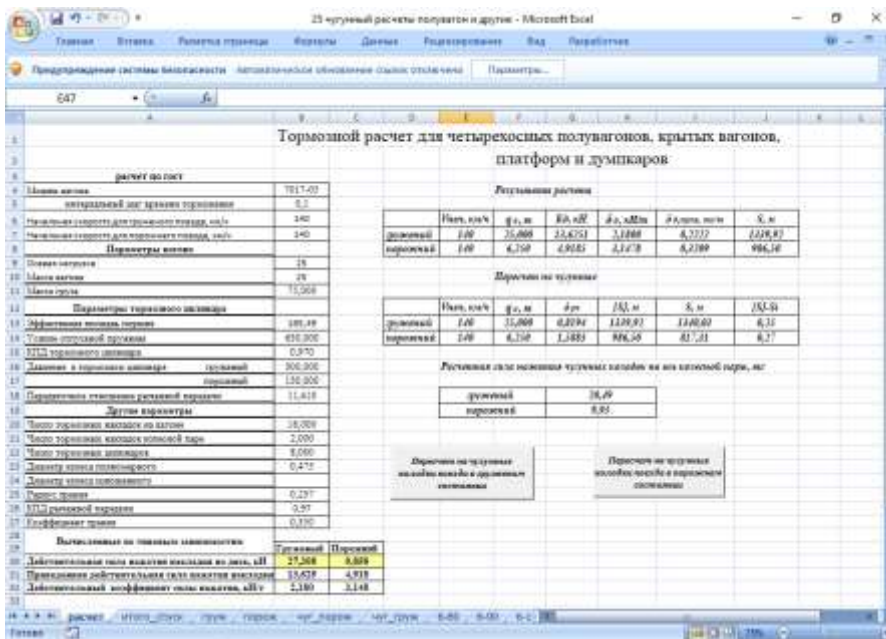


Рис. 10. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осьового навантаження 25 тс з дисковим гальмом німецької фірми «Knorr-Bremse»

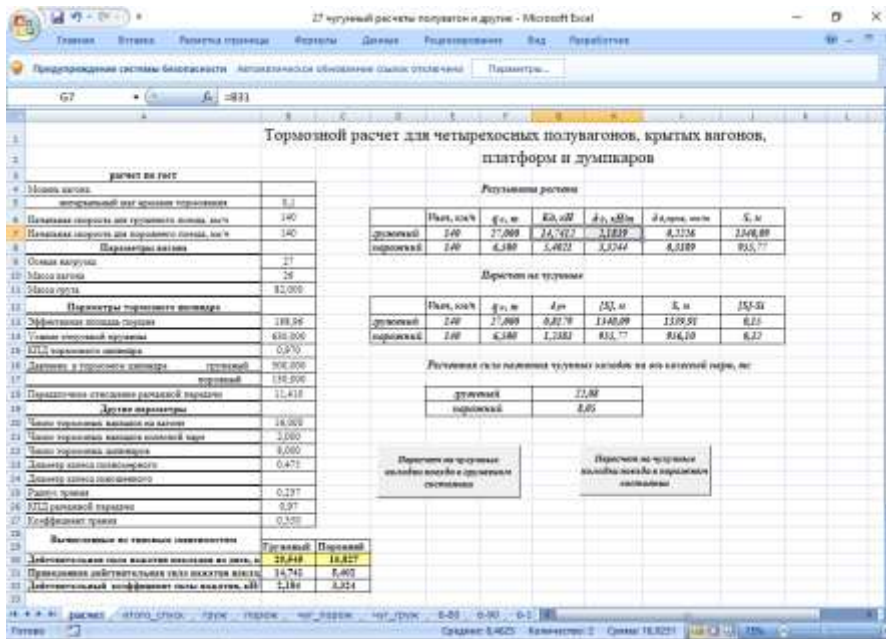


Рис. 11. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осьового навантаження 27 тс з дисковим гальмом німецької фірми «Knorr-Bremse»

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

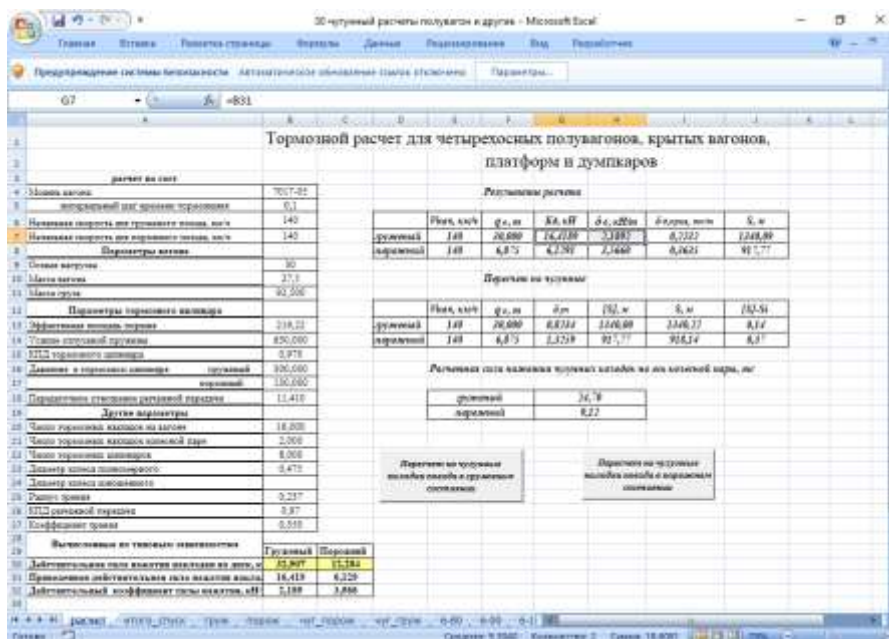


Рис. 12. Гальмівні шляхи вантажного поїзда, які не перевищують максимальних значень за швидкості 140 км/год і осьового навантаження 30 тс з дисковим гальмом німецької фірми «Knorr-Bremse»

Таблиця 3. - Силіве характеристики дискового гальма вантажного вагона у завантаженому стані

V _{поезд} , км/год	Ефективна площа поршня, см ²	Дійсна сила натискання накладки на диск, приведена до поверхні кочення коліс, кН (K _{д,прив})	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення колеса, кН/т (δ _д)	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення коліс у безрозмірних одиницях, тс/т	Розрахункова сила натискання на вісь у перерахунку на чавунні колодки, тс (K _{ч,вісь})	Розрахункове значення гальмівного шляху вантажного поїзда, м (S _p)	Максимальне допустиме значення гальмівного шляху вантажного поїзда, м (IS)
1	2	3	4	5	6	7	8
Осьове навантаження 23,5 т							
120	145,91	10,35	1,761	0,180	14,76	1199,9	1200
140	175,39	12,79	2,177	0,222	19,22	1339,8	1340
160	172,09	12,52	2,130	0,217	19,62	1720,0	1720

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Кінець таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Осьове навантаження 25 т							
120	154,10	11,02	1,764	0,180	15,73	1199,9	1200
140	184,79	13,57	2,171	0,221	20,39	1344,2	1340
160	182,04	13,34	2,134	0,218	20,92	1720,1	1720
Осьове навантаження 27 т							
120	165,01	11,93	1,767	0,180	17,02	1199,9	1200
140	198,96	14,74	2,184	0,223	22,08	1340,1	1340
160	195,33	14,44	2,139	0,218	22,65	1720,1	1720
Осьове навантаження 30 т							
120	181,39	13,29	1,771	0,181	18,96	1199,9	1200
140	219,22	16,42	2,189	0,223	24,70	1340,1	1340
160	215,26	16,09	2,146	0,219	25,26	1720,1	1720

Таблиця 4. Силкові характеристики дискового гальма вантажного вагона у порожньому стані

$V_{\text{поч}}, \text{ км/год}$	Ефективна площа поршня, см^2	Дійсна сила натискання накладки на диск, приведена до поверхні кочення коліс, кН (Кд,прив)	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення коліс, кН/т	Дійсний коефіцієнт сили натискання накладок на диски, приведений до поверхні кочення коліс у безрозмірних одиницях, тс/т	Розрахункова сила натискання на вісь у перерахунку на чавунні колодки, тс (Кч,вісь)	Розрахункове значення гальмівного шляху вантажного поїзда, м (Sp)
1	2	3	4	5	6	7
Осьове навантаження 5,75 т						
120	145,91	3,50	2,433	0,248	4,94	906,2
140	175,39	4,56	3,169	0,323	6,78	978,7
160	172,09	4,44	3,087	0,315	6,88	1237,3
Осьове навантаження 6,25 т						
120	154,10	3,79	2,427	0,247	5,37	911,0
140	184,79	4,89	3,132	0,319	7,31	989,8
160	182,04	4,79	3,069	0,313	7,45	1247,5

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Кінець таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
Осьове навантаження 6,5 т						
120	165,01	4,18	2,574	0,262	5,92	879,1
140	198,96	5,40	3,324	0,339	8,05	955,8
160	195,33	5,27	3,244	0,331	8,18	1207,5
Осьове навантаження 6,875 т						
120	181,39	4,77	2,776	0,283	6,74	840,2
140	219,22	6,13	3,566	0,364	9,12	917,8
160	215,26	5,99	3,483	0,355	9,27	1158,2

3. Порівняльний аналіз дискових гальмівних систем з чавунними і сталевими дисками

Порівняльний аналіз показав, що дискові гальмівні системи з чавунними дисками значно ефективніші порівняно зі сталевими дисками (рис.13 -15).

Варто відзначити, що реалізація дискових гальм стосовно до вантажних вагонів вимагатиме:

- ✓ Застосування, за необхідності, електропневматичного гальмування;
- ✓ Створення спеціального візка;
- ✓ Створення повітророзподільника і електроповітророзподільника для вантажних вагонів;

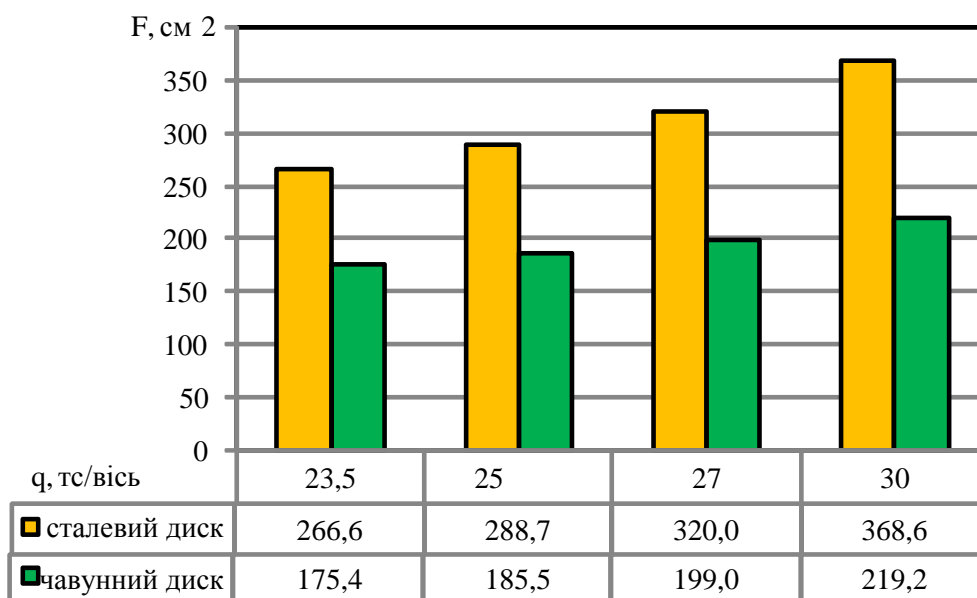


Рис. 13. Ефективна площа гальмівного циліндра дискового гальма

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

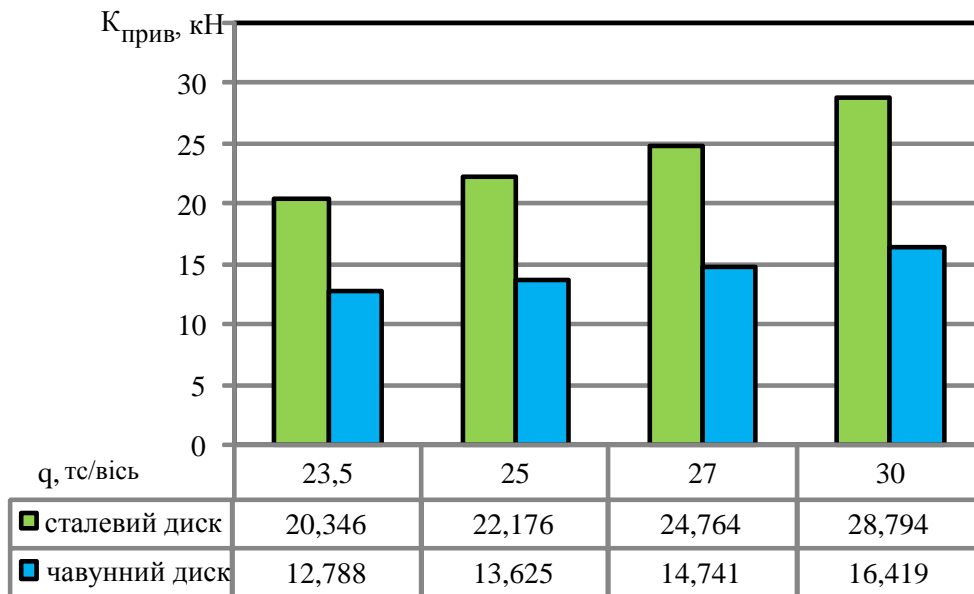


Рис. 14. Дійсна сила натиснення накладки, приведена до поверхні кочення колеса

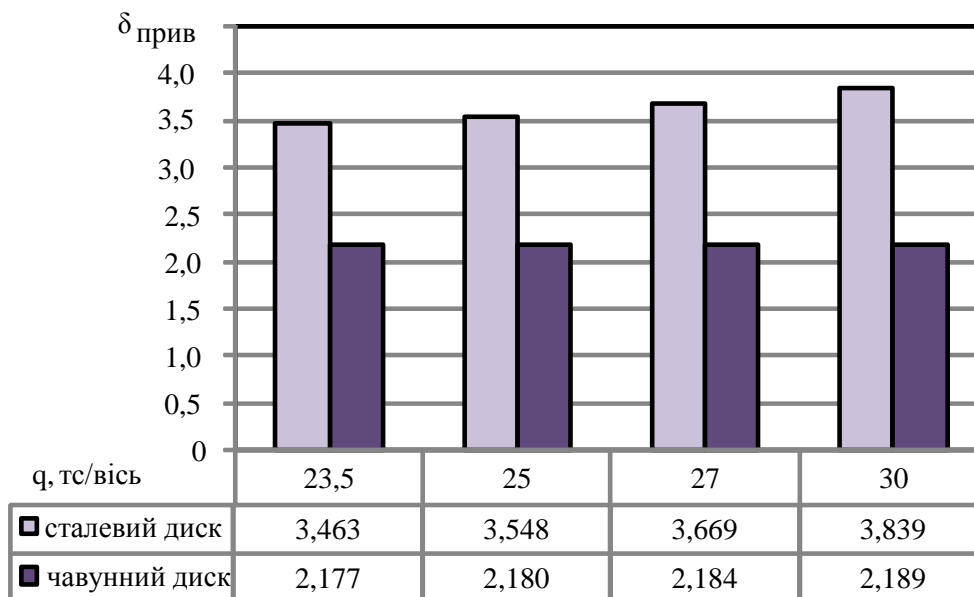


Рис. 15. Дійсний коефіцієнт сили натиснення накладок, приведений до поверхні кочення колеса

- ✓ Створення елементної бази дискового гальма для вантажних вагонів за зразком пасажирського вагона;
- ✓ Створення системи управління гальмами машиністом локомотива;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- ✓ Зміни конструкції вантажних вагонів, зумовлені розміщенням у підвагонному просторі гальмівного обладнання дискового гальма;
- ✓ Створення інфраструктури системи обслуговування і ремонту гальм;
- ✓ Створення відповідних нормативних документів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 34434-2018. Тормозные системы грузовых железнодорожных вагонов. Технические требования и правила расчета. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), принят 30 октября 2018 г. (протокол № 113-П), Москва, Стандартиформ, 2018.;
2. В.Г. Иноземцев, П.Т. Гребенюк. Нормы и методы расчета автотормозов. Из-во «Транспорт», Москва, 1971 – 57 с.;
3. Гребенюк П., Долганов А., Скворцова А. Тяговые расчеты. М. «Транспорт», 1987 – 272 с.;
4. Гребенюк П. Правила тормозных расчетов. М. «Интекст», 2004 – 112 с.;
5. Сафронов А. М. Тормозная эффективность грузовых вагонов. Методология расчетных и экспериментальных исследований с использованием математических моделей и компьютерного моделирования (монография):// А.М. Сафронов, Ю.Я. Водяников, Е.Г. Макеева – Кременчуг Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ) 2018 г. – 173 с.;
6. Водяников Ю. Я. Методология расчетных и экспериментальных исследований тормозной эффективности пассажирских вагонов с применением математических моделей и компьютерного моделирования (монография):// Ю.Я. Водяников, А.М. Сафронов, Е.Г. Макеева – Кременчуг Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ) 2017 г. – 287 с.

