

УДК 629.463.001.63

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ВАГОНА-ЦИСТЕРНИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Кельріх М.Б., Брайковська Н.С., Фомін О.В., Прокопенко П.М.

THEORETICAL CHARACTERISTICS OF TANK-CARS ATION TESTS FOR CARRIAGE OF DANGEROUS CARGOES

Kelrich M., Braykovskaya N, Fomin O., Prokopenko P.

За останні роки відбулося значне старіння експлуатаційного парку вантажних вагонів, т.ч. вагонів-цистерн для перевезення особливо небезпечних вантажів. На даний час на мережі залізниць України перебувають в експлуатації вагони-цистерни з терміном служби, який перевищує встановлений заводом-виробником та продовжений термін служби. Аналіз технічного стану вагонів-цистерн після проведення планових видів ремонту показує, що значна їх частина знаходиться в задовільному стані. Для вирішення питання про можливість подальшої безпечної експлуатації з вичерпаним терміном служби проводиться їхнє технічне діагностування та контрольні випробування

Ключові слова: вагон-цистерна, ударні випробування, аварійні випробування, пошкодження, герметичність, продовження строку експлуатації.

Вступ. За останні роки відбулося значне старіння експлуатаційного парку вантажних вагонів, т.ч. вагонів-цистерн для перевезення особливо небезпечних вантажів. На даний час на мережі залізниць України перебувають в експлуатації вагони-цистерни з терміном служби який перевищує встановлений заводом-виробником та продовжений термін служби. Для вирішення питання про можливість подальшої безпечної експлуатації з вичерпаним терміном служби проводиться їхнє технічне діагностування та контрольні випробування.

Аналіз технічного стану вагонів-цистерн після проведення планових видів ремонту показує, що значна їх частина знаходиться в задовільному стані. Через недостатнє фінансування придбання нових вагонів для забезпечення безперебійного виконання вантажних перевезень залізничним транспортом актуальним залишається завдання проведення робіт щодо дослідження з визначення залишкового ресурсу та можливості продовження безпечної експлуатації вагонів-цистерн для перевезення особливо небезпечних вантажів.

Постановка проблеми. Необхідно сформулювати необхідність проведення даних контрольних випробувань вагонів-платформ

Проаналізувавши парк та технічний стан вагонів-цистерн для перевезення особливо небезпечних вантажів, встановлено, що основну частину парку складають вагони-цистерни моделі 15-1407 – для перевезення пропану, 15-1408, 15-1408-01, 15-1408-02, 15-1440, 15-1597, 15-1619 – для перевезення аміаку, 15-1409, 15-1556 – для перевезення хлору, 15-1519, 15-1780 – для перевезення пропану-бутану, та вони знаходяться в гарному технічному стані. Вище перелічені вагони-цистерни конструктивно відрізняються один від одного такими ознаками: матеріал з якого виготовляється котел цистерни, діаметр котла, кількість обичайок в котлі, захисним обладнанням днища котла від пошкоджень під час аварій та захистом арматури котла.

Мета статті. Висвітлення теоретичних та практичних особливостей проведення технічного діагностування, контрольних випробувань та випробувань з імітацією аварійних ситуацій вагонів-цистерн для перевезення особливо небезпечних вантажів.

Аналіз літературних даних. Сучасні дослідження, присвячені питанням зниження вартості вантажних вагонів та зокрема, стаття [4] присвячена висвітленню запропонованих інновацій для конструкцій піввагонів «залізничного простору 1520 мм» і особливостей їх проектування, однак в ній обмежено представлені можливості застосування таких інновацій для вагонів. Автори роботи [5] відображають певні ними перспективні напрямки конструювання кузовів залізничних напіввагонів з метою поліпшення техніко-економічних показників, але не розкривають економічного потенціалу ділового використання спеціального дорогого вагонного прокату немірної довжини. Так, в роботі [8] описані характерні риси та результати динамічних характеристик вагонів-платформ. А робота [9] присвячена представленню запропонованих методів визначення динамічних характеристик для різних виконань несучих вагонних конструкцій. Ряд сучасних публікацій присвячені конструкціям вантажного ва-

