

УДК 629.4.02.001

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ВАГОНІВ-ТЕРМОСІВ МОДЕЛІ ТН 4-201 ПОБУДОВИ ЗАВОДУ «ДЕСАУ» НІМЕЧЧИНА

Фомін О.В., Іщенко В.М., Брайковська Н.С., Цимбалюк А.В.

RESEARCH OF OPERATING DAMAGES OF WAGON-THERMOS MODELS TN 4-201 BUILDINGS OF THE «DEZAU» GERMANY

Fomin A., Ishchenko V., Braikovskaya N., Tsymbaliuk A.

На даний час в Україні та країнах СНД збільшилися об'єми перевезення швидкопсувних продовольчих ітучних, тарно-штучних та пакетованих вантажів. Умови перевезення цих вантажів потребують формування парку ізотермічних вагонів. Для створення і поставки на залізницю України та інших країн СНД даного типу вагонів проводиться їх розробка, виробництво та випробування. При цьому недостатнє фінансування закупівель нового ізотермічного рухомого складу вимагає підтримання у належному технічному стані існуючого їх парку. Для того щоб визначити сучасний стан вагонів-термосів та проблеми визвані експлуатацією необхідно комплексно дослідити їх конструктивний стан. В даній статті наведено результати та особливості проведеного комплексного дослідження експлуатаційних пошкоджень вагонів-термосів моделі ТН 4-201 побудови заводу «Десау» Німеччина.

Ключові слова: транспортна механіка, вагони-термоси, вібраційне навантаження, експлуатаційні пошкодження, тріщини.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день для перевезення швидкопсувних вантажів, територією України, а також сусідніх країн широко використовуються вагони-термоси моделі ТН 4-201 (рис. 1).



Рис. 1. Вагон-термос моделі ТН 4-201 побудови заводу «Десау» Німеччина

При цьому такі вагони вже характеризуються значним терміном експлуатації (понад 20 років). Суттєва частина їх парку виключена з експлуатації у зв'язку з відсутністю конструктивної можливостей і належним чином виконувати відповідні функції.

Однією з основних причин такого їх виключення є виникнення масштабних тріщин на їх дахах (рис. 2).



Рис. 2. Тріщини на вагонах-термосах моделі ТН 4-201 побудови заводу «Десау» Німеччина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз існуючих публікацій [1-5, 9-14] з даної тематики засвідчили відсутність ґрунтовного розгляду проблеми виникнення вище зазначених тріщин та визначення рекомендацій з протидії ним за рахунок надання можливості будь-якої компанії залізничної галузі отримати загальне визнання рівня якості його продукції та діяльності.

Мета статті. Дослідження експлуатаційних пошкоджень несучих систем вагонів-термосів моделі ТН 4-201 [14] побудови заводу «Десау» Німеччина.

Об'єкт дослідження – несуча здатність конструкції вагонів-термосів моделі ТН 4-201 побудови заводу «Десау» Німеччина.

Предмет дослідження – закономірності виникнення та розвитку експлуатаційних пошкоджень в

несучих системах вагонів-термосів моделі ТН 4-201 побудови заводу «Десау» Німеччина та методу протидії ним, наукове обґрунтування появи, причин виникнення та наслідків пошкоджень.

Основний зміст. При проведенні дослідження причин появи тріщин в дахах вагонів – термосів було запропоновано декілька гіпотез стосовно їх виникнення:

- 1) корозійне наскрізне руйнування;
- 2) наявність зварного шва, як концентратора напружень, в місці, що постійно піддається впливу зовнішніх знакозмінних температур;
- 3) понад нормоване статичне навантаження, в тому числі нерівномірний розподіл вантажу;
- 4) динамічні віброприскорення.

У поєднанні, зазначені чинники призводять до значного ризику появи мікротріщин з швидким розповсюдженням, утворенням макротріщин, і безпосереднім руйнуванням металу [6, 7, 9, 12], появою корозійних явищ, втраті герметичності кузова.