УДК 629.421.4/5

Ю.Я. Водянніков, О.Г. Макеєва, К.Л. Жихарцев

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ І МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ З МЕТОЮ ПРОДОВЖЕННЯ ЇХ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ

Представлені особливості методики продовження терміну служби промислових і маневрових локомотивів. Запропоновано, для прийняття обґрунтованого рішення за результатами діагностування, застосовувати методи статистичних рішень, а оцінку ресурсу - на основі концепції накопичення розсіяних пошкоджень.

Вступ. Можливість продовження призначеного терміну служби промислових і маневрових локомотивів визначається наявністю у нього залишкового ресурсу базових частин (рама візка, рама кузова, несні елементи кузова) з вичерпаним призначеним строком служби.

На відміну від магістральних локомотивів, експлуатація промислових і маневрових локомотивів відбувається за низьких швидкостей руху (до 40 км/год), при цьому основні ушкодження вузлів промислових локомотивів обумовлені проходженням стикових зазорів.

У зв'язку з цим, методика продовження терміну служби промислових і маневрових локомотивів має деякі особливості на відміну від магістральних.

Постановка проблеми. Залишковий ресурс визначається за результатами технічного діагностування базових частин локомотива. Термін «діагностика» відповідає грецькому слову «diagnosis» (розпізнавання), а технічним діагностуванням називається наука про розпізнавання технічного стану об'єкта [1, 2]. Тому, основним завданням технічної діагностики є розпізнавання технічного стану в умовах обмеженої інформації. Як правило, аналіз стану проводиться в умовах експлуатації, за яких отримання інформації вкрай ускладнене, тому часто не представляється можливим за наявною інформацією зробити однозначний висновок, в свою чергу викликає необхідність використання статистичних методів.

Матеріали і результати досліджень. Для прийняття обґрунтованого рішення застосовують методи статистичних рішень. Рішення задач технічної діагностики пов'язано з прогнозуванням надійності на найближчий період експлуатації (до наступного технічного ремонту), які ґрунтуються на моделях відмов (табл. 1).

Іншим важливим напрямком технічної діагностики є контролепридатність - властивість виробу, що характеризує його пристосованість до проведення контролю заданими засобами [3].

© *Водянніков Ю.Я., Макеєва О.Г., Жихарцев К.Л., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1. - Класифікація відмов

Відмова	Причина	Характер прояви	Характер пошкодження
Втома	Вплив експлуатаційних навантажень	Тріщини	Початкова довжина, швидкість розвитку, критична довжина
Зношування	Тертя	Зміна геометричних розмірів	Зазори
Старіння	Вплив навколишнього середовища	Розшарування, розтріскування, зміна міцності	Площа, глибина, межа міцності, межа втоми
Корозія	Агресивне середовище, підвищена вологість	Очаги корозії	Площа, глибина
Випадкові ушкодження	Випадкові удари, наднормативні навантаження	Вм'ятини, подряпини, пробойни, зміна геометричних розмірів	Площа, довжина, глибина, втрата стійкості

Контролепридатність передбачає визначення зовнішньої і внутрішньої зони обстеження в загальній конструкції з метою розмежування цих зон на ті, для яких буде здійснюватися 100 % контроль (зовнішні) і ті, які вимагають формування програми вибіркового контролю.

Програма вибіркового контролю базується на основі ймовірності виявлення тріщини [4-8] або іншого критичного пошкодження (табл. 2).

Таблиця 2. - Аналітичні вирази, які використовуються при розрахунку ймовірності виявлення тріщини

Позначення параметра	Аналітичний вираз ймовірності виявлення	Найменування параметру
1	2	3
Q_A	$Q_A = Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot Q_4$	Ймовірність виявлення пошкодження: при одиничному контролі; одиничного пошкодження в одиничній зоні одиничним методом контролю
Q_B	$Q_B = 1 - (1 - Q_A)^\phi$	Ймовірність виявлення пошкодження: при багаторазовому контролі; одиничного пошкодження в одиничній зоні одиничним методом контролю
Q_C	$Q_C = 1 - (1 - Q_B)^\phi$	Ймовірність виявлення пошкодження: при багаторазовому контролі; безліч пошкоджень в одиничній зоні одиничним методом контролю

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Кінець таблиці 2

1	2	3
Q_E	$Q_E = 1 - [1 - \prod_{i=1}^k (1 - Q_{Ci})]$	Ймовірність виявлення пошкодження: при багаторазовому контролі; безліч пошкоджень в безлічі зон безліччю методів контролю
q	$q = \frac{\log(1 - Q_E)}{\log(0,5)}$	Порівняльний критерій оцінки ймовірності (50/50) виявлення в парку об'єктів
<p><i>Примітка:</i> Q_1 - ймовірність виявлення пошкодження при контролі одиничного (конкретного) елемента; Q_2 - ймовірність виявлення елемента, що має пошкодження; Q_3 - ймовірність виявлення зони, що має пошкодження; Q_4 - ймовірність виявлення об'єкта, що має пошкодження.</p>		

Коефіцієнт ϕ визначається за формулою:

$$\phi = \sum_{n=1}^n \left[1 - \frac{(n-1) \cdot \Delta N}{N} \right], \quad (1)$$

де ΔN - період між випадками появи ушкоджень у парку локомотивів;

n - кількість пошкоджених елементів;

N - парк локомотивів.

Важливим елементом діагностування є визначення областей конструкції з потенційно високими значеннями напружень під час впливу експлуатаційних навантажень. Такі області, як правило, визначаються шляхом проведення розрахункових досліджень.

Вихідним матеріалом оцінки напружень є результати розрахунку на статичні навантаження, який дозволяє виявити найбільш небезпечні зони з точки зору накопичення пошкоджень. Цей розрахунок виконується від дії вертикальних вагових навантажень, так як вони для промислового тепловоза відносяться до найбільш важливих. Напруження в небезпечних зонах, викликані впливом вагових навантажень, представлятимуть середні значення напружень циклів, обумовлених коливаннями локомотива під час проходження стикових зазорів.

Сучасні методи оцінки напружено-деформованого стану, що застосовуються під час розрахунку несних конструкцій, базуються на програмах, призначених для створення повноцінної кінцево-елементної моделі [9], яка враховує особливості геометричних розмірів, силових факторів тощо. До таких програм слід віднести ANSYS фірми ANSYS Corporation, DesignWorks фірми CADSL H, Cosmos / DesignStar і фірми StructuralResearch & AnalysisCorporation, MSC NastranforWindows і практично всю лінійку програмних продуктів MSC тощо.

За результатами розрахункових досліджень розробляється карта обстеження для рами кузова (рис. 1) і рами візка (рис. 2) із зазначенням зон як для огляду, так і за необхідності, проведення дефектоскопії з метою виявлення тріщин.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

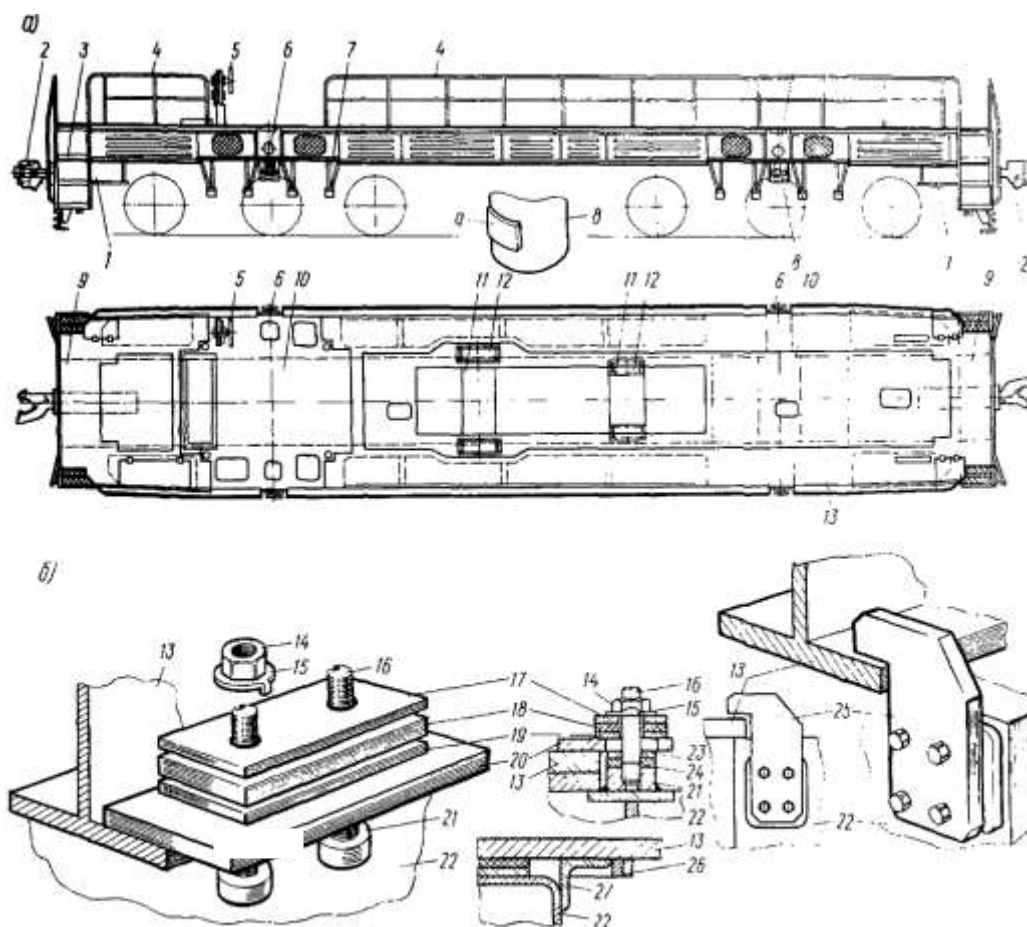


Рис. 9. Главная рама тепловоза (а) и подвеска топливного бака (б):
 1 — стыжной ящик; 2 — автоцепка; 3 — подножка; 4 — поручни; 5 — ручной тормоз; 6 — подвес; 7 — консоли; 8 — шкворень; 9 — буферный брус; 10 — шкворневая балка; 11 — поперечная балка; 12, 20 — плиты; 13 — продольная балка; 14 — гайка; 15 — лепестковая шайба; 16 — шпилька; 17, 18, 19 — резинометаллические прокладки; 21 — усилительная бонка; 22 — топливный бак; 23, 24 — стальные прокладки; 25 — предохранительный захват; 26 — выступ; 27 — упорный угольник; а — сменная накладка

Рис. 1. Рама маневрового тепловоза ЧМЭЗ

Обстеження технічного стану є першим кроком продовження терміну служби локомотива.

Наступні етапи містять оцінку залишкового ресурсу, в якості критеріїв для якого приймаються: корозія металу; довговічність (втомна міцність) і накопичення пошкоджень.

Корозія. Для визначення залишкового ресурсу, в разі корозійного пошкодження, необхідно визначити:

- ✓ мінімальну товщину елементів, за яких напруження досягають границі плинності,
- ✓ корозійну стійкість сталі [10] - здатність матеріалів чинити опір корозії, яка формується швидкістю корозії в даних умовах.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

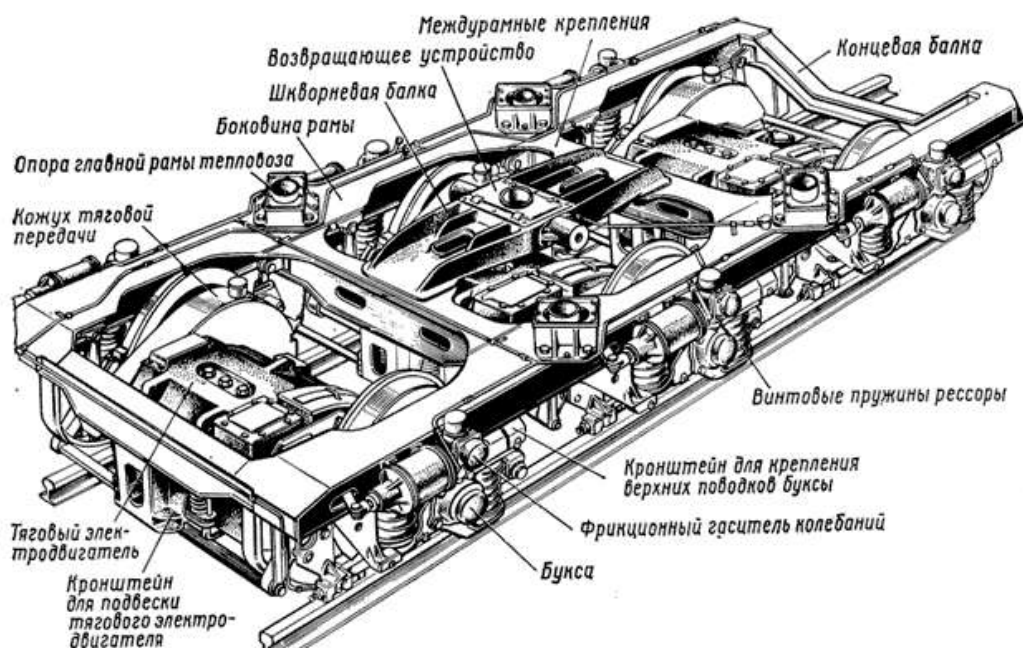


Рис. 2. Візок маневрового тепловоза ЧМЭЗ

Слід зазначити, що корозійні пошкодження мають критичне значення для тонкостінних конструкцій, наприклад рам вагонів, для товстостінних конструкцій, які не працюють в агресивних середовищах, цим фактором можна знехтувати.