гонобудування нового покоління, які спроектовані з використанням передових матеріалів та технологій. Наприклад, в [6] автори відображають результати комп'ютерного моделювання прототипу вантажного вагона з основними несучими елементами, виконаними без надлишкових зв'язків. В роботі [7] представлені особливості запропонованих авторами інновацій в модулі ходової частини, також відображено їх вплив на модуль кузова але без урахування варіації його виконань. У статті [8] опубліковані результати робіт з генерування перспективних конфігурацій профілів, які можуть бути використані у виробництві різних видів рухомого складу. Але автори не пропонують даних про можливість створення перспективних профілів в стикованих по довжині виконаннях. Робота [10,12] висвітлює запропоновані методи аналізу залізничних конструкцій майбутнього і способи розширення їх функціональності, проте в ній, так само як і в статті [6], відсутні дані про підвищення ділової функціональності немірних спеціальних профілів. Також важливу роль в сучасному вагонобудуванні грають відповідні підходи в проектуванні, наприклад в статті [11] представлений розроблений методологічний апарат для прийняття оптимальних рішень. Але він так само не надає вичерпних можливостей щодо формування оптимальних по довжині і конфігурації зчленованих балок. У роботах [13, 14, 15] представлені особливості та результати проведених досліджень з визначення конструктивних складових вантажних вагонів для створення спрямованого напружено-деформованого стану (на основі принципу попередніх напружень). Роботи [16,17] відображають результати впровадження круглих труб в конструкцію вантажного вагона та дослідження міцності несучої конструкції кузова напіввагона при перевезенні на залізничному поїзді. З урахуванням вищесказаного можна зробити висновок, що результати аналізу інформаційних джерел з досліджуваного питання свідчать про відсутність достатніх методичних і практичних матеріалів про випробування та технічне діагносту-

вання вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів, особливо в умовах аварійних ситуацій.

Аварійна ситуація (особлива ситуація) – ситуація, що виникає в процесі перевезення внаслідок технічної несправності (відмов) частин залізничної транспортної системи або виникнення екстремальних зовнішніх чинників чи їх поєднань і яка характеризується порушенням дієздатності системи, або створення небезпечних умов експлуатації. Прикладами аварійних ситуацій можуть бути: удар автотягача в днище котла цистерни, саморозчеп вагонів, підвищення тиску в котлі цистерни вище робочого та інше.

Результати досліджень.

Основну частину парку вагонів-цистерн для перевезення особливо небезпечних вантажів складають вагони-цистерни моделі 15-1407 – для перевезення пропану, 15-1408, 15-1408-01, 15-1408-02, 15-1440, 15-1597– для перевезення аміаку, 15-1409, 15-1556 – для перевезення хлору, 15-1519, 15-1780 – для перевезення пропану-бутану, їхні технічні характеристики наведені в таблиці 1.

Досвід експлуатації залізничного транспорту показує, що значна частина аварійних ситуацій на залізничних коліях пов'язана з вагонами-цистернами, які перевозять рідкі вантажі широкого асортименту, в тому числі скрапленний газ, нафтопродукти, концентровані кислоти, токсичні та вибухонебезпечні продукти хімічного походження. Частіше такі аварії супроводжуються наїздом вагона на вагон та перекиданням цистерн, в результаті чого може відбутися порушення цілісності котла (пробоїна днища, пошкодження горловини для наливу вантажу, розрив обичайки в зоні з'єднання котла з рамою та ін.) і витікання екологічно небезпечного вантажу. Для більшості аварійних ситуацій, які виникають при сходженні вагона з рейок, наїзді вагона на вагон або перешкоди характерним являється саморозчеплення вагонів і удар автотягачем сусіднього вагона або його довгим вантажем в днище котла цистерни (рис.3).

Таблиця 1

Основні технічні характеристики вагонів-цистерн

Модель	15-1407	15-1408	15-1408-01	15-1408-02	15-1440	15-1597	15-1409	15-1556	15-1519	15-1780
Призначення	Для пропана	Для аміаку	Для аміаку	Для аміаку	Для аміаку	Для аміаку	Для хлору	Для хлору	Для пропана	Для бутана
Матеріал кузова	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12	09Г2С, 09Г2Д, 09Г2, 09Г2СД-12
Тара, т min max	34,6 36,7	32,3 36,7	32,5 34,5	32,4 32,4	32,0 33,5	35,7 38,8	28,9 30,7	27,2 30,0	34,8 38,8	34,8 36,8
Вантажо- підємність, т	22,9	30,7	31,2	31,2	30,7	43,0	47,6	57,5	46,0	52,1
Об'єм, м ³	54,0	54,0	55,0	54,8	54,0	76,0	38,7	46,0	75,7	83,8
Діаметр котла внутрішній, мм	2600	2600	2600	2600	2600	3000	2200	2400	3000	3200
Рік постановки на вироб- ництво	1962	1963	1992	1995	1978	1989	1964	1974	1990	2010
Строк служби	40	20	40	40	20	40	24	24	40	40