Найбільш висока концентрація напружень в реальних конструкціях спостерігається в деяких вузлах зварних конструкцій в місцях різкої зміни форми, створюваної у кінцях окремих прикріплених елементів. Як характерною моделлю найбільш небезпечних ділянок таких вузлів може бути прийнятий хрестовий зразок, що складається з центральної пластини і приварених до неї по краях двох смуг. Ці смуги розташовуються в площині, перпендикулярній площині центральної пластини, по її поздовжньої осі на деякій відстані один від одного [2, 8, 10]. При передачі через них розтягуючого зусилля в середній ділянці центральної пластини створюється значна концентрація напружень (рис. 3).

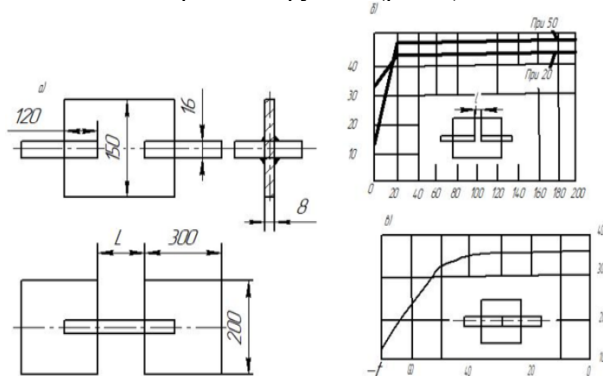


Рис. 3. Зварний хрестовий зразок з високою концентрацією напружень (а) і зміна його межі міцності в залежності від відстані між ребрами (б) і від температури (в)

Умови роботи середньої ділянки центральної пластини хрестового зразка можуть змінюватися в досить широких межах в залежності від відстані між прикріпленими кінцевими смугами. При зменшенні цієї відстані концентрація напружень в центральній пластині підвищується. Крім того, при цьому зменшуються розміри ділянки, на якому при навантаженні можливий розвиток пластичних деформацій, що створює умови і для концентрації деформацій.

Дослідження міцності зварних хрестових зразків показало, що особливо висока концентрація напружень може привести до значного зниження несучої здатності і при статичному навантаженні. В умовах зниженої температури таке зниження міцності відбувається в більш сильному ступені.

Найбільш сильний вплив форми зварних з'єднань на міцність проявляється при дії вібраційного навантаження і воно позначається навіть при застосуванні сполук встик, які серед всіх інших зварних з'єднань характеризуються найменш значними змінами своєї форми.

Міцність зварних стикових з'єднань залежить головним чином [3, 5, 12] від форми переходу шва до основного металу. На форму переходу впливають конструктивні і технологічні чинники, з яких найбільш істотними є: форма підготовки кромки, чистота поверхні металу в районі формування шва і режим зварювання. Змінюючи ці фактори, можна забезпечити отримання стикових з'єднань з формою поверхні, при якій досягаються умови рівномірності зварного з'єднання з основним металом при вібраційному навантаженні.

Можливість отримання стикових швів з необхідною плавністю переходів не пов'язана з якими-небудь особливими труднощами і може бути забезпечена при виконанні звичайних технологічних рекомендацій.

Розрахункова умова рівномірності при вібраційному навантаженні відрізняється від умови рівномірності, прийнятої для статичного навантаження. Якщо для статичного навантаження умова рівномірності забезпечується при відношенні катета кутового шва а до товщини б прикріплюваного елемента $u = 1$, то для вібраційного навантаження це відношення у відповідності з різними значеннями ефективних коефіцієнтів концентрації напружень дорівнюватиме.

$$\frac{a}{b} = \frac{K_{ef}^{II}}{K_{ef}^I}$$

K_{ef}^{II} - значення ефективного коефіцієнта концентрації напружень для з'єднання впритул в перерізі по основному металу;

K_{ef}^I - для перетину по зварних кутовим швам.

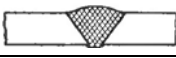
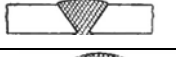










На підставі експериментальних даних, наведених в табл. 1, це відношення дорівнюватиме.

$$\frac{a}{b} = \frac{2,8}{2,2} = 1,27$$

Розвиток площі робочого перерізу зварних кутових швів при збільшенні глибини провару є більш ефективним, ніж при збільшенні катета кутового шва.