Довговічність. Одним з критеріїв у разі оцінки довговічності рами кузова, рами візка є момент появи втомних тріщин в найбільш напружених вузлах конструкції. Оцінка опору втоми визначається двома способами: розрахунковим [11-12] і шляхом проведення стендових випробувань базових частин локомотива. Для цього необхідно отримувати записи зміни напружень в найбільш ушкоджуваних зонах під час руху локомотива з робочою швидкістю по коліях промислових підприємств. Істотна різниця полягає як у конструкції та стану колії, так і у швидкостях, з якими рухається рухомий склад. У зв'язку з цим, слід очікувати, що динамічні напруження і частоти коливань рам промислових локомотивів, будуть значно менші в порівнянні з магістральними.

Накопичення пошкоджень. Для промислових локомотивів, що мають тривалий термін служби до 50 років, важливим, для продовження терміну служби, є фактор накопичення пошкоджень. Це пов'язано з тим, що в умовах експлуатації елементи конструкції сприймають складний комплекс силових впливів, що призводить в матеріалі на рівні субмікро-, мікро- і макрорівнях до: хімічних флуктуацій; порушення вихідної структури; зародження, локалізації і злиття пір і мікротріщин; утворення і розвитку макротріщин. Ці незворотні зміни структури, що відбуваються на всіх стадіях деформування, призводять до певної «пошкоджуваності» матеріалу і, як наслідок, - до його руйнування.

В даний час велике поширення набули методи, в яких в якості запобіжного пошкодження прийнятий деякий формально введений параметр, що залежить від тривалості навантаження або накопиченої деформації.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Основними параметрами, що визначають темп зростання пошкодженості, є фактори зовнішніх впливів: рівень напружень і режим навантаження, вид напружено-деформованого стану матеріалу, ступінь агресивності середовища, а також поточний рівень пошкодженості.

Процес вичерпання ресурсу міцності конструкції в рамках теорії накопичення розсіяних пошкоджень трактується у вигляді кінетичного рівняння [13-15]:

$$\frac{d\omega}{d\xi} = f[q(\xi), \omega(\xi)] \quad (1)$$

де ξ - аргумент, який має сенс напрацювання (час, число циклів навантаження, накопичена деформація або інші параметри;

$\omega(\xi)$ и $q(\xi)$ - функції, вибір яких проводиться, виходячи з певних теоретичних чи експериментальних даних, отриманих з досить простих дослідів.

Найпростішою моделлю накопичення пошкоджень є правило лінійного підсумовування. У розрахунках на втому принцип лінійного підсумовування представляється в формі лінійної залежності накопичених пошкоджень від відносного напрацювання, вираженої через число циклів навантаження (критерій Пальмгрена):

$$\sum_{k=1}^n \frac{N_k}{N_p} = 1 \quad (2)$$

де n – кількість тимчасових інтервалів;

N_k – число циклів навантаження в k -му інтервалі;

N_p – число циклів навантаження до граничного стану.

Висновки.

Під час діагностування технічного стану локомотива доцільно використовувати методику контролепригодності, яка дозволяє визначати ймовірність виявлення пошкодження.

Корозія не є критичним фактором для визначення ресурсу рами кузова і візка локомотива.

Концепція накопичення розсіяних пошкоджень може бути використана для прогнозування ресурсу конструкції до утворення тріщин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бигус Г. А. Основы диагностики технических устройств и сооружений. // Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев, Н. А. Быстрова. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. М. 2015 – 448 с. ;
2. Мигаль В. Д. Методы технической диагностики автомобилей: Учебное пособие/ Серия «Высшее образование», Издатель Форум. М. 2016-416 с.
3. В. И. Сагунов, Контролепригодность структурно связанных систем // Сагунов В. И., Ломакина Л. С. Серия: "Библиотека по автоматике", Издательство: "Государственное энергетическое издательство" . 1990-112 с. ;
4. Баврин И.И. Теория вероятностей и математическая статистика / И.И.Баврин. - М.: Высш. шк., 2005.— 160 с. ;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

5. Вентцель Е. С. Задачи и упражнения по теории вероятностей: Учеб. пособие для студ. вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — 5-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 448 с. ;
6. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике /В. Е. Гмурман. - М., Высш.шк., 2004.- 404 с.
7. Гмурман, Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов /В. Е. Гмурман.-Изд. 12-е, перераб.-М.:Высшая школа, 2009.- 478с. ;
8. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: Учебник / Б.В. Гнеденко. - Изд. 8-е, испр. и доп. — М.: Едиториал УРСС, 2005. — 448 с. ;
9. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975 -541 с.;
10. А. П. Черепанов. Применение показателя коррозионной стойкости материала при оценке ресурса технических устройств // XXI век. Техносфернаф безопасность. 2016. № 2.URL;
11. С. В. Серенсен. Руководство по расчету на усталость деталей машин (в вероятностном аспекте) к определению расчетных характеристик сопротивления усталости деталей машин. // Серенсен С. В., Когаев В.П. – М.: ВНИИНМаш, 1971 – 106 с.;
12. С. В. Серенсен. Руководство к определению расчетных характеристик сопротивления усталости деталей машин.// Серенсен С. В., Когаев В.П. – М.: ВНИИНМаш, 1972 – 107 с.;
13. Болотин В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.;
14. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях: Анализ, предсказание, предотвращение / под ред. Э. И. Григолюка. – М.: Мир, 1985 -624 с.;
15. Качанов Л. М. Основы механики разрушения. – М.: Наука, 1974. – 308 с.;

УДК 629.4.027.4

С.А. Чебуров

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРІВ КОЛІСНИХ ЛИТИХ ТА ЦЕНТРІВ КОЛІСНИХ КАТАНИХ

В статті наведено порівняння характеристик литих та катаних центрів колісних локомотивних.

Колеса для рухомого складу залізниць за конструкцією розділяють на безбандажні (суцільні) та бандажні (складані, збірні).

У найбільш складних умовах навантаження знаходиться обід і особливо та його поверхня, якою він котиться по рейці – поверхня катання. Метал обода повинен володіти великою міцністю, ударною в'язкістю, зносостійкістю; метал маточини, що тримається на осі пружними силами, – необхідною в'язкістю. Пружність також бажана для металу диска. Ці вимоги задовольняються в конструкції складаного колеса, де бандаж виготовляється зі сталі високої міцності та твердості, а колісний центр – із більш в'язкої та дешевої сталі [1].

Несправності колеса, в основному, утворюються в місці його контакту з рейкою – на поверхні кочення, а значить на бандажі. Допуски на спрацювання ходової частини локомотива завжди менші ніж у вагонів. У цьому випадку можливо або замінити колесо повністю (як діється з колесами вагонів), або, зробивши колесо розбірним, замінити елемент колеса, що знаходиться в контакті з рейкою, а саме – бандаж (назва знімного обода).

В Україні для колісних пар магістральних локомотивів використовуються бандажні колеса, що складаються з бандажа, колісного диска та запобіжного кільця. В такій конструкції на вісь напресовані колісні центри, на які, в гарячому стані, насаджено кільцеві бандажі.

Бандажне колесо (рисунок 1) складається з чотирьох частин: маточини 4, колісного центру 3, знімного бандажа 1, який має всі розміри обода, запобіжного кільця 2, що скріплює бандаж.

Бандаж – сталеве кільце фасонного профілю, що виготовлене методом гарячого деформування та прокатування, яке напресовується, в гарячому стані, на колісний центр.

Колісний центр – деталь складаного колеса з ободом, дисковою, коробчастою (дводисловою) або шпичевою частиною та маточиною.

Конструкції коліс і колісних центрів розрізняються за виконанням частини, що поєднує обід і маточину в одне ціле. Зазвичай це диск – плоский або з невеликою конусністю. Такі колеса називають дисковими. При більшому діаметрі розраховане дискове колесо стає дуже важким. Як альтернатива, для зменшення ваги, використовуються центри з отворами в дисках, а також шпичеві та коробчасті центри.

На колісний центр діють зусилля від посадки бандажа та запресовки осі колісної

© *Чебуров С.А., 2020*

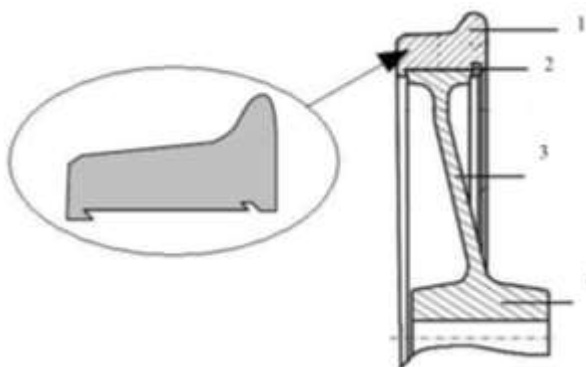
РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

пари; він також передає вертикальні та горизонтальні повздовжні і поперечні сили, які діють між бандажем і віссю колісної пари. Колісний центр повинен мати достатню міцність і жорсткість.

Шпигцеві колісні центри складається з обода, подовженої маточини з обробленою за зовнішнім діаметром посадковою поверхнею для насадки зубчастого колеса, та шпигців. Перевага надається непарній кількості шпигців у колесі для запобігання їх розриву. При збільшенні діаметра колеса кількість шпигців збільшують (наприклад, при діаметрі 1250 мм – (11 – 12) шпигців, 1050 мм – 11 шпигців, 950 мм – 9 шпигців). В останній час від шпигцевих колісних центрів почали відмовлятися завдяки різкій зміні жорсткості колеса в місцях сполучення шпигців з ободом, що викликає підвищений динамічний вплив коліс на рейки, особливо при проходженні стиків і стрілочних переводів. Крім того, значне скупчення металу в окремих частинах колісного центра, особливо в колісній маточині, створює великі внутрішні напруження, що викликають, під час охолодження, тріщини в маточинах.

У деяких моделях електровозів між маточиною та ободом є два диски з овальними отворами для полегшення центра, а між дисками зроблені перетинки для підвищення міцності (коробчасті центри).

Колісні центри пасажирських електровозів повинні піддаватися балансуванню.



1 – бандаж, 2 – запобіжне кільце, 3 – колісний центр, 4 – маточина

Рис. 1. Склад бандажного колеса

На більшості вітчизняних тепловозах з навантаженням від осі на рейки до 225 кН застосовуються колісні пари з колесами діаметром 1050 мм. На нових пасажирських тепловозах колеса мають діаметр 1220 мм та 1250 мм (навантаження від осі на рейки до 245 кН).

Більший діаметр коліс сприяє:

- зниженню величини контактних напружень у колесі та рейці;
- зменшенню спрацювання коліс і рейок;
- зменшенню частоти обертання колісної пари;
- зменшенню опору руху;
- зменшенню частоти хитання візка та кузова вагону;
- збільшенню простору, котре може займати тяговий електродвигун.

В той же час застосування коліс більшого діаметра має й негативні наслідки:

- збільшення ваги;
- підняття центру ваги вагону;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- підвищення рівня підлоги локомотива;
- погіршення умов руху по кривим малого радіусу;
- можливість скорочення бази візка.

Колісні центри, за способом виготовлення, розподіляються на литі та катані. Литі центри відливаються зі сталі особливої якості 20Л, 25Л або 20ГЛ групи III відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 4491:2018 (ГОСТ 4491-2016, IDT) [2]. Відлиті центри для отримання однорідної та дрібнозернистої структури металу і зняття внутрішніх напружень піддаються термічній обробці – нормалізації або нормалізації з наступним відпуском.

Колісні центри, здебільшого, відливають із мартенівської сталі 25Л III відцентровим способом. Зовнішня частина колісного центра – обід і внутрішня – маточина піддаються механічній обробці для сполучення, в подальшому, з бандажем і віссю.

Найбільш розповсюдженою причиною відмов литих колісних центрів у експлуатації є їх підвищена схильність до тріщиноутворення, що суттєво знижує безпеку руху. Передчасний вихід колісних пар з експлуатації з цієї причини призводить до додаткових витрат на простій і технічне обслуговування локомотивного парку. Виникнення тріщин в литих центрах пов'язане з наявністю в них різного типу ливарних дефектів, які обумовлені технологією виготовлення та можуть бути концентраторами напружень.

Підвищення надійності та зниження вартості життєвого циклу колісних центрів досягається за рахунок застосування на локомотивах катаних центрів, що мають більш високу якість матеріалу та однорідну структуру. Виготовлення катаних центрів із середньовуглецевої сталі підвищеної міцності дозволяє зменшити їх конструкційну вагу та невіднесеної вагу локомотива в цілому.

Центр колісний катаний – центр, отриманий із суцільної заготовки методом деформування в нагрітому стані (гарячого деформування), що складається з обода, диску та маточини, який пройшов термічну обробку.

Катані колісні центри виготовляють із зливків або з безперервнолитих заготовок відповідно до нормативних документів – російського стандарту ГОСТ Р 55498-2013 [3] та технічних умов, розроблених підприємствами-виробниками. Державний стандарт на виготовлення катаних колісних центрів, наразі, на жаль, в Україні відсутній. Сталь, для виготовлення центрів, повинна бути піддана позапічній обробці та вакуумуванню з метою зменшення в металі шкідливих домішок, газів та неметалевих включень.

Катані колісні центри в нашій країні виготовляють на єдиному підприємстві – ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», що розташоване у м. Дніпро. Даним підприємством, за роки праці за цим напрямком, було досягнуто стабільно високу якість виготовлення бандажів чорнових локомотивних для рухомого складу залізниць із зливків і із безперервнолитих заготовок.

На вантажних і пасажирських вагонах, а також на високошвидкісному рухомому складі використовують суцільнокатані дискові безбандажні колеса. Їх виготовляють із мартенівської сталі обтисненням під гідравлічним пресом. Вони, у порівнянні з бандажними, мають меншу масу і в них відсутнє ослаблення бандажів. Використання суцільнокатаних коліс зменшує вартість виготовлення колісних пар. При цьому маса колісних пар знижується і спрощується її формування, але зносостійкість їх значно менше, ніж у бандажних, вони частіше виходять із ладу в результаті пошкодження поверхні катання. Разом з тим, за вимогами безпеки, на високошвидкісному рухомому складі використовують, як правило, безбандажні. Початкова товщина обода такого колеса 70 мм. По мірі виникнення дефектів в експлуатації колеса обточують. Піс-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ля граничного зносу суцільнокатані колеса можливо переточити на дискові центри та напрусувати на них окремі бандажі.

Насадка на колісний центр бандажа значно підвищує радіальне напруження в маточині, а також в інших частинах колісного центра, проте найбільш цікавим явищем є характер зміни напружень в самому бандажі. Навпроти шпиці максимальні напруження мають місце в точках зовнішнього контуру бандажа, а на середині між шпичцями – в точці внутрішнього контуру. У ведучих колесах локомотива натяг бандажа, надітого на колісний центр, часто виявляється недостатнім для того, щоб вдержати бандаж на місці і запобігти його ковзанню по центру під дією сили тяги, що виникає між колесом і рейкою. Раніше, для запобігання цього ковзання, практикувалося фіксування (притягання) бандажа за допомогою болтів, що проходять через обід і розташованих між шпичцями. Цей захід підвищував напруження в бандажі в тих місцях, де напруження буває й без того значним, на що вказували випадки появи тріщин під час експлуатації.