Рис. 1. Вагон-цистерна моделі 15-1408-02



Рис. 2. Вагон-цистерна моделі 15-1556



Рис. 3. Пошкодження котла цистерни

В даний час в якості засобів захисту днищ вагонів-цистерн в аварійних ситуаціях використовуються додаткові металеві накладки на днища (фальшднище) або торцеві щити. Накладні металеві елементи, посилюючи нижню частину днища та повторюючи його форму, використовуються на цистернах моделей 15-1619, 15-1408 (рис.4). Дані захисні елементи володіють низькою енергоємністю, оскільки щільно прилягають до днища цистерни.

Враховуючи досвід експлуатації та результати обстеження технічного стану дає можливість визначити ймовірність відмов елементів рами вагона-цистерни P_i ($i=1, 2, 3...N$, де N – кількість елементів) за формулою:

$$P_i = \frac{\sum_1^k \frac{R_H}{R}}{k}, \quad (1)$$

де k – кількість обстежених вагонів;

R_H – кількість несправних елементів одного типу в вагоні.



Рис. 4. Вагон-цистерна для пропана

Для вагонів-цистерн, які перевозять аміак, відносяться: зона приварки люка-лаза, фасонні лапи котла, зона обпирання котла на дерев'яні бруски, хребтова та шворнева балки рами.

Випробування проводились 4-х вісному вагону-цистерні моделі 15-1408 (рис.5) для перевезення аміаку, з терміном служби, що минув (20 років) та дослідний зразок цистерна моделі 15-1619 (рисунок 6) з діаметром котла 3200 мм..



Рис. 5. Вагон-цистерна 15-1408 для аміака



Рис. 6. Вагон-цистерна моделі 15-1619

Платформа складається з рами зварної конструкції, яка установлена на двохвісній візці моделі 18-100. Рама являє собою зварну систему балок коробчастого перетину: хребтової та двох шворневих. Котел зварної конструкції, який складається з циліндра та двох еліптичних днищ.

Перед початком випробувань проводилось технічне діагностування дослідного зразка, наклеювання тензорезисторів на раму вагона-цистерни та на котел, заміри товщини листів котла та рами, установка вимірального обладнання.

Контроль технічного стану включав в себе візуальний огляд вагона-цистерни, заміри товщини металу в контрольних точках котла і рами вагону, проведення магнітопорошкового, ультразвукового та акустикоемісійного контролю несучих металевих конструкцій.

Контрольні випробування включали в себе статичні випробування вертикальним навантаженням, випробування на малоциклічне навантаження тиском котла, типові та ресурсні ударні випробування та випробування на можливі аварійні ситуації.

Випробування вертикальним статичним навантаженням виконувались шляхом заповнення водою котла вагона-цистерни до повного заповнення з подальшим зливом, з реєстрацією дослідних показників.

Випробування на мало циклічне навантаження котла надлишковим тиском виконувалось шляхом заповнення водою котла до повного заповнення, з наступним подаванням води до котла насосною станцією, для створення надлишкового тиску до 2 МПа. Після кожних 75 циклів навантаження робочим тиском, виконувалось навантаження випробувальним тиском 3МПа.

Ударні випробування проводились зі швидкістю накатування вагона бойка (масою 102 т) на дослідний вагон-цистерну від 1 до 12 км/год, вагон-цистерна при цьому знаходилась в загальмованому стані, та знаходилась в підпорі з загальмованих 4-х вагонів сумарною масою близько 300 т. Повздовжні сили які діяли на вагон-цистерну через автозчепний пристрій до 3,0МН та з декількома ударами до 4,2 МН. При ударних випробуваннях реєструвались деформації в елементах конструкції дослідного вагона-цистерни в найбільш напружених місцях, отриманих при статичних випробуваннях.