Таблиця 1

Значення ефективних коефіцієнтів концентрації напружень для зварних з'єднань

Назва з'єднання	Ескіз	$K_{эф}$
Стиковий шов з плавним переходом		1
Стиковий шов з різким переходом		1,6
Стиковий шов з виправленим верхнім переходом місцевої обробки		1
З'єднання впритик без розділення кромки		1,2
З'єднання впритик в перерізі по швам		2,8
З'єднання впритик з розділкою кромки		1,6
З'єднання впритик з розділкою кромки із забезпеченням плавних переходів		1
Зразок з парними ребрами жорсткості, при кріпленні двостороннім швом		1,5
Зразок з парними ребрами жорсткості, при кріпленні двостороннім швом з місцевої обробки переходів у шов		1
Зразок з парними ребрами жорсткості, при кріпленні одностороннім швом		2
Зразок з одиночними ребрами жорсткості, при кріпленні двостороннім швом		1,3
Зразок з одиночними ребрами жорсткості, при кріпленні одностороннім швом		1,9

Відомо, що при вібраційному навантаженні, межа витривалості плоских зразків з поздовжніми швами з маловуглецевої і низьколегованої сталей, при наявності залишкових напруг, що розтягують в зоні шва, не нижче, ніж межа витривалості подібного зразка з основного металу. Це пояснюється тим, що метал в районі зварного шва зміцнюється в результаті відбуваються при зварюванні пластичних деформацій і ступінь цього зміцнення виявляється достатньою для компенсації дії залишкових напруг, що розтягують.

Відпал таких зразків частіше призводить до зниження їх межі витривалості, так як, знімаючи в них напруження, він одночасно знищує і позитивну дію наклепу, створеного зварюванням і прокаткою.

Вібраційні випробування зварних зразків з різкими концентраторами напружень показали, що зняття залишкових напруг відпалом і в цьому випадку не дає позитивного результату. Значне підви-

щення межі витривалості зразків з різкими концентраторами може бути досягнуто в результаті застосування попереднього розтягування. При дослідженні причин такого підвищення міцності було встановлено, що попереднє розтягнення зразків з різкими концентраторами напружень слід розглядати не тільки як міру зняття напружень, а головним чином як метод зміцнення, пов'язаний з появою місцевих пластичних деформацій.

Вплив залишкових напружень в даному випадку проявилось досить виразно. Розтягують залишкові напруги привели до зниження межі витривалості, тоді як стискають залишкові напруги - до його підвищення.

Зміна межі витривалості в залежності від залишкових напруг представлено на (рис. 4).

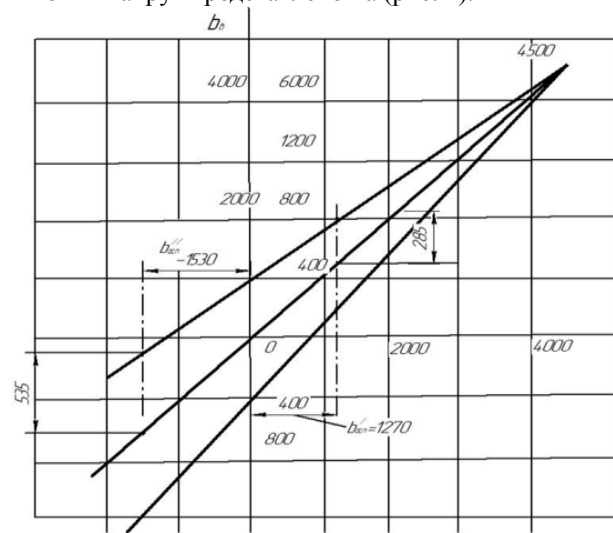


Рис. 4. Спрощена діаграма витривалості для обліку впливу залишкових напружень

На (рис. 5) наведені дані щодо розподілу напружень в моделях стикового з'єднання. З малюнка видно, що в стиковому з'єднанні розподіл напрузи не є рівномірним. Найбільш значна концентрація напружень спостерігається в місцях переходів від шва до основного металу, розташованих у виступів шва.

Ці ділянки стикового з'єднання є найбільш небезпечними. Наявність виступів у стикового шва викликає концентрацію напруг.

Міське потовщення стикового шва викликано необхідністю мати деякий технологічний допуск по товщині шва для обліку нерівномірності процесу перенесення металу з електрода в шов. Технологічний допуск забезпечує необхідну товщину зварного шва по всій його довжині, яка не повинна бути менше товщини приєднується елемента.