Особливості роботи двигуна тепловоза – одна з причин значного проковзування бандажем ведучих коліс. Додатково до відмічених вище факторів, що призводять до пластичної деформації, можна віднести нагрівання поверхневого шару бандажа під час гальмування. В наш час такий спосіб більше не використовується, наразі бандаж встановлюється на колісний центр за допомогою одностороннього фланця через отвори, просвердлені як в ободі, так і в цьому фланці, пропускаються болти крізь отвори, розташовуються в точках в ободі колісного центра та неподалік від зовнішніх кінців шпичць, там, де ми маємо порівняно низьку величину напружень і де просвердлення отвору для болта не представляє великої небезпеки. Кількісна оцінка цього явища отримана завдяки подальшому дослідженню напружень в точках радіальної площини, яка проходить по осі шпичці.

Висновки.

Найбільш перспективною технологією виготовлення колісних центрів є штамповка на пресах, або комбінований спосіб – штамповка з прокатуванням. Позитивний досвід експлуатації підтверджує перспективність переведення на катані центри основного локомотивного парку. Це дає зменшення витрат металу, забезпечує повну механізацію процесу та призводить до покращення якості та надійності колісних пар локомотивів.

Однак подальша розробка та впровадження катаних центрів ускладнені частим виникненням дефектів обода (низька конструктивна міцність гарячого обода) в процесі прокатування, а також відсутністю єдиних технічних вимог до них на національному рівні, що сприяло б підвищенню надійної та безпечної експлуатації колісних пар локомотивів.

Також, одним з вагомих факторів впровадження бандажних коліс є ціна: катані колісні центри коштують значно дорожче ніж литі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Л. А. Шадур, И. И. Челноков, Л. Н. Никольский, Е. Н. Никольский, В. Н. Котуранов, П. Г. Проскурнев, Г. А. Казанский, А. Л. Спиваковский, В. Ф. Девятков; Под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.
2. ДСТУ ГОСТ 4491:2018 (ГОСТ 4491-2016, IDT) Центры колесные литые железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия.
3. ГОСТ Р 55498-2013 Центры колесные катаные для железнодорожного подвижного состава. Технические условия.

УДК 629.4.027.43

С.А. Чебуров

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕНОСТІ МАТЕРІАЛУ БАНДАЖІВ ЧОРНОВИХ ЛОКОМОТИВНИХ НЕМЕТАЛЕВИМИ ВКРАПЛЕННЯМИ

В статті наведено наявність дефектів типу неметалеві вкраплення в бандажах чорнових локомотивних, що визначені підприємством ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ» під час різних видів випробувань у період із 2004 по 2019 рр.

В Україні для колісних пар локомотивів використовуються збірні колеса, що складаються з бандажа та колісного диска (центра).

Згідно діючого в нашій країні стандарту ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, ІДТ) [1], бандаж чорновий локомотивний – це бандаж, який отриманий після формоутворення, підданий термічній обробці та той, що пройшов ультразвуковий контроль і призначений для вантажних, пасажирських і маневрових локомотивів, моторних вагонів електро- і дизель-потягів, спеціального залізничного рухомого складу та вагонів метрополітену.

Бандажі чорнові локомотивні для залізничного рухомого складу (далі – бандажі) виготовляють із зливок або безперервнолитих заготовок сталі мартенівського, киснево-конвертерного або електропічного виробництва. Сталь, з якої виготовляються бандажі, повинна бути піддана позапічній обробці та вакуумуванню з метою зменшення шкідливих домішок.

Бандажі в нашій країні виготовляють на підприємстві ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», що розташоване у м. Дніпро.

Наявність дефектів зменшує міцність виробів, особливо тих, що працюють під час перемінних навантажень, зміни температур або в корозійних середовищах. Дефекти погіршують фізико-механічні властивості металів, наприклад, міцність, пластичність, електропровідність тощо. Найбільше впливають тонкі пласкі дефекти, що схильні до розвитку, наприклад, тріщини. Дефекти округлої форми (об'ємні) найменш схильні до розвитку та менше впливають на міцність виробів.

Неметалеві вкраплення – це вкраплення, що виявляються в структурі затверділого металу, представляють собою сполуки з елементами присутніми в металі, або з елементами, що входять у склад форми, з якою сполучається рідкий метал.

У відповідності до ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, ІДТ) [1], серед інших, не допускаються дефекти типу неметалеві вкраплення в бандажах, бал яких перевищує вказаний у таблиці 1. Контроль забрудненості сталі неметалевими вкрапленнями проводять за методом Ш1 ГОСТ 1778-70 [2], для кожного виду вкраплення, на 6 (шести) шліфах. За ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, ІДТ) [1] контролюються наступні види неметалевих вкраплення: сульфіди, оксиди рядкові, оксиди точкові, силікати крихкі, силікати пластинчасті, силікати, що не деформуються.

Сульфіди – пластичні, непрозорі в темному полі зору, витягнуті за направленням

© *Чебуров С.А., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

волокна окремі включення або групи включень, як правило, подвійного сульфїду залїза та марганцю.

Оксиди – вкраплення окремих дрібних зерен у вигляді точок або рядків, що розташовані по всій площині шліфа.

Силікати пластинчасті – пластичнодеформовані вкраплення силікатів або силікатних стекел, що витягнуті за направленням волокна та відрізняються від сульфїдів більш темним кольором та прозорістю у темному полі зору.

Силікати крихкі – зруйновані в результаті деформації, витягнуті в суцільні рядки крихкі силікати або силікатні стекла.

Силікати, що не деформуються (глобулярні) – одиничні або групові округлі чи неправильної форми вкраплення силікатів і силікатних стекел, крупні частки оксидних вкраплень, частіше корунду.

Таблиця 1. - Забрудненість сталі ободів колїс неметалевими вкрапленнями

Тип вкраплень	Умовна позначка неметалевих вкраплень	Середній бал, не більше
Сульфїди	С	2,5
Оксиди рядкові	ОС	1,0
Оксиди точкові	ОТ	1,0
Силікати пластинчасті	СП	2,0
Силікати крихкі	СХ	2,0
Силікати, що не деформуються	СН	2,0

Площа кожного шліфа повинна бути не менше 200 мм². Всього вирізають 6 (шість) шліфів із 2 (двох) поперечних темплетів у відповідності до рисунка 1.

Оцінку неметалевих вкраплень деформованого металу виконують під мікроскопом порівнянням з еталонними шкалами під час перегляду всієї площини нетравленого шліфа.

Випробувальним центром продукції вагонобудування та ливарного виробництва для вагонобудування ДП «УкрНДІВ» (ВЦ ПВ ДП «УкрНДІВ») на протязі останніх 14 років проводились випробування колїс на відповідність їх показників вимогам нормативної документації. Серед іншого, в процесі випробувань, проводився й контроль забрудненості неметалевими вкрапленнями.

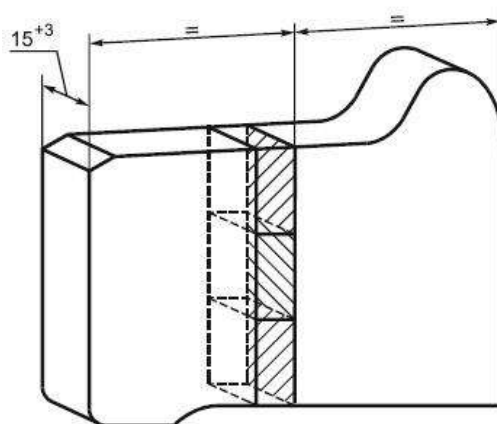


Рис. 1. Схема вирізання шліфів для контролю неметалевих вкраплень

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 2. - Наявність неметалевих вкраплень в бандажах, виготовлених у період із 2004 по 2019 рр.

№ п/п	Виробники	Тип неметалевих вкраплень за ГОСТ 1778-70 [2]. бал														Примітка						
		сульфідн		оксидн рідкові		оксидн гочкові		силікатн плас-тиччасті		силікатн крихкі		силікатн шо не деформуються										
		НТЗ	ГУТА	ЄВРАЗ	НТЗ	ГУТА	ЄВРАЗ	НТЗ	ГУТА	ЄВРАЗ	НТЗ	ГУТА	ЄВРАЗ	НТЗ	ГУТА		ЄВРАЗ					
1	2004	3.0			1.0			1.0			1.0			1.0			3.5			0.5		
2	2007	1.08	2.0		1.33	1.5		1.33	1.5		1.33	1.5		0.91	1.3		0.4	0.8		0.33	1.2	
3	2009	1.33	2.5		0.5	0.75		1.0	0.83		1.17	1.08		1.17	1.08		0.83	1.0		-	-	
4			2.7			0.67			0.75			0.92			0.92			0.83			-	
5			2.75			0.83			0.83			1.25			1.25			1.08			-	
6	2010	1.0			0.5			0.5			1.5			1.5			0.5			-		
7		1.08			0.5			0.5			1.25			1.25			0.5			-		
8	2011		2.08			0.8		0.8	0.7			0.8			0.8			0.58			-	
9			2.0			0.9		0.9	0.7			0.8			0.8			0.5			-	
10			2.08			0.8		0.8	0.7			0.8			0.8			0.58			-	
11	2012	2.67			0.5			0.5			1.0			1.0			1.0			-		
12		0.17			0			0.33			0			0			0.75			0.5		
13		0.25			0			0.33			0			0			0.75			0.5		
14	2013		1.5			0.67		0.67	0.67			0.75			0.75			0.5			-	
15			1.92			0.67		0.67	0.5			0.75			0.75			0.5			-	
16	2014	2.3	1.25		0.25	0.5		0.33	0.5		0.42	0.67		0.42	0.67		0.5	0.5		-	0	
17			1.25			0.5		0.5	0.5			0.67			0.67			0.5			0	
18		2.0	0.75		0	0.5		0.5	0.5		0	0.67			0.67		0	0.5		-	0.5	
19			0.75			0.5		0.5	0.5			0.67			0.67			0.5			0.5	
20	2015		1.5			0.5		0.5	0.5			0.5			0.5			0.5			-	
21	2016	0.75			0			0.5			0.25			0.25			0.25			1.17		
22	2017		0.75	1.5		0.5	0	0.5	0		0.5	0		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.17	0.5
23	2019	0.58	0.5		0	0		0.5	0		0.5	0		0.5	0		0.83	0		1.4	0	

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

В таблиці 2 наведено визначену наявність дефектів неметалевих вкраплень в бандажах, виготовлених у період із 2004 по 2019 рр. на таких підприємствах як ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» (НТЗ), «HUTA BANKOWA» Spolka z o.o. (ГУТА) та АТ «ЄВРАЗ НТМК» (ЄВРАЗ).

Висновки.

Як видно з таблиці 2 частіше бандажі чорнові локомотивні, які виготовлені, здебільшого, на вітчизняному підприємстві у період із 2004 по 2019 рр., містять дефекти неметалевих вкраплень типу сульфіди, розміри та кількість яких є допустимими (задовольняють вимогам стандарту ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, IDT) [1]), але в останні роки їх кількість та розміри значно зменшилися.

Технологія витошення сталі та технологія виготовлення бандажів чорнових локомотивних на вітчизняному підприємстві забезпечують виконання вимог ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, IDT) [1] щодо забрудненості неметалевими вкрапленнями.

Підприємством України, за роки праці за цим напрямком, було досягнуто стабільно високу якість виготовлення бандажів чорнових локомотивних для рухомого складу залізниць як із злиwkів так і з безперервнолитих заготовок.

Ця продукція за якістю не поступається виробам закордонних виробників, що виготовляють бандажі чорнові локомотивні серійно, у відповідності до вимог національного стандарту ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, IDT) [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 398:2016 (ГОСТ 398-2010, IDT) Бандажи черновые для железнодорожного подвижного состава. Технические условия.
2. ГОСТ 1778-70 (ИСО 4967-79) Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.

УДК 658.652

К.Ю. Холод, О.О. Федорак

КЛЮЧОВІ МОМЕНТИ ОНОВЛЕНОЇ ВЕРСІЇ СТАНДАРТУ ISO 19011

У статті наведено аналіз оновленого стандарту ДСТУ ISO 19011:2019 та визначені його особливості.

Постановка проблеми. Влітку 2018 року Міжнародна організація по стандартизації (ISO) випустила нову (третю) редакцію стандарту ISO 19011:2018 [1] (E) Guidelines for auditing management systems, third edition, 2018-07 («Настанови з проведення аудитів систем менеджменту», третє видання, липень 2018 р.). Документ був підготовлений Технічним Комітетом ISO/PC 302 «Настанови щодо здійснення аудитів систем управління». Ця третя редакція, скасовує і замінює другу редакцію (ISO 19011:2011) [2], яка була піддана технічному перегляду. За словами Дениза Робитейля (Denise Robitaila), голови Технічного комітету ISO: «Оновлення стандарта ISO 19011 [2] забезпечить подальшу роботу щодо ефективного керівництва по реагуванню на зміни в сфері ринка, еволюції технологій і багатьох інших стандартів системи управління менеджменту». У зв'язку з введенням в дію нової версії стандарту ДСТУ ISO 19011:2019 [3] стало актуальним розгляд теми щодо розуміння його вимог впровадження в систему менеджмента на підприємстві та визначення відмінностей від попередньої версії стандарту. Тож, головна мета впровадження нової версії стандарту – допомогти підприємству успішно керувати програмою аудиту, забезпечити постійне поліпшування, проведення результативного аудиту та підтримки аудиторів на практиці.

Аналіз останніх публікацій. Обов'язковість проведення внутрішнього аудиту встановлена багатьма міжнародними стандартами, що містять вимоги до функціонування системи управління якістю підприємства, зокрема ДСТУ ISO 9001:2015 [4], ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 [5], ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2014 [6] та ін. Відповідно до вимог цих стандартів внутрішній аудит проводиться через певні проміжки часу компетентними аудитором з дотриманням настанов, викладених у ДСТУ ISO 19011:2019 [3]. Основні підходи проведення аудиту знайшли відображення в працях: Экономика, управление, финансы: материалы IX Междунар. Науч. Конф. (г. Санкт-Петербург, октябрь 2018 г.) [7], А.А. Ситнова [8], С.Н. Орлова [9], М.Е. Шухмана [10], О.В. Сметанко [11], Л.О. Сухарева [12], І.І. Вербіцької [13].

Цілі статті. Провести аналіз оновленого стандарту ДСТУ ISO 19011:2019 [3], визначити його особливості і розглянути детально основні зміни та відмінності нової версії стандарту в порівнянні з попередньою.

Викладення основного матеріалу. Відповідно до інформації, викладеної на сайті ДП «УкрНДНЦ» з 01.01.2021 набуває чинності ДСТУ ISO 19011:2019 [3]. Нова

© *Холод К.Ю., Федорак О.О., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

редакція стандарту має значні зміни від попередньої.