Випробування з імітацією аварійних ситуацій. Перед початком та після завершення випробувань виконувалась перевірка герметичності котла шляхом створення надлишкового тиску від 0,5 до 3 МПа. Тиск витримувався на протязі 5 хв.

Котел випробовувався на наступні наднормативні навантаження:

- створення надлишкового тиску до моменту руйнування котла або втрати його герметичності;
- одноразовий удар вагона-бойка масою 90 т у автозчеп вагона-цистерни з швидкістю 22 км/год (рис. 7);

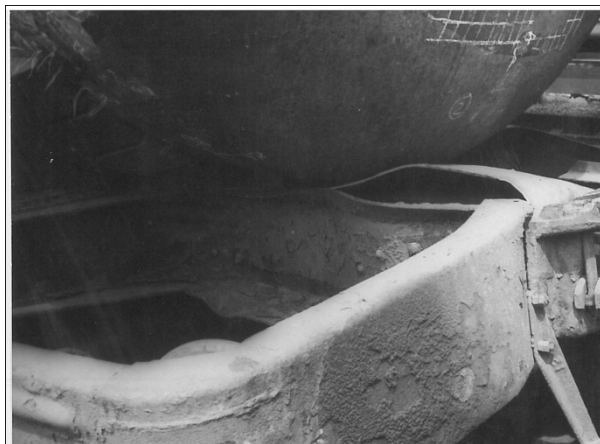


Рис. 7. Вагон-цистерна після удару

- удари головою автозчепу вагона-бойка масою 102 т в днище цистерни зі швидкістю 10,2 км/год (рис. 8, 9, 10, 11).