Високотемпературна область (I) - зона максимальних температур від Tл до Tс. У високотемпературної області в процесі нагрівання поряд з процесами аустенізації і зростання зерна на завершальній стадії нагріву, спостерігається плавлення металу як по межах зерен, так і в обсязі зерен.

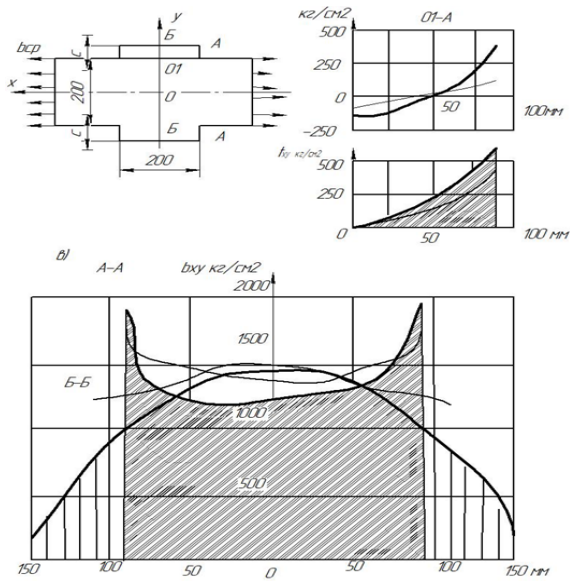


Рис. 5. Епюри напружень в моделі зварного з'єднання встик: а модель з прямокутними виступами; б - напруги в перетині по підшві виступів; про напруження в поперечних перетинах; •• - сх - 50 мм; Про - Про - з * = 1, мм

Відомо, що зварні з'єднання мають чотири зони термічного впливу (рис. 6).

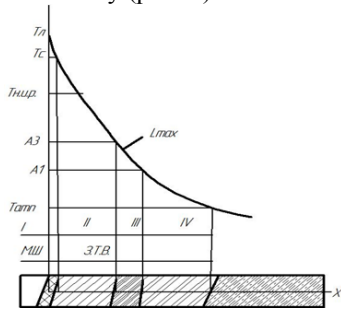


Рис. 6. Зони термічного впливу по розподілу максимальних температур по критичних точкам; м. ш. — метал зварного шва; з. т. в — зона термічного впливу

Область аустенізації (II) - зона максимальних температур від T_c до A_{c3} . У даній області, як і в першій, в процесі нагрівання протікає фазове перетворення перліту в аустеніт, відбувається зростання зерна аустеніту, його гомогенізація. При цьому на ділянці, де температура нижче $T_{п.и.р}$ (температура початку інтенсивного росту зерна), зерно аустеніту більш дрібне, але менш однорідне, ніж на ділянці, де температура вище $T_{п.и.р}$. Різниця у властивостях аустенітного зерна в межах області аустенізації позначається надалі на кінетиці перетворення аустеніту на стадії охолодження. Крупнозернистий більш однорідний аустеніт в порівнянні з дрібнозернистим і менш однорідним більш схильний до переохолодження.

Область неповної перекристалізації (III) - зона максимальних температур від A_{c3} до A_{c1} . На ділянці неповної перекристалізації в процесі нагрівання спостерігається часткове перетворення фериту (перліту) в аустеніт. При подальшому охолодженні в залежності від швидкості охолодження

можливо перетворення аустеніту в перлітні структури або в мартенсит. Неоднорідність механічних властивостей в III зоні може бути значною, оскільки аустеніт, що формується в діапазоні температур $A_{c3} - A_{c1}$ характеризується великою хімічною неоднорідністю.