Першою відмінністю є те, що актуалізовано та оновлено термінологію стандарту, яка тепер орієнтована більше на відображення процесу, а не об'єкту аудиту. Розділ «Терміни та визначення» в рамках ДСТУ ISO 19011:2019 [3] було переглянуто та орієнтовано на термінологію стандарту ДСТУ ISO 9001:2015 [4]. Слід звернути увагу на термін «замовник аудиту», а не «найвище керівництво», яке застосовувалося в попередній версії, що свідчить про те, що нова версія більш розширена та орієнтована на проведення як внутрішнього, так і зовнішнього аудитів. Крім того, до стандарту ДСТУ ISO 19011:2019 [3] були включені нові терміни та визначення, які наведені нижче в таблиці 1.

Таблиця 1. - Нові терміни та визначення стандарту ДСТУ ISO 19011:2019

п. 3.2	комбінований аудит
п. 3.3	спільний аудит
п. 3.8	об'єктивне свідчення
п. 3.23	вимога
п. 3.24	процес
п. 3.25	показник діяльності
п. 3.26	результативність

Значних змін зазнали вимоги до принципів проведення аудиту. Версія стандарту 2019 року зробила більшу увагу на щойно доданому принципі - підході, заснованому на оцінці ризику, а саме враховуванні ризиків та можливостей під час етапів планування, проведення та звітності аудиту. Для того, щоб аудит був зосереджений на важливих для підприємства аудиту питаннях, а також для досягнення цілей програми аудиту, ризики необхідно враховувати від проекту програми аудиту до оформлення аудиторського звіту, тобто для всього процесу проведення аудиту. Затосування ризик-орієнтованого підходу є інструментом запобігання, усунення ризиків та забезпечення результативності процесу аудиту. Він робить значний вплив на планування, проведення аудитів та звітність по аудитах з метою гарантії того, що аудити були зосереджені на важливих питаннях і для досягнення цілей програми аудиту.

Розширено керівництво з управління програмою аудиту і є таким, як зображено на рисунку 1.

Звернено увагу на те, що програмою аудиту управляє призначена компетентна особа, яка: постійно бере участь у заходах з професійного розвитку для підтримання необхідних знань та навичок процесу аудиту; володіє знаннями щодо принципів аудиту, методів, процесів, стандартів на системи управління якістю та керівних документів, специфіки діяльності підприємства та ризик-орієнтованого менеджменту.

Розширено керівництво з управління програмою аудиту, в тому числі включені положення, пов'язані з ризиками щодо реалізації програми аудиту, що відображено в блок-схемі управління програми аудиту на рисунку 1. В новій редакції з'явилась вимога розгляду можливостей. Керівнику аудиту, який керує програмою аудиту, слід виявити та донести до підприємства ризики та можливості, які враховуються при розробці програми аудиту та вимог ресурсів, з тим, щоб по ним були прийняті належним чином заходи.

Можливості можуть включати в себе:

- можливість проведення декількох аудитів за один раз;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

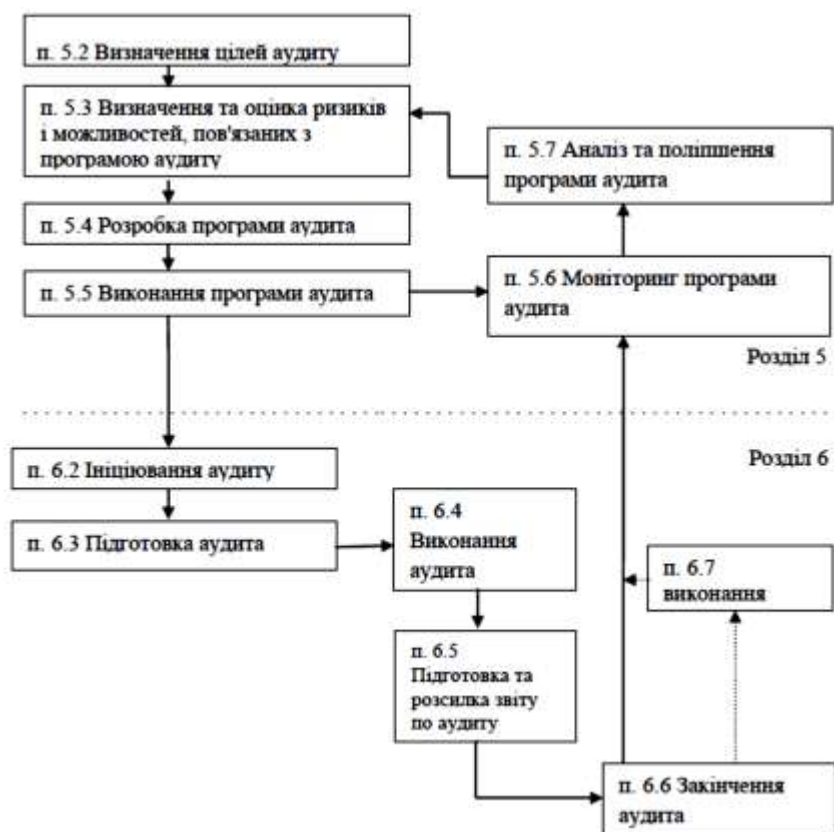


Рисунок 1. Блок-схема управління програмою аудиту

- мінімізацію часу і відстані при переміщенні з одного місця в інше;
- відповідності рівня компетентності групи з аудиту рівнем компетентності, необхідного для досягнення цілей аудиту;
- узгодження дат проведення аудиту з доступністю співробітників підприємства.

Такий співробітник є гарантом виконання процесу аудиту від складання програми аудиту до її повного виконання, включаючи надання результатів зацікавленим сторонам для подальших дій з поліпшення діяльності.

На етапі формування групи аудиту наголошено на участі особи, що здійснює управління програмою аудиту. За потреби вона консультиється з керівником групи аудиту з питань формування групи аудиту. У ході проведення аудиту може виникнути необхідність коригування програми аудиту. У цьому разі зацікавлена сторона сповіщує керуючого програмою аудиту, який приймає рішення щодо доцільності таких змін та необхідності їхнього внесення до програми аудиту.

Під час отримання результатів виконання програми аудиту особа, що управляє нею, враховує інформування частин організації, що не ввійшла в сферу аудиту про результати, наслідки для інших процесів.

Слід зазначити, що стандарт зазнав інших оновлень та доповненої інформації у Розділі 7 ДСТУ ISO 19011:2019 [3], підкреслюючи важливість компетенції певного аудитора з метою забезпечення загальної компетенції аудиторської групи стосовно кожного окремого аудиту. Крім того, відтепер очікується, що керівники аудиторської групи матимуть компетенцію для обговорення стратегічних питань з вищим керів-

ництвом. Увага переміщується від компетенції одиночних аудиторів до компетенції, яку слід шукати в колективі. Цей новий напрямок актуальний, оскільки аудитори на підприємстві можуть працювати в команді та проводити кілька аудитів за раз. Конкретні вимоги дисципліни скасовані. У той же час, компетенція, наприклад, щодо охорони навколишнього середовища чи охорони праці та безпеки праці, повинна бути в межах аудиторської групи. З одного боку, це забезпечує більшу гнучкість для визначення компетентності більш цілеспрямовано. З іншого боку, зокрема, потрібен інтелектуальний підхід для забезпечення цієї компетенції. Також, нова версія стандарту запровадила таке положення пункт 6.4.5 «Місця отримання інформації для аудиту і доступ до неї». Критично важливо для аудиту, де, коли і як отримати доступ до інформації. Це не залежить від того, де створюється інформація, де вона використовується або зберігається. Виходячи з цих аспектів і повинні бути визначені методи аудиту. Методи, які обрані для аудиту, залежать від намічених цілей, області та критеріїв аудиту, а також тривалості та місцезнаходження. В ході перевірки можна використовувати комбінацію методів. Також слід врахувати компетентність аудиторів і будь-яку невизначеність, що виникає в результаті застосування методів аудиту. Таким чином, застосовуючи різноманітність та поєднання різних методів аудиту можна оптимізувати результативність і ефективність процесу аудиту та його підсумок.

Зазнали змін Додатки стандарту. Раніше відомий додаток А «Керівництво та ілюстративні приклади знань та навичок аудиторів, що стосуються дисципліни» було відкликано зі стандарту. Цей додаток містив конкретні галузеві приклади знань та навичок, необхідних для проведення аудиту в окремих видах галузей. У свою чергу, додаток В тепер став Додатком А. Відбулося значне розширення додатків, оскільки додаткові розділи були втілені у Додатку А, які надали важливого значення результатам діяльності, підходу до процесу, професійному оціненню, впливу організації на етапах життєвого циклу продукту та / або послуги та аудиту ризиків та можливості. Додаток збільшено, що стосується змісту, додано пункти. Теми, які розглядаються в нових пунктах, включають: «процесний підхід», «професійне судження», аудит «відповідності», аудит відповідних пунктів, таких як контекст, лідерство, ризики та можливості або життєвий цикл, аудит фізичних та «віртуальних» місць. Центральні положення: управління програмою аудиту та проведення аудиторських перевірок, використання процесного підходу.

Розглянемо основні моменти Додатка А:

- п. А.2 «Процесний підхід до аудиту». Використання «процесного підходу» є вимогою для всіх стандартів ISO на системи менеджменту відповідно з Директивами ISO/IEC, частина 1, Додаток SL. Аудит системи управління перевіряє процеси організації та їх взаємодію щодо одного або декількох стандартів на систему менеджменту. Таким чином коли діяльність розглядається і управляється як взаємозв'язані процеси, які функціонують як погоджена система, достовірні і передбачувані результати досягаються результативніше і ефективно;

- п. А.3 «Професійне судження». Аудитори повинні виносити професійне судження в процесі аудиту та запобігати робити акцент на конкретних вимогах кожного розділу стандарту на шкоду оцінці досягнення намічених результатів системи менеджменту;

- п. А.4 «Результати функціонування». Планувати аудит з охопленням найважливіших сфер». У цьому плані «найважливіші сфери» впливають із цілей та ризиків та можливостей: які пріоритети ми поставили перед собою на цей рік – наприклад виходячи із нашої стратегії? Де часто виникають збої, невідповідності та скарги? Де великі зміни? Де інновації можуть буди доцільними, щоб допомогти нам зберегти свою конкурентноспроможність?

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Інші доповнення в Додатку А, які не менш важливі, включають: аудит ланцюга поставок, аудиторське керівництво та зобов'язання, аудит відповідності в системі управління та використання інформаційно-комунікаційних технологій в процесі аудиту.

Висновки.

ДСТУ ISO 19011:2019 [3] має більш конкретизовані вимоги до процесу проведення аудиту у порівнянні з попередньою редакцією стандарту та є посібником аудитора. Основним моментом нової версії стандарту є врахування технологій, що розвиваються, та збільшення уваги до ризику та процесного підходу та зосередженості не тільки на внутрішньому аудиті, а на загальному понятті аудиту. Основні зміни, яких зазнав стандарт ДСТУ ISO 19011:2019 [3] та на які наголошують розробники нової версії ДСТУ ISO 19011:2019 [3] оновлені терміни та визначення так, щоб вони відповідали визначенням, що використовуються в інших стандартах (зокрема ДСТУ ISO 9001:2015 [4]), відображення акценту на процеси, а не об'єкт; додавання 7-го принципу аудиту - підхід, орієнтований на ризику; додано додаткову інформацію щодо управління програмою аудиту, включаючи планування аудиту, ризик програми аудиту, проведення аудиту, розробку загальних вимог до компетентності аудиторів, розширення Додатку В (зараз Додаток А), включаючи додаткові розділи про процесний підхід, життєвий цикл, професійне судження, аудиторські ризики та можливості, аудиторське керівництво та використання інформаційно-комунікаційних технологій під час аудиту віртуальної діяльності; та скасування попереднього Додатку А. ДСТУ ISO 19011:2019 [3] закріплює існуючі вказівки, допомагає підприємству керувати успішною програмою аудиту, забезпечує постійне поліпшення та результативний аудит.

ЛІТЕРАТУРА

1. ISO 19011:2018 (E) Guidelines for auditing management systems, third edition, 2018-07 («Настанови з проведення аудитів систем менеджменту», третє видання, липень 2018 р.) – 46 с.
2. ISO 19011:2002 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента» – 73 с.
3. ДСТУ ISO 19011:2019 «Настанови щодо проведення аудитів систем управління (ISO 19011:2018, IDT)» – 51 с.
4. ДСТУ ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги» – 22 с.
5. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» – 37 с.
6. ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2014 «Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування (EN ISO/IEC 17020:2012, IDT)» – 28 с.
7. Экономика, управление, финансы: материалы IX Междунар. Науч. Конф. (г. Санкт-Петербург, октябрь 2018 г.). – СПб. : Свое издательство, 2018. – iv, 58 с.
8. А.А. Ситнов Операционный аудит. – Отдельное издание. – М.: КноРус, 2018. – 224 с.
9. С.Н. Орлов Внутренний аудит в современной системе корпоративного управления компаний. – Наука и практика. – М.: Инфра-М, 2017. – 284 с.
10. М.Е. Шухман Формування концепції організації внутрішнього аудиту в корпораціях // Глобальні та національні проблеми економіки - електронне наукове фахове видання. 2015. Вип. 6.
11. О.В. Сметанко Теорія та практика внутрішнього аудиту в акціонерних товариствах України: моногр. К.: КНЕУ, 2013. 436 с.
12. Л.О. Сухарева Вибіркові дослідження в загальній системі аудиту: методичний аспект / Вісник ДонНУЕТ. 2013. №3(59). С. 147-153.
13. І.І. Вербіцька Ризик-менеджмент як сучасна система управління ризиками підприємницьких структур // Сталий розвиток економіки. 2013. № 5. С. 282-291.

УДК 658.56:006.63

М.О. Багров

ТЕХНІЧНИЙ НАГЛЯД – СКЛАДОВА ПРОЦЕСУ СЕРТИФІКАЦІЇ

В статті описано процедуру здійснення технічного нагляду за сертифікованою продукцією. Встановлено, що технічний нагляд є невід'ємною частиною робіт з сертифікації. Процес сертифікації продукції не завершується отриманням заявником сертифіката відповідності, а триває, як мінімум, протягом терміну дії сертифіката. Визначено права і обов'язки ліцензіата та органу з сертифікації, як сторін-учасників процесу сертифікації.

Дія сертифіката відповідності розповсюджується на продукцію, яка випущена під час виробництва за встановлений термін дії сертифіката. Тому, процес сертифікації продукції не завершується отриманням заявником сертифіката відповідності, а триває, як мінімум, протягом строку дії сертифіката. Орган з сертифікації під час прийняття рішення про видачу сертифіката відповідності бере на себе відповідальність за достовірність інформації, наведеної в сертифікаті, та має бути впевнений в тому, що власник сертифіката, виробник продукції завжди виконують усі умови сертифікації продукції, та перш за все, вимоги щодо забезпечення безпеки сертифікованої продукції для споживача [1] [4].

Для цього, з певною періодичністю, орган з сертифікації здійснює нагляд за сертифікованою продукцією та її виробництвом шляхом перевірок.