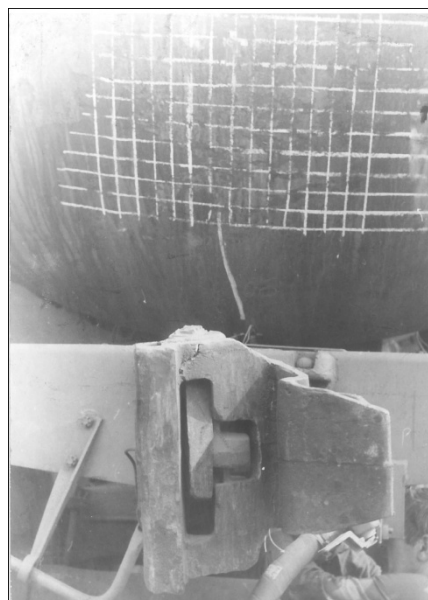


Рис.8. Дослідний зразок до удару



Рис. 9. Дослідний зразок після удару в котел автозчепом

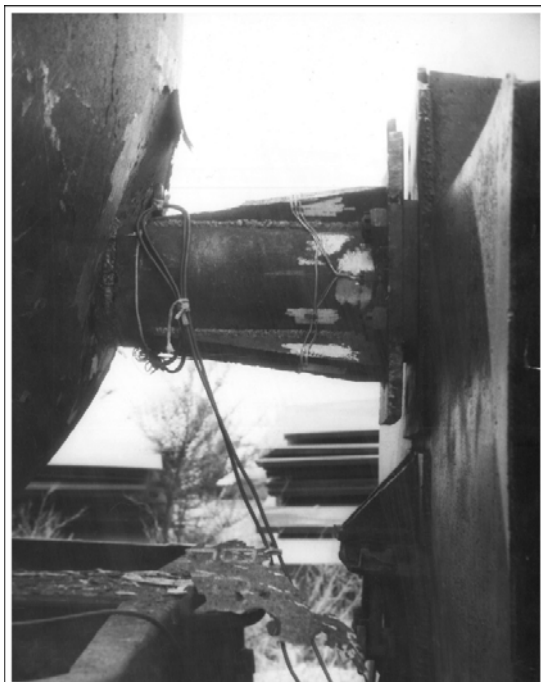


Рис. 10. Дослідний зразок після удару в котел

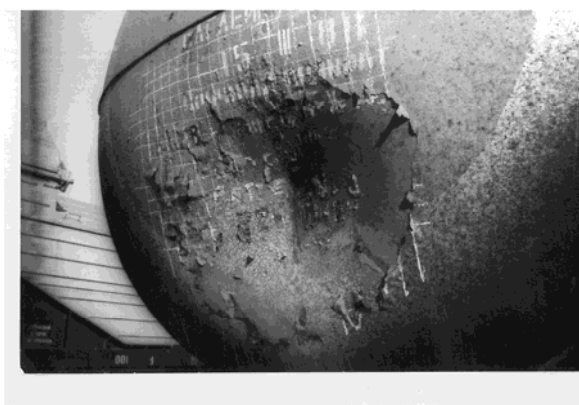


Рис. 11. Дослідний зразок після випробувань на аварійні ситуації

В процесі ресурсних випробувань було проведено аналіз напруженого стану в контрольних точках котла вагона-цистерни. Як видно на рис. 12 напруження в контрольних точках не перевищували допустимого.



Рис. 12. Графік напружень в контрольних точках під час ударних випробувань

Критерієм оцінки міцності цистерни від дії нештатних навантажень являється збереження вантажу та герметичності котла після проведення випробувань, шляхом контрольного створення тиску в котлі.

Висновок. На основі проведення технічного діагностування та контрольних випробувань вагона-цистерни встановлено, що вагон-цистерна за технічним станом є типовим представником експлуатаційного парка залізниць України, які відпрацювали призначений термін служби. Напружений стан котла вагона-цистерни від дії нормативних статичних та ударних навантажень не перевищував допустимі 236 МПа. При випробуваннях на малоциклическе навантаження котла тиском від 0 до 2 МПа, було проведено 225 циклів, що відповідає 5 рокам експлуатації. При випробуваннях з імітацією аварійних ситуацій: удар в днище цистерни, створення граничного тиску в цистерні, до 6 МПа, удару в автозчепний пристрій вагона-цистерни на швидкості 22 км/год, пошкоджень та розгерметизації котла вагона-цистерни не було виявлено.

Література

1. Фомін О.В., Розробка методики впровадження різних профілей в якості складових елементів несучих систем вантажних вагонів // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Харків., 2012 С.29-33.
2. Kelyrykh M., Fomin O. Perspective directions of planning carrying systems of gondolas // Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2014. №6, P. 64-67.
3. N. Gorbunov, R. Domin, M. Kovtanec, K. Kravchenko. The multifunctional energy efficient method of cohesion control in the "wheel-braking pad-rail" system // Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Międzynarodowej Konferencji Naukowej TRANSPORT XXI WIEKU, Arłamów. 2016. P. 114-126.
4. Фомін, О.В, Прокопенко П.М., Горбунов М.І. Сапронова С.Ю. Поліпшення несучої здатності вагона-хопера для перевезення зерна з метою підвищення опору динамічним зусиллям // Науковий журнал – Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В.Даля, 2017. – № 5(235) – С. 88-99.
5. Saproнова S, Tkachenko V., Kramar N., Voron’ko A.. Regularities of shaping of a wheel profile as a result of deterioration of the rolling surface in exploitation. Transport Problems // International Scientific Journal. 2008. №3(4), 47-57.
6. Fomin, O.V., Gostra A.V. Variations describe the structural designs of freight cars // Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series Transport systems and technologies. 2015. №26-27. - P.137-147.
7. Myamlin, S., Neduzha, L., Ten, O., Shvets, A. Spatial vibration of cargo cars in computer modelling with the account of their inertia properties // Mechanika. 2010: Proc. of 15th Internet. Conference. P. 325-328.
8. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., Kyril’chuk O. Mathematical modeling of dynamic loading of cassette bearings for freight cars. transport means // Proc. of 21st Intern. Scientific Conference – 2017. P. 973-976.