Найбільшу небезпеку становить саме (IV) зона - зона максимальних температур от A_{c1} до $T_{отп}$. Саме тут відбувається втрата міцності метала за рахунок структурної неоднорідності зерен. При зварюванні метала відбувається коагуляція цементиту. Відповідно до сучасних уявлень про фізичну природу міжзеренного руйнування граничний стан досягається коли локальне напруження $\sigma_{л}$ в місці зародження або вершини мікротріщини стане рівним або більшим напруги теоретичної міцності $\sigma_{теор}$. У той же час існує інтервал $\sigma_{л}$, при якому розрив міжатомних зв'язків здійснюється за рахунок дії локальної теплової флуктуації. Однак для цього потрібно чимало часу очікування. Величина цього часу і подальша динаміка міжзеренного руйнування істотно залежать від дислокаційної структури, наявності розвинених ділянок структурної та хімічної мікронеоднорідності, типу і розміру виділень вторинних фаз, швидкості зниження $\sigma_{л}$, пов'язаної з релаксаційної здатністю границь і приграничних обсягів зерен та інших факторів що сприяють зниженню величини. Тому в умовах високотемпературного міжзеренного зародження мікротріщин відбувається при локальних напруженнях, порівнянних за розміром з локальним межею тривалої міцності. Таким чином, міжзернове руйнування може бути досягнуто при виконанні умови.

Механізм окрихнення метала зони термічного впливу зварних з'єднань обумовлений розвитком двох процесів: прямого (за рахунок утворення надлишкових фаз і збагачення кордонів зерен домішковими і сегрегуючими елементами) і відносного (за рахунок зміцнення тіла зерна) втратою міцності кордонів зерен.

За допомогою комп'ютерної моделі кузова вагона-термоса, побудованої в програмному комплексі SolidWorks за оригінальними кресленнями конструкторської документації (КД), проведено дослідження розподілу напружень, що передаються на дах кузова вагона (рис. 7). В розрахунку врахований термічний вплив від наявності зварного шва.

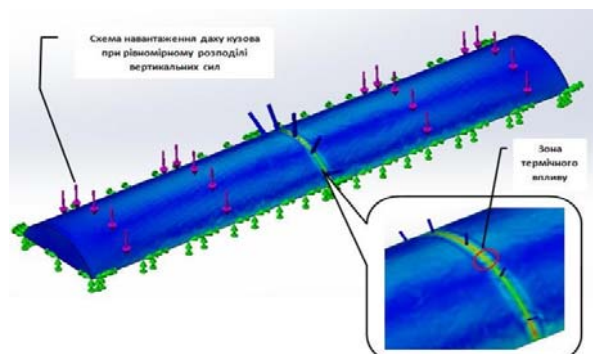


Рис. 7. Епюра еквівалентних напружень поверхні даху вагона-термоса

Таким чином, якість роботи персоналу, його кваліфікація, стиль обслуговування може впливати на загальний рівень сервісного обслуговування у вокзальному комплексі.

Висновок. В результаті дослідження було встановлено характеристики виникнення тріщин:

- тріщини мають систематичний характер;
- тріщини мають розвиток по дузі де знаходиться середина дверного про йому;
- тріщини розвиваються на однаковій відстані з однієї чи з двох сторін дугоподібного середнього арочного швелера;

- тріщини утворюються в корозійних місцях у вигляді лінії яка повторює дугоподібний швелер;

В якості загальних рекомендацій з протидії експлуатаційним пошкодженням для вагонів-термосів моделі ТН 4-201 побудови заводу «Десау» Німеччина можна виділити:

- проведення заходів з поліпшення якостей цих вагонів шляхом застосування більш ефективних систем демпфірування;
- впровадження інноваційних рішень з поліпшення несучої здатності конструкцій, наприклад принципів рівномірності чи компенсаційного напруженого і/або деформованого стану;
- системного підсилення найбільш відповідних ділянок несучих вузлів та елементів;
- недопущення експлуатації таких вагонів в непередбачених керівництвом з експлуатації режимах наприклад розпусків з сортувальних гірок;
- застосування матеріалів з особливими властивостями у найбільш відповідальних (таких, що впливають на безпеку руху) ділянках.

Л і т е р а т у р а

1. Воробьев А. З. Сопротивление усталости элементов конструкций [Текст] / [А. З. Воробьев, Б. И. Олькин и др.] - М.: Машиностроение, 1990. - 240 с.
2. Мороз, В. І. Визначення перспективних напрямків удосконалення конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон» / В. І. Мороз, В. В. Фомін, О. В. Фомін // Зб. наук. праць. – Харків : УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 99. – С. 72–81.
3. Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises / S. V