Технічний нагляд за сертифікованою продукцією проводиться з метою:

- забезпечення постійної відповідності продукції вимогам, підтвердженням сертифікацією;
- підтримки впевненості зацікавлених сторін у тому, що сертифікована продукція продовжує відповідати зазначеним у сертифікаті відповідності вимогам, і використання знаку відповідності є вірним і правильним;
- попередження виникнення умов, що можуть привести до випуску продукції, що не відповідає вимогам, підтвердженням сертифікацією;
- виявлення причин невідповідностей продукції, встановлених під час проведення технічного нагляду;
- оцінки виконання підприємством умов ліцензійної угоди;
- оцінки виконання підприємством коригувальних заходів;
- з'ясування причин рекламаций та скарг, що надійшли на продукцію.

Будь-яка схема (модель) сертифікації продукції, що випускається серійно, як правило, вміщує заходи технічного нагляду. Про це, орган з сертифікації повідомляє заявника в рішенні за заявкою.

Технічний нагляд проводиться протягом терміну дії сертифіката згідно з умовами ліцензійної угоди на право застосування сертифіката та знака відповідності, яка

© *Багров М.О., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

укладається одночасно з оформленням сертифіката між органом з сертифікації та власником сертифіката, тобто ліцензіатом, якому цей сертифікат видається [2].

Угоду підписує керівник органу з сертифікації та керівник організації-власника сертифіката.

В ліцензійній угоді встановлено права та обов'язки обох провідних учасників процесу сертифікації.

Наприклад, ліцензіат зобов'язується:

- завжди виконувати відповідні положення програми сертифікації, виконувати усі умови сертифікації продукції;

- забезпечувати відповідність випущеної та поставленої продукції усім вимогам нормативних документів на продукцію, що наведені в сертифікаті відповідності, а також зразкам, що пройшли випробування з метою сертифікації;

- створювати усі необхідні умови для провадження оцінювання, зокрема надавати документацію на експертизу та забезпечувати доступ до всіх галузей, зареєстрованих даних (зокрема звіти про внутрішні перевірки);

- забезпечувати безперешкодний доступ представникам, що уповноважені органом з сертифікації продукції, до персоналу, з метою оцінювання (наприклад, випробування, інспектування, оцінювання, повторне оцінювання) і розглядання скарг, а також до усіх дільниць виробництва продукції;

- попередньо сповіщати орган з сертифікації продукції про всі модернізації продукції, зміни в технології виробництва, методах випробувань та контролю, правилах приймання, що намічаються;

- здійснювати намічені модернізації та інші зміни тільки за згодою органу, що видав сертифікат;

- вести облік усіх рекламцій (претензій) на продукцію, яка випускається, та негайно повідомляти про них орган з сертифікації продукції;

- робити заяви, що стосуються сертифікації, тільки у тій сфері діяльності, стосовно якої було надано сертифікацію;

- не використовувати сертифікацію своєї продукції таким чином, щоб завдати шкоду репутації органу з сертифікації і не робити будь-яких заяв про сертифікацію, які орган з сертифікації може розглядати, як несанкціоновані чи такі, що вводять в оману;

- забезпечувати гарантію того, що жоден сертифікат чи звіт або будь-яку їх частину не буде використано, щоб вводити в оману;

- у разі призупинення дії або скасування сертифікації припиняти використання всіх рекламних матеріалів, що містять будь-які посилання на сертифікацію, і повернути на вимогу органу з сертифікації документи з сертифікації;

- посилаючись на свій сертифікат у засобах інформації (документах, брошурах або рекламних матеріалах), дотримуватися вимог органу з сертифікації.

Крім того, ліцензіат має право:

- використовувати знак відповідності за правилами, встановленими органом з сертифікації;

- використовувати інформацію про сертифіковану продукцію з метою реклами і використовувати сертифікат та знак відповідності лише для зазначення того, що продукцію сертифіковано відповідно визначеним стандартам (технічним умовам);

- подавати апеляцію до органу з сертифікації з усіх розбіжностей, пов'язаних з сертифікацією продукції.

У свою чергу, орган з сертифікації зобов'язується:

- виконувати технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції влас-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ними силами або силами уповноважених до виконання цих робіт представників інших організацій з певною періодичністю;

- завчасно, не пізніше, як за шість місяців, інформувати рекомендованим листом (або іншим аналогічним способом) ліцензіата про зміни, що намічаються, чинних нормативних документів, якими встановлені обов'язкові вимоги.

Технічний нагляд проводиться відповідно до конкретної програми, розробленої й оформленої виконавцем, яку затверджує керівник органу з сертифікації.

Програма технічного нагляду розробляють з урахуванням специфіки продукції і в загальному випадку вона може містити:

- перевірку системи внесення змін в документацію;
- перевірку системи вхідного контролю;
- перевірку системи контролю і випробувань технологічних параметрів та готової продукції, у т. ч. на надійність;
- перевірку дотримання вимог технологічних процесів, які можуть вплинути на показники, що підтверджуються під час сертифікації;
- контроль виконання коригувальних заходів;
- вимоги щодо відбору зразків та їх ідентифікації;
- вимоги щодо проведення контрольних випробувань;
- контроль правильності використання сертифіката та знака відповідності;
- перевірку пакування, зберігання та вантажно-розвантажувальних робіт;
- аналіз претензій та рекламацій;
- перевірку виконання умов ліцензійної угоди;
- терміни надання звітів за результатами технічного нагляду в залежності від отриманих результатів;
- права та обов'язки керівника перевірки з урахуванням отримання негативних результатів перевірки;
- можливі варіанти прийняття рішень за результатами технічного нагляду.

Терміни проведення перевірок та конкретні заходи із програми технічного нагляду на кожну перевірку встановлюються в плані технічного нагляду, який складається на період дії сертифіката відповідності.

Технічний нагляд за стабільністю показників, що підтверджені сертифікатом, під час виготовлення продукції здійснюють аудитори або експерти органу з сертифікації, який видав сертифікат. До участі у проведенні технічного нагляду можуть залучатися необхідні фахівці, тобто технічні експерти, для забезпечення вірогідності інформації щодо спеціальних питань контролю.

Діяльність персоналу, що здійснює технічний нагляд, регламентується завданням на проведення технічного нагляду, що визначає заходи з перевірки та підтверджує повноваження персоналу.

Проведення технічного нагляду не знімає відповідальності за випуск невідповідної продукції з підприємства-виробника та його персоналу і не є приводом для переносу такої відповідальності на орган з сертифікації та його персонал.

Юридична відповідальність за якість продукції, що випущена, встановлюється чинним законодавством України [4].

За результатами технічного нагляду складається звіт, який містить усі результати перевірки та висновки щодо дотримання вимог сертифікації.

Умови підтримування сертифікації продукції забезпечуються позитивними результатами виконання заявником процедур технічного нагляду за сертифікованою продукцією та визначених органом з сертифікації коригувальних дій (за потреби).

За результатами технічного нагляду орган з сертифікації продукції може призупинити або скасувати дію ліцензійної угоди та сертифіката відповідності у разі:

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- наявності рекламацій та претензій до сертифікованої продукції;
- невиконання замовником пропозицій органу з сертифікації продукції за результатами технічного нагляду;
- відсутності виробництва сертифікованої продукції протягом більше шести місяців;
- невиконання заявником умов ліцензійної угоди;
- відмови заявника від оплати робіт з технічного нагляду;
- порушення вимог, що ставляться до продукції, технології виготовлення, правил приймання, методів контролю та випробувань, позначення продукції, що узгоджені з органом з сертифікації продукції під час обов'язкової сертифікації;
- зміни конструкції, комплектності або технології виготовлення продукції без попереднього погодження органом з сертифікації продукції.

Рішення щодо призупинення дії ліцензійної угоди та сертифіката відповідності приймається у випадку, якщо вжиттям коригувальних заходів, погоджених органом з сертифікації продукції, підприємство-виробник сертифікованої продукції протягом встановленого терміну може усунути виявлені причини невідповідності та без проведення повторних випробувань акредитованою випробувальною лабораторією підтвердити відповідність продукції вимогам нормативних документів. У протилежному разі ліцензійна угода та сертифікат відповідності скасовуються.

Рішення органу з сертифікації щодо призупинення або скасування дії сертифіката відповідності у письмовій формі направляється власнику сертифіката.

Відновлення дії призупиненого сертифіката відповідності можливе за умови виконання підприємством-виробником протягом встановленого терміну коригувальних заходів щодо усунення виявлених порушень та позитивних результатів контролю їх виконання.

Заявник може опротестувати заходи щодо результатів робіт з технічного нагляду, подавши письмову апеляцію до органу з сертифікації не пізніше одного місяця після одержання повідомлення про прийняте рішення. За сталою практикою сертифікації загальний термін вирішення питань, порушених в апеляції, не може перевищувати сорока п'яти днів.

Подання апеляції не зупиняє рішення органу з сертифікації до розгляду апеляції на засіданні апеляційної комісії.

Всі витрати, пов'язані з технічним наглядом, підлягають оплаті заявником-власником сертифіката на підставі договору між заявником і органом з сертифікації.

Технічний нагляд з метою оцінки виконання підприємством коригувальних заходів або з'ясування причин рекламацій, що надійшли на сертифіковану продукцію, також оплачується заявником-власником сертифіката.

На жаль, на практиці органам з сертифікації часто доводиться стикатись з негативними прикладами поведінки своїх Заявників-ліцензіатів.

Якщо на етапі отримання сертифіката відповідності Заявник сертифікації має пряму зацікавленість у термінах виконання процедур, то на етапі технічного нагляду ступінь зацікавленості Заявника, як правило, значно зменшується або зовсім нівелюється.

Не зважаючи на вимоги ліцензійної угоди стосовно обов'язковості проведення технічного нагляду, деякі Заявники (ліцензіати) вже не проявляють такої активності щодо сертифікації, дотримання термінів, здійснення попередньої оплати заходів технічного нагляду тощо.

Орган з сертифікації вважає такі дії, як необґрунтоване зволікання з боку власника сертифіката процесу виконання технічного нагляду, та змушений вживати відповідні запобіжні заходи, у тому числі, приймати рішення про призупинення або

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

скасування дії ліцензійної угоди та сертифіката відповідності, скорочення терміну дії сертифіката відповідності у разі повторної сертифікації.

Згідно з правилами процедури, про факти призупинення або скасування дії ліцензійної угоди та сертифіката відповідності орган з сертифікації інформує потенційних споживачів, їх тендерні комісії [2], [3].

Висновки.

Описано процедуру здійснення технічного нагляду за сертифікованою продукцією. Визначено права та обов'язки учасників процесу сертифікації (заявника та органу з сертифікації), які, як правило, оговорені ліцензійною угодою. Розглянуто умови призупинення або скасування дію ліцензійної угоди та сертифіката за результатами технічного нагляду органу з сертифікації продукції. Також розглянуто деякі практичні аспекти взаємовідносин між заявником та органом з сертифікації на етапі технічного нагляду за сертифікованою продукцією.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2014 «Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг» (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT), с. 30.
2. ПС 9.15 Порядок проведення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції та атестованим виробництвом. Розробник ДП «УкрНДІВ», 2019. 30 с.
3. ДСТУ 3413-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції. - Режим доступу. – https://dnaop.com/html/43921/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_3413-96 (18.05.2020).
4. Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» ». - Режим доступу. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/124-19> (18.05.2020).

UDK 65.011.54

O.I. Prostak, N.V. Lupitko, M.M. Malysh, O.I. Prostak

USE OF CLOUD TECHNOLOGIES AT THE ENTERPRISE

The article considers the concept of "cloud" technologies or cloud computing, systems of "cloud technologies", the main characteristics of cloud computing, advantages and disadvantages of using cloud computing at the enterprise. Examples of programs that can be used at the enterprise were analyzed. The advantages and disadvantages of using cloud technologies at the enterprise are formulated.

Keywords: cloud technologies, cloud computing, application as a service (SaaS), infrastructure as a service (IaaS), platform as a service (PaaS) private cloud, community cloud.

Articulation of issue. Ensuring the transfer of economic and other data at different enterprises is carried out with a variety of software, communication tools and technologies. In addition the enterprise uses those variants of communication which are available at present at its enterprise. This leads to difficulties in synchronizing different versions of documents, the correct consolidation of numerical data obtained, for example, from different departments, and so on. The solution to this problem of ensuring the reliability and efficiency of data collection can be the use of cloud technology in the work of specialists of the enterprise, which today are increasingly used in this field of human activity.

Analysis of recent researches. The use of cloud technologies is taken care of by both domestic and foreign scientists, they are the subject of discussions for users and specialists in information technology (IT), as well as the business sphere of IT companies. Moreover, practitioners are mainly concerned with technical matters of work and operation, security features, ensuring the confidentiality and safety of data and more. In particular, I.L. Yakovytsky analyzed the software of various suppliers and their implementation in the information infrastructure of the enterprise [1]. Scientists are more concerned with theoretical problems, including inconformity and interpretations of basic concepts. It is noted that companies use mainly e-mail, Internet telephony, exchange of documents over the network, which in our opinion are Internet services than cloud computing in a greater degree.

The following international IT companies "Google", "Amazon.com", "Microsoft" have made a significant contribution to the development and theoretical research of applications in the field of cloud computing.

The use of information technologies is becoming increasingly important in the management of the enterprise. The experience of successful companies proves that effective management of the enterprise is impossible without the management of its information activities and the entire corporate information system.

The use of information technologies in the management of the enterprise is carried out for the purpose of efficient and on-line computer processing of information resources, sto-

© *Prostak O.I., Lupitko N.V., Malysh M.M., Prostak O.I., 2020*

rage of large amounts of economically important information and its transmission at any distance in the shortest possible time. That is, the main task is to optimize the activities of the enterprise based on the use of information technologies. Most importantly, it will save a lot of time for obtaining information and organizing interaction between executive officers. Therefore, the introduction of cloud computing at the enterprise in order to optimize its work is a topical issue today.

The purpose of the article is to analyze cloud technologies, determine the existing advantages and disadvantages of cloud computing in terms of their implementation at the enterprise.

Presenting main material. The first ideas that indirectly concerned what later became cloud computing were in the 70's and 80's. The countdown to the modern history of cloud computing was 2006, when Amazon, which was already one of the largest at the time, presented its web services infrastructure, which was able to provide the user not only hosting but also providing remote computing power to the customer. The innovation was accepted and approved by such giants as Google, Sun and IBM, and in 2008 Microsoft Corporation announced its interest in this area.

Analyzing the literature, you can find many terms and definitions for "clouds", in particular, it is cloud computing, cloud technologies, cloud service.

Consider the basic definitions and terminology:

Cloud technologies are data processing technologies in which computer resources are provided to the Internet user as an online service, one big concept that includes many different concepts that provide services.

Cloud service is a service of providing cloud resources with the help of "cloud computing" technologies.

Cloud computing is hardware-software available to the user via the Internet or a local area network in the form of a service that allows the use of a user-friendly interface for remote access to dedicated resources (computing resources, programs and data). The user's computer serves as an ordinary terminal connected to the Network. Computers that perform cloud computing are called «computing cloud ". In this case, the load between the computers included in the "computing cloud" is distributed automatically.

Cloud computing is a model of providing convenient on-demand network access to a collectively used set of configurable computing resource parameters (e.g. networks, servers, data warehouses, applications, and /or services) that a user can quickly use and free for their tasks while minimizing the number of interactions with the service provider or their own management efforts. This model aims to increase the availability of computing resources and combines five main features, three service models and four deployment models [2].