9. Мороз В.І. Математичний запис задачі оптимізаційного проектування напіввагонів за критерієм мінімальної матеріалоемності. // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. Харків., 2009. С. 121 – 131.
10. Кельріх М. Б., Мороз В.І. Структурно-функціональне описання конструкції модуля кузова сучасних універсальних напіввагонів // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Луганськ. 2014. №. 2. С. 210.
11. Макаренко М. В. Комплексний аналіз економічного ефекту від життєвого циклу сучасного напіввагону // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України». Київ. 2014. №. 5. С. 107.
12. Мороз В. І. Визначення перспективних напрямків удосконалення конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон» // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. Харків. 2008. С. 72-81.
13. Fomin, A. V. The determination of the perspective directions of designing of bearing systems in cargo wagon building // East European journal of advanced technologies. 2012. № 3/7(57). P. 32-35 p.
14. Фомін О.В. Теоретичні основи програмного комплексу визначення та використання математичних моделей складових вантажних вагонів // Науковий журнал «Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського». Кременчук. 2013. Вип. 6(83). С. 87-91.
15. Фомін, О.В. Впровадження круглих труб в несучі системи напіввагонів з забезпеченням раціональних показників міцності // Науковий журнал – «Технологический аудит и резервы производства». Харків. 2015. № 4/1(24). С. 83-89.
16. Ловська А. О. Моделювання навантаженості контейнера-цистерни при перевезенні у складі комбінованого поїзда на залізничному поромі // Вісник Національного технічного університету «ХП». 2018. Вип. 33. С. 28 – 32.
17. Ловська А. О. Дослідження міцності несучої конструкції кузова напіввагона при перевезенні на залізничному поромі // Зб. наук. праць ДУІТ. Київ. 2018. Вип. 32, Т. 1. С. 71 – 80.
- al'noho universytetu imeni Volodymyra Dalya [Bulletin Skhidnoukrayins'koho natsional'noho University Vladimir Dal], № 5(235). P. 88-99/
5. Sapronova S, Tkachenko V., Kramar N., Voron'ko A. (2008). Regularities of shaping of a wheel profile as a result of deterioration of the rolling surface in exploitation. Transport Problems. International Scientific Journal, 3(4), 47–57.
6. Fomin, O.V. (2015) Variacijne opisannja konstruktivnih vikonan' vantazhnih vagoniv [Variations describe the structural designs of freight cars]. Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series "Transport systems and technologies".26-27, P. 137-147.
7. Myamlin, S., Neduzha, L., Ten, O., & Shvets, A. (2010). Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties. Mechanika. Proc. of 15th Intern. Conf., 325-328.
8. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars. Transport Means: Proc. of 21st Intern. Scientific Conf., 973-976.
9. Moroz V.I. (2009). Matematychnyy zapys zadachi optymizatsiynoho proektuvannya piv-vahoniv za kryteriyem minimal'noyi materia-loyemnosti [Mathematical notation of problem of optimizing design of open goods wagons by criterion of the minimum material capac-ity]. Zbirnyk naukovykh prats [Collection of scientific papers]. № 111. P. 121-131.
10. Kelrikh M. B., Moroz V. I. (2010). Strukturno-funktsionalne opysannia konstruktzii modulja kuzova suchasnykh universalnykh napivvahoniv [The structural and functional design of the module body of modern universal gondola cars]. Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia [Bulletin Skhidnoukrayins'koho natsional'noho University Vladimir Dal], 2 (210). P. 94-103.
11. Makarenko M. V. (2014). Kompleksnyi analiz ekonomichnoho efektu vid zhyttievoho tsyклу suchasnoho napivvahonu [Comprehensive analysis of the economic impact of the life cycle of a modern gondola], Naukovo-praktychny zhurnal «Zaliznychnyi transport Ukrainy». №. 5. – С. 107.
12. Moroz, V.I. (2008). Vyznachennia perspektyvnykh napriamkiv udoskonalennia konstruktzii napivvahoniv vyrobnytstva DP «Ukrspetsvagon» [Determination of the promising direction for improvement of the open car design of SE" Ukrspetsvagon"]. Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoi Derzhavnoi Akademii Zaliznychnoho Transportu, 72-81.
13. Fomin, A. V. (2012). The determination of the perspective directions of designing of bearing systems in cargo wagon building. East European journal of advanced technologies. 3/7(57), P. 32-35.
14. Fomin O.V. (2013). Teoretychni osnovy prohramnoho kompleksu vyznachennya ta vykorystannya matematychnykh modeley skladovykh vantazhnykh vahoniv [Theoretical foundations of the software complex for the determination and use of mathematical models of freight wagons]. Naukovyy zhurnal «Visnyk Kremenchuts'kohonatsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrograds'koho». 6(83). P. 87-91.
15. Fomin, O. V. (2015). Vprovadzheniya of cruglic pipes in NESС systems napowan W zabezpecheny razvaliny pokaznikiv mcnet. The journal "Technology audit and production reserves". № 4/1(24) – P. 83-89.