Thanks to the latest technologies, tending to the cloud has opened the door to alternative applications that have had a huge impact on the way data is processed and managed at the enterprise.

There are the following models of service using the cloud Fig.1:

1. Application as a service (SaaS)

The SaaS concept allows you to use the software as a service and do it remotely over the Internet. This approach allows you not to buy a software product, but simply to use it temporarily when needed. Examples of software as a cloud-based service are Gmail and Google docs.

The SaaS model has a number of advantages over conventional software products [3]:



Figure 1. **Cloud service models**

- The application is provided remotely, through a web interface that allows use it anywhere in the world where there is an Internet connection;
- the service can be used in different operating systems and in any browser;
- one application can be used by several users;
- constant technical support;
- deployment and development of web applications is carried out by powerful computers on the service of the provider;
- reducing the burden on IT professionals;
- providing the opportunity to legally work with software products;
- the ability to significantly reduce the cost of software development and purchase.

2. Infrastructure as a service (IaaS)

In this case, the client's IT specialists receive a virtual infrastructure in which they can deploy their information system. Companies no longer need a local data processing center or local server room. The biggest players in the infrastructure market such as services are Amazon, Microsoft, VMWare, Rackspace and Red Hat. While some offer more than just infrastructure, they share the goal of selling basic computing resources.

3. Platform as a service (PaaS)

Under this cloud-based model, programmers can create their own application systems or offer developed information systems in the cloud. For example, Google Apps provides online business relationships that are accessed through an Internet browser while software and data are stored on Google's servers.

Each model of cloud technology has its differences, which are shown in table 1.

The cloud can be deployed as: private, public, community or hybrid, personal.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

A **private cloud** is a cloud infrastructure that is designed to be used by a single organization that includes multiple users (e.g. departments).

A private cloud can be owned, controlled, and operated either by the organization itself or a third party (or a combination of them). Such a cloud can be physically located both in and outside the jurisdiction of the owner.

Table 1.-The difference between the models of cloud technologies

	Traditional approach	Service approach to management of IT infrastructure		
Install patches and updates throughout the program lifecycle	-	-	-	+
Download user data	-	-	-	+
Installing complex applications with multilevel architecture	-	-	-	+
Installing patches and updates during the Middleware and Runtime lifecycle	-	-	+	+
Installation of additional software, libraries, executable environments: JAVA, .NET (Middleware and Runtime)	-	-	+	+
Installation of patches and updates during the life cycle of the OS	-	+	+	+
OS installation and configuration	-	+	+	+
Installation and configuration of virtualization	-	+	+	+
Allocation of network resources (physical ports, VLAN, IP addressing)	-	+	+	+
Allocation of resources, storage systems	-	+	+	+
Allocation of the physical server	-	+	+	+

Note: "+" - supports, "-" - does not support.

The public cloud is a cloud infrastructure that is designed for free use by the general public. The public cloud may be owned, controlled and operated by commercial or governmental organizations (or a combination them).

The public cloud is under the jurisdiction of the cloud service provider. A community cloud is a cloud infrastructure that is designed to be used by a specific consumers' community of organizations that share common goals (such as mission, security requirements, policies, and compliance with various requirements). The public cloud may be jointly owned, controlled, and operated by one or more community organizations or a third party (or a combination of them). Such a cloud can be physically located both in and outside the jurisdiction of the owner.

A **hybrid cloud** is a cloud infrastructure that consists of two or more different cloud infrastructures (private, community, or public) that remain unique entities but are interconnected by standardized or private technologies that enable data and application transmis-

sion programs (for example, the use of public cloud resources to balance the load between the clouds).

In general, the hybrid cloud is very popular among consumers of cloud services. Such cloud environments are designed to meet specific technological and business needs: they combine an acceptable level of security and confidentiality with cost minimization.

Here are the reasons why cloud computing can benefit any organization that wants to use enterprise programs:

- Free service. One of the most expensive features of a traditional server installation is support for software updates and security updates. Most companies have to hire IT staff to manage regular server maintenance. Instead, cloud computing services manage all maintenance and upgrades, giving the company the ability to focus on doing its business;

- Increased security. While some business owners fear that cloud computing poses a security threat, this is not the case. Many "cloud" vendors are developing strong security measures, and may be equipped with frequent security updates as they service for many customers. Without the use of cloud solutions, backups are usually done once a day. In the case of a hardware failure, data may be lost. When using cloud computing, backup is performed in real time or at certain intervals, resulting in practically no data loss in the event that something happens to the infrastructure;

- Easy access to data.

Having constant access to company data is very important for any business.

As long as the user is connected to the Internet, cloud computing provides instant access to data at any convenient time.

As more companies prefer remote systems for their enterprise applications, cloud computing will eventually become a way of life for many.

Considering the advantages of "cloud" computing, it is worth mentioning the disadvantages associated with the transition to "clouds". The most significant of them is the threat to information security. In conditions of severe competition, most companies are afraid of data leaks from the network of the "cloud" provider due to interception of information, loss of control over data and applications, inability to destroy data, actions of insiders on the provider or other users of the "cloud". You can use data encryption or depersonalization for protection. It is necessary to encrypt not only the data stored by the provider, but also the communication channel with him. However, decisions that would effectively protect data in the "cloud" have not yet been made.

Another disadvantage is the binding of "cloud" technology to a particular service provider, failures on the part of the provider, failure of the administration interface, bankruptcy and takeover of the operator. Companies are not afraid of these events in vain, as it can bring significant financial loss to their business [4].

Other risks include loss of connection to the provider's network, DDoS attacks, and loss of compliance with regulatory requirements. These risks can be reduced by properly drawing up a Service Level Agreement (SLA), which will allow compensation of some losses. Regulatory requirements may change over time, and the Law on Personal Data makes cloud computing completely unusable in practice.

However, in some cases, the cloud system can be made even more secure than traditional architecture by sharing responsibilities and making the right arrangements.

First of all, it is, of course, the complete dependence of the user on the Internet connection. Without the Internet, everything disappears at once - letters, documents, contacts, games, scheduled tasks, set alarms, and so on. And, of course, the price of error increases. If the manufacturer has any failure, he risks losing or making public all the data. For example, Magnolia, a bookmarking service, lost all its data in 2009. It can't be said that the

probability of this is higher than the breakdown or loss of a user's laptop, but just the scale of the disaster can be really large.

The user is not the owner and does not have access to the internal cloud infrastructure. The storage of user data depends on the provider company. Specify some disadvantages:

- the disadvantage is relevant for Ukrainian users: to receive quality services, the user must have reliable and fast access to the Internet;
- absence of accepted standards in the field of cloud technologies security.

An example of the application of cloud technologies in the automation of enterprise management is Microsoft's solution for creating a private cloud designed to implement the service model Infrastructure as a Service based on the company's own IT resources.

The model involves the consolidation of available resources: servers, storage resources, network resources and software assets. Several consumers (for example, several different enterprises or several divisions of one enterprise) can share consolidated resources, which increases the efficiency of investment in hardware and software. Consolidation of resources is usually implemented using different virtualization technologies, such as virtualization of servers, networks, storage systems, applications, etc. Typically, in addition to the company's existing resources in the process of creating a private cloud requires additional equipment needed to prepare a reliable scalable hardware infrastructure, which includes servers, network devices and storage systems.

The size of private clouds varies greatly depending on the number of loads that are expected to be placed on them. Minimum settings include 4-5 physical servers running an average of 40-50 virtual machines. Corporate private clouds have hundreds of servers and thousands of virtual machines.

At the heart of the private cloud based on Microsoft solutions are the following principles:

- Elasticity and range - the ability to expand the resource base with additional equipment and predict such a need;
- Continuous availability - guaranteed availability of all resources, which is achieved through the automation of control and management systems of the infrastructure and the prevention of any failures associated with equipment wear, sudden changes in load, etc;
- Security and identification - flexible control of access to physical and virtual machines, information and applications in the data processing center. Thanks to the use of such a user identification platform, secure access to IT resources from a variety of devices is done.

In addition, the features of Microsoft's private cloud are the availability of tools to automate all aspects of cloud infrastructure maintenance. It is also worth saying about the focus on applications, which allows you to track the status and manage complex multi-tier applications, rather than just virtual machines. A significant advantage is interoperability - support for operating systems, hypervisor, control systems and applications from other developers. From a business point of view, Microsoft's private cloud is attractive due to the low cost of acquisition and ownership, as well as the lack of additional costs with increasing load density.

Finally, it should be noted that despite the fact that cloud technologies have recently begun to be used in Ukraine, global trends are moving forward. Thus, according to PwC's head of global business and innovation practice, Vicki Huff Eckert, "most companies have laid the foundation for technology development by investing in areas such as social networking, mobile, analytics and cloud technologies [5]."

Conclusion.

As a result of the review of models and types of cloud computing, the main advantages and disadvantages of use are specified and an example of application of cloud technologies in automation of enterprise management is given. Concerns about data security and the legal aspects of using cloud services may be the main reasons why companies do not use cloud computing.

In order to promote the use of cloud computing at enterprises of Ukraine, we can offer the following:

1) in the scientific environment: popularization of the advantages of the use of cloud technologies by enterprises through the organization of scientific conferences, publication of scientific and popular scientific articles; conducting research related to various aspects of the application of cloud computing in the economic activities of enterprises.

2) in the didactic process: introduction into the educational process of subjects related to the use of cloud services. Such subjects can be, for example, "Information and communication technologies", "Information management when using cloud services" and so on.

3) at the state level: modernization and adaptation of the regulatory framework taking into account appearance of new information and communication technologies; development of appropriate standards for unification of data protection when using cloud technologies; providing funding for specialized research in the field of cloud technologies [6].

Thus, cloud technologies play an important role not only in ensuring the operation and management of the enterprise, which can significantly reduce the cost of using licensed programs, but also for the ordinary user, providing free space to store files and access them anywhere, and use different programs and applications.

REFERENCES

1. Yakovitsky IL Technology of "cloud computing" as a tool for creating information management infrastructure // Public utilities of cities. Ser.: Economic Sciences. - 2012. - Issue 102.- P. 320-327.
2. Basic concepts of cloud technologies [Electronic resource]. - Access mode: [https://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/\(19.03.2020\)](https://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/(19.03.2020)).
3. Use of cloud technologies in modern systems of automation of enterprise management process [Electronic resource]. - Access mode: http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/4631/1/46_2013-263-268.pdf (23.04.2020).
4. Cloud technologies. Advantages and disadvantages. [Electronic resource]. - Access mode: <https://valtek.com.ua/ua/system-integration/it-infrastructure/clouds/cloud-technologies> (23.04.2020).
5. Megatrend of technological development as a stimulus for innovation in business [Electronic resource] // PWC. - Access mode: <http://www.pwc.com/ua/uk/survey/2016/emerging-technologymegatrend.html> (18.03.2020).
6. Accounting in the "cloud": the order of transition and adaptation of the information system of the enterprise [Electronic resource]. - Access mode: <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7143/%d0%92%d0%be %d0%bb%d1%8c%d1%81% d1% 8c% d0% ba% d0% b0% 2c% d0% 94% d0% b8% d0% ba% d0% b8% d0% b9.pdf? sequence = 1 & isAllowed = y> (23.04.2020).

ЛІТЕРАТУРА

1. Яковицький І.Л. Технологія «хмарних обчислень» як інструмент створення інформаційної інфраструктури управління // Комунальне господарство міст. Сер.: Економічні науки. – 2012. – Випуск 102. – С. 320-327.
2. Основні поняття хмарних технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/\(19.03.2020\)](https://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohij/(19.03.2020)).

3. Використання хмарних технологій в сучасних системах автоматизації процесу управління підприємством [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/4631/1/46_2013-263-268.pdf (23.04.2020).
4. Хмарні технології. Переваги і недоліки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://valtek.com.ua/ua/system-integration/it-infrastructure/clouds/cloud-technologies> (23.04.2020).
5. Мегатенденція технологічного розвитку як стимул інновацій у бізнесі [Електронний ресурс] // PWC. – Режим доступу : <http://www.pwc.com/ua/uk/survey/2016/emerging-technology-megatrend.html> (18.03.2020).
6. Бухгалтерський облік у «хмарі»: порядок переходу та адаптації інформаційної системи підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7143/%d0%92%d0%be%d0%bb%d1%8c%d1%81%d1%8c%d0%ba%d0%b0%2c%d0%94%d0%b8%d0%ba%d0%b8%d0%b9.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (23.04.2020).
7. d0%92%d0%be%d0%bb%d1%8c%d1%81%d1%8c%d0%ba%d0%b0%2c%d0%94%d0%b8%d0%ba%d0%b8%d0%b9.pdf?sequence=1&isAllowed=y (23.04.2020).

О.І. Простак, Лупітько Н.В., Малиш М.М., Простак О.І.

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДПРИЄМСТВІ

У статті розглядається поняття «хмарних» технологій чи хмарних обчислень, системи «хмарних технологій», основні характеристики хмарних обчислень, переваги та недоліки використання хмарних обчислень на підприємстві, Проаналізовано приклади програм, що можуть бути використані на підприємстві. Сформульовано переваги та недоліки використання хмарних технологій на підприємстві.

Ключові слова: хмарні технології, хмарні обчислення, додаток як сервіс (SaaS), інфраструктура як сервіс (IaaS), платформа як сервіс (PaaS) приватна хмара, публічна хмара.

УДК 629.463.001.63

В.О. Шушмарченко, В.В. Федоров, А.М. Стринжа, Д.В. Федосов-Ніконов

ЩОДО ПИТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВАГОНІВ - ЦИСТЕРН ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

В останні роки відзначається стійка тенденція збільшення обсягів перевезень залізничним транспортом небезпечних вантажів. Наявність справного рухомого складу і його задовільні техніко - економічні параметри безпосередньо впливають на ефективність використання рухомого складу для забезпечення вантажоперевезень та безпеку руху.

У найближчі п'ять років під списання потрапить приблизно 40-45% вагонів-цистерн, які призначені для перевезення небезпечних вантажів. У той же час значна частина цього парку, незважаючи на закінчення призначеного терміну служби, є задовільною за своїми техніко-економічними характеристиками та може експлуатуватися. Для продовження терміну служби необхідно визначення остаточного ресурсу вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів. Визначається остаточний ресурс несучих частин та самої цистерни за декількома критеріями оцінки. Аналіз теоретичних досліджень в області продовження термінів служби вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів та накопичений багатий досвід діагностування технічного стану таких вагонів дозволив удосконалити алгоритм проведення випробувань та діагностування їх технічного стану.

Діагностування технічного стану вагонів проводиться відповідно до «Положення про продовження термінів служби вантажних вагонів, які курсують в міжнародному сполученні» [1], затвердженого на засіданні Ради по залізничному транспорту країн СНД, Грузії, Литовської, Латвійської і Естонської республік (протокол № 52 від 13-14 травня 2010 року). Цим документом встановлюється порядок продовження терміну служби вантажних і рефрижераторних вагонів держав - учасниць Угоди про спільне використання вантажних і рефрижераторних вагонів в міжнародному сполученні, призначений термін служби яких закінчується або закінчився. Основним критерієм встановлення можливості продовження терміну служби вантажних і рефрижераторних вагонів є наявність у них залишкового ресурсу (або можливості його відновлення), що оцінюється шляхом проведення технічного діагностування. Збільшення призначеного терміну служби вантажних вагонів, обумовлює необхідність проведення низки досліджень, найважливішою складовою частиною яких є обстеження технічного стану вагонів в експлуатації, а також обґрунтування можливості такого продовження шляхом проведення контрольних (ресурсних) випробувань конструкції вагона.