References

1. Fomin O.V. (2012). Rozrobka metodiki vprovadgennja riznih profiliv v jacosti skladovih elementiv nesuchih system vantazhnykh vagoniv [Development of a method for the introduction of various profiles as components of carrier systems of freight cars]. Visnyk Nacionalnogo tehnicnogo universytetu «HPI» [Bulletin of Nacionalnogo tehnicnogo universytetu «HPI»], P.29-33.
2. Kelrykh M., Fomin O. (2014). Perspective directions of planning carrying systems of gondolas. Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry», 6, 64-67.
3. N. Gorbunov, R. Domin, M. Kovtanec, K. Kravchenko. (2016). The multifunctional energy efficient method of cohesion control in the "wheel-braking pad-rail" system, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Międzynarodowej Konferencji Naukowej TRANSPORT XXI WIEKU, Arłamów, 114–126.
4. Fomin O.V., Prokopenko P.M., Horbunov M.I. Sapronova S.YU. (2017). Polipshennya nesuchoyi zdatnosti vahonakhopera dlya perevezennya zerna z metoyu pidvyshchennya oporu dynamichnym zusylyam [Improvement of the carrier capacity of the hopper car to transport the grain in order to increase the resistance by dynamic effort]. Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsion-

16. Lov's'ka A. O. (2018). Modelyuvannya navantazhenosti konteynera-tsystemy pry perevezenni u skladi kombinovanoho poyizda na zaliznychnomu poromi [Simulation of load of tank-container during transportation in the combined train on a railway ferry], Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KHPI» [Bulletin of Nacionalnogo tehnicnogo universitetu «KHPI»], 33. P. 28 – 32.
17. Lov's'ka A.O. (2018). Doslidzhennya mitsnosti nesuchoyi konstruktsiyi kuzova napivvahona pry perevezenni na zaliznychnomu poromi [Investigation of the durability of the bearing structure of the gondola body during transportation on the railway ferry], Zb. nauk. prats'. DUIT [Collection of scientific works DUIT].32, T. 1. P.71 – 80.

Кельрих М.Б., Брайковська Н.С., Фомин А.В., Прокопенко П.Н. Особенности проведения испытаний вагона-цистерны для перевозки опасных грузов.

За последние годы произошло значительное старение эксплуатации ного парка грузовых вагонов, т.ч. вагонов-цистерн для перевозки особо опасных грузов. В настоящее время на сети железных дорог Украины находятся в эксплуатации вагоны-цистерны со сроком службы бы превышающий установленный заводом-изготовителем и продлен срок службы. Анализ технического состояния вагонов-цистерн после проведения плановых видов ремонта показывает, что значительная их часть находится в удовлетворительном состоянии. Для решения вопроса о возможности дальнейшей безопасной эксплуатации с истекшим сроком службы проводится их техническое диагностирование и ко-рольной испытания

Ключевые слова: вагон-цистерна, ударные испытания, аварийные испытания, повреждения, герметичность, продление срока эксплуатации.

Kelrich M.B., Braykovskaya N.S., Fomin O.V., Prokopenko P.M. Characteristics of tank-cars ation tests for carriage of dangerous cargoes.

In recent years, there has been a significant deterioration in the operation of a freight car fleet, that is, h. wagon-new-tanks for the transport of especially dangerous goods. At present, tank cars with a service life longer than those established by the manufacturer are in operation on the railway network of Ukraine and the service life has been extended. An analysis of the technical condition of tank wagons after carrying out planned types of repair shows that a significant part of them is in a satisfactory condition. To resolve the issue of the possibility of further safe operation with an expired service life, their technical diagnostics and corolary tests are carried out.

Keywords: tank wagon, shock tests, emergency tests, damage, tightness, life extension.

Кельріх М.Б. – д.т.н., професор, кафедра «Вагони та вагонне господарство» Державний університет інфраструктури та технологій.

Брайковська Н.С. – к.т.н., професор, Директор інституту залізничного транспорту Державний університет інфраструктури та технологій.

Фомін О.В. – д.т.н, доцент, кафедра «Вагони та вагонне господарство» Державний університет інфраструктури та технологій, E-mail: fomin1985@ukr.net.

Прокопенко П.М. – аспірант кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державний університет інфраструктури та технологій, E-mail: prokopenko1520mm@gmail.com

Рецензент: д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 04.04.2019