© *Шушмарченко В.О., Федоров В.В., Стринжа А.М., Федосов-Ніконов Д.В., 2020*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Вирішення питання щодо продовження терміну служби вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів вимагає розробки методики, яка має на увазі проведення досліджень, що включають збір і первинну обробку інформації про технічний стан вагонів, обробку та аналіз отриманої інформації, визначення показників надійності, дослідження залежності корозійної стійкості матеріалу від часу експлуатації, оцінку залишкового ресурсу конструкції вагона. Критерієм оцінки залишкового ресурсу вагона є вичерпання конструкцією несучої здатності. Вибір оціночного показника для визначення залишкового ресурсу проводиться виходячи з результатів діагностування вагона. Одним з головних показників для визначення залишкового ресурсу є межа витривалості. Вихідним співвідношенням для визначення терміну служби несучих елементів конструкції вагона є вираз [2], [3]:

$$n = \frac{\sigma_{a,N}^u}{\sigma_3}, \quad (1)$$

де n – коефіцієнт запасу втомної міцності;

$\sigma_{a,N}^u$ – розрахункова межа витривалості при симетричному циклі напружень, наведеної до бази випробувань $N = 10^7$, отриманої на основі проведення стендових вібраційних випробувань несучих елементів, МПа; [3];

σ_3 – еквівалентне розрахункове експлуатаційне напруження, наведене до напруження симетричного циклу і бази випробувань $N = 10^7$, МПа;

$[n]$ – допустимий коефіцієнт запасу опору втоми.

Межа витривалості натурної деталі [2]:

$$\sigma_{a,N}^u = \bar{\sigma}_{a,N}^u (1 - z_p v_{\sigma_{a,N}}), \quad (2)$$

де $\bar{\sigma}_{a,N}^u$ – медіанне значення межі витривалості деталі, МПа;

z_p – квантиль розподілу за ймовірності $P = 0,95$;

$v_{\sigma_{a,N}}$ – коефіцієнт варіації межі витривалості деталі, прийняте для сталей рівним 0,07.

При визначенні межі витривалості натурних деталей шляхом проведення вібраційних випробувань використовується формула [2]:

$$\bar{\sigma}_{a,N}^u = \sqrt[m]{\frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^k \sigma_{ui}^m n_{ui}}, \quad (3)$$

де $\sigma_{a,N}^u$ – межа витривалості натурних деталей, що визначається в результаті стендових вібраційних випробувань, МПа;

$m = 4$ – рекомендоване значення показника ступеня кривої втоми елементів вагона;

σ_{ui} – величини напружень, отриманих в процесі вібраційних випробувань і приведених до еквівалентних симетричним, МПа;

n_{ui} – кількість циклів навантаження, реалізоване на i -ому інтервалі;

k – кількість інтервалів навантаження.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Згідно нормативної документації вплив асиметрії циклів динамічних напружень на накопичення втомних пошкоджень в конструкції не враховується, тому приймається $\sigma_{ui} = \sigma_{ua_i}$.

Разом з тим, для проведення перевірного розрахунку коефіцієнта запасу опору втоми і оцінки залишкового ресурсу, вплив асиметрії циклів навантаження враховується шляхом його приведення до амплітуд еквівалентних симетричних циклів з використанням ідеалізації Гудмана діаграми граничних амплітуд циклів і приведення їх до еквівалентної амплітуд симетричного граничного циклу за подобою амплітуд [4]:

$$\sigma_{\sigma_i} = \frac{\sigma_{ua_i}}{(1 - \sigma_{um_i} / \sigma_{\sigma})}, \quad (4)$$

де σ_{ua_i} – амплітуди динамічних напружень, отримані в процесі випробувань, МПа;

σ_{um_i} – амплітуди постійних складових напруг, реалізованих в процесі випробувань, МПа;

σ_{σ} – межа міцності елемента рівна межі міцності матеріалу, МПа.

Розрахункові величини амплітуд динамічних напружень визначаються за формулою [2]:

$$\sigma_{\sigma} = \sqrt{\frac{T_p f_{\sigma} d_{\sigma}}{N_0}}, \quad (5)$$

де T_p – сумарна дія експлуатаційних навантажень, с;

f_{σ} – центральна (ефективна) частота процесу зміни динамічних напружень, Гц;

d_{σ} – питома напружування несучої конструкції (визначає відмінність умов експлуатації однотипних несучих елементів).

Ефективна частота зміни динамічних напружень визначається за формулою [2]:

$$f_{\sigma} = \frac{a}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{f_{cm}}}, \quad (6)$$

де a коефіцієнт, що дорівнює: $a = 1,1$ та $a = 1,6$ відповідно для кузова вагона і обрешетених частин візка;

$g = 9,81$ – прискорення вільного падіння, м/с²;

f_{cm} – статистичний прогин вагона, м.

Величина T_p згідно з діючими нормативами обчислюється за формулою [2]:

$$T_p = 3600 \cdot T_k \cdot \frac{L_{\sigma}}{V}, \quad (7)$$

де T_k – проектний (календарний) строк служби вагона, р;

L_{σ} – середньорічний пробіг вагона, км;

V – середня технічна швидкість руху вагона, м/с.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Оцінка ресурсу елемента за критерієм втомної довговічності при багатоциклових динамічних навантаженнях здійснюється за формулою [2]:

$$T_k = \frac{\left(\frac{\sigma_{a,N}}{[n]} \right) \cdot N_0}{Bf_{\sigma} d_{\sigma}}, \quad (8)$$

де питоме напруження d_{σ} визначається відповідно до формули [2]:

$$d_{\sigma} = \sum_{j=1}^n K_{y_{\sigma_j}} \sum_{i=1}^{k_{\sigma_j}} P_{v_i} \sum_{\sigma_{\sigma_i}} \sigma_{\sigma_i}^m P_{\sigma_i}, \quad (9)$$

де $K_{y_{\sigma_i}}$ – середня частка протяжності прямих ($i=1$), кривих ділянок колії ($i=2$) та стрілочних переводів ($i=3$) в загальній довжині залізничних ліній;

P_{v_i} – частка часу, що припадає на експлуатацію в i -ому інтервалі швидкостей;

σ_{σ_i} – рівень (розряд) амплітуди динамічних напружень, МПа;

P_{σ_i} – частість (ймовірність) появи амплітуд напружень з рівнем σ_{σ_i} в i -ому інтервалі швидкостей руху вагона, 1/МПа.

Довговічність конструкції вагона визначається за формулою (8), в якій коефіцієнт запасу приймається рівним одиниці ($[n]=1$), а залишковий ресурс – як різниця довговічності і призначеного технічною документацією терміну служби.

Однак, крім визначення остаточного ресурсу, згідно вимог правил по перевезенню небезпечних вантажів, корпус цистерни та її обладнання повинні пройти перевірки, що дозволять видавати сертифікати відповідності, перевірку модифікації цистерни та її вихідного зразку, проміжні, періодичні та позапланові перевірки (за необхідності).

Працівниками ДП «УкрНДІВ» була розроблена «Типова програма та методика перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом» [5]. Різноманітність моделей котлів цистерн, призначення і технічних характеристик обумовило необхідність проведення аналізу парку вагонів-цистерн, уточнення необхідних обсягів випробувань та удосконалення алгоритму проведення випробувань і технічного діагностування відповідно до призначення вагонів-цистерн. Проведений аналіз парку та технічного стану вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів, показав, що основну частину парку складають вагони-цистерни:

- для перевезення пропану моделі 15-1407;

- для перевезення пропан-бутану моделей 15-1519, 15-1780;

- для перевезення аміаку моделей 15-1408, 15-1408-01, 15-1408-02, 15-1440, 15-1597;

- для перевезення хлору моделей 15-1409, 15-155.

Зовнішній вигляд вагонів-цистерн для перевезення нафтопродуктів зображено на рисунку 1.

Основні елементи конструкції перелічених вище вагонів-цистерн, такі як хребтові і шворневі балки та котли, часто не мають критичних пошкоджень, в тому числі і неприпустимого корозійного зносу. Виключати з інвентарного парку такі вагони, тобто відправляти їх в металобрухт при існуючих цінах на нові вагони, було б щонайменше недоцільно. Ці вагони-цистерни знаходяться, у більшості випадків, в задо-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рисунок 1. Вагони-цистерни для перевезення нафтопродуктів моделі 15-9993 та моделі 15-776

вільному технічному стані. Роботи щодо продовження строку служби вагонів-цистерн проводилися ще починаючи з 90-х років минулого століття [6]. Основні технічні характеристики вагонів-цистерн наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. – Технічні характеристики вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів

Модель	Призначення	Матеріал кузову	Тара, т мін макс	Вантажо- підем- ність, т	Об'єм, м ³	Діаметр котла внутріш- ній, мм	Строк служ- би	
15-1407	Для пропану	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	34,6 36,7	22,9	54,0	2600	40	
15-1408	Для аміаку		32,3 36,7	30,7	54,0	2600	20	
15-1408 01			32,5 34,5	31,2	55,0	2600	40	
15-1408 02			32,4 32,4	31,2	54,8	2600	40	
15-1440			32,0 33,5	30,7	54,0	2600	20	
15-1597			35,7 38,8	43,0	76,0	3000	40	
15-1409			Для хлору	28,9 30,7	47,6	38,7	2200	24
15-1556				27,2 30,0	57,5	46,0	2400	24
15-1519				Для пропану	34,8 38,8	46,0	75,7	3000
15-1780			Для бутану	34,8 36,8	52,1	83,8	3200	40
15-1443			Для нафто- продуктів	23,2 24,8	67,0	73,1	3000	32
15-1547	24,8			68	85,6	3200	32	

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Після проведеного аналізу парку та технічного стану вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів розроблено алгоритм перевірки для видачі сертифікату відповідності. Перевірка повинна проводитись у відповідності з наступними пунктами:

1. Перевірка документів.
2. Перевірка розрахункових технічних даних.
3. Перевірка внутрішньої частини цистерни.
4. Перевірка зовнішньої частини цистерни.
5. Гідравлічне випробування тиском.
6. Випробування на герметичність.
7. Визначення місткості.
8. Перевірка рами та іншого конструкційного обладнання пересувних цистерн та контейнерів-цистерн.
9. Протоколи випробувань, сертифікати.
10. Маркування.

Кожний пункт включає декілька підпунктів. Даний алгоритм перевірки детально наведений у роботі [5].

Для безпечного виконання робіт з котлами цистерн при технічному діагностуванні використовують газоаналізатори різних типів. На рисунку 2 наведений газоаналізатор ФП 11.2 к з датчиком та його основні технічні характеристики.

Рисунок 2. Газоаналізатор ФП 11.2 к з датчиком та його основні технічні характеристики

	<p>Технічні характеристики ФП 11.2 к: Маса, габарити: <u>маса, г. габарити, мм.</u> без штанги заірної 430 185 x 60 x 35 Діапазон робочих температур, °С: від -30 до +50 Час автономної роботи, ч.: 8 Час виходу на 90% значення показань, с., не більше: 15 Номінальна продуктивність мікронасоса, л / хв., не менше: 0,3 Діапазони вимірювання, показань: <u>вимірювання, % показань, %</u> об'ємна частка СН4 0 - 2,50 0 - 5,00 об'ємна частка С3Н8 0 - 1,00 0 - 2,00 Поріг спрацьовування сигналізації: <u>поріг, % межа похибки, %</u> об'ємна частка СН4 1 ± 0,05 об'ємна частка С3Н8 0.4 ± 0,02 Межі основної та додаткової абсолютної похибки вимірювання: об'ємна частка СН4 ± 0,25 ± 0,05 об'ємна частка С3Н8 ± 0,10 ± 0,02 Час прогріву, с., не більше: 20</p>
---	---

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Перед початком обстеження котлів цистерн всередині проводять замір остатків парів. Тільки після підтвердження відсутності парів, або незначної їх концентрації проводять огляд та заміри всередині котла цистерн.

Газоаналізатори відрізняються по принципу дії: універсальні газоаналізатори призначені для визначення декількох парів небезпечних речовин зі змінними датчиками, також існують газоаналізатори розраховані для визначення 1-го найменування пару. Основними типами газоаналізаторів, що використовуються при обстеженні вагонів-цистерн працівниками ДП «УкрНДІВ» є газоаналізатори типа ФП різних модифікацій з датчиками.

Висновки:

✓ Проведено аналіз стану парку вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів. За результатом аналізу встановлено, що найбільшу кількість вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів складають вагони-цистерни для перевезення нафтопродуктів.

✓ Удосконалено методику диференційованої оцінки залишкового ресурсу кожного вагона як з використанням результатів ресурсних випробувань, так і фактичних геометричних параметрів несучих елементів.

✓ Проведено аналіз конструктивних особливостей вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів та наведено технічні характеристики основних типів вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів.

✓ Можливо отримувати прогнозовану граничну оцінку залишкового ресурсу по групі вагонів-цистерн, виходячи з фактичного ресурсу вагона-аналога за коефіцієнтами запасу опору втомі елементів конструкції.

✓ Наведено основні стадії перевірки вагонів-цистерн для видачі сертифіката відповідності та продовження терміну експлуатації.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Положення про продовження термінів служби вантажних вагонів, які курсують в міжнародному сполученні». Затверджені протоколом № 52 від 13-14 травня 2010 р., 26 с.
2. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г.
3. РД 24.050.37.95. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества : М., 1995 г. -101 с.
4. Когаев В.П Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени / В. П. Когаев – М. : «Машиностроение», 1977. – 232 с.
5. ТПМ 4.3.00751 «Типова програма та методика перевірки цистерн для перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом», ДП «УкрНДІВ», 2019, 41 с.
6. Исследования, разработка и обоснование рекомендаций по увеличению назначенного полного срока службы вагонов цистерн моделей 15-1406 15-1404, 1408 эксплуатационного парка ПО «Ангарскнефтеоргсинтез: отчет о НИР (этап 2) / ГП «Украинский научно- исследовательский институт вагоностроения»; рук. Лагута В. С., исп. Донченко А. В., Водяников Ю. Я. – Кременчуг, 1992 г. – 220 с – № ГР 01910039382, инв. № 638.

Наукове та науково-виробниче видання

**Збірник наукових праць
«Рейковий рухомий склад»
«Railbound rolling stock»**

*Державного підприємства «Український
науково-дослідний інститут вагонобудування»*

Випуск 20

(українською, англійською та російською мовами)

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серії
КВ № 23892-13732Р від 19.04.2019 р., видане Державною реєстраційною службою
України

Статті друкуються мовою оригіналу.

Головний редактор: Сафронов О.М.
Відповідальний за випуск: Гладких І. В.
Комп'ютерна верстка: Лупітько Н.В.

Підписано до друку 23.06.2020 р.
Формат паперу 60x84 ¹/₈ Умовн. друк. арк. 10,7 Тираж 100 пр.

Видавництво ДП «УкрНДІВ»
Адреса редакції, видавця:
вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621
www.ukrndiv.com.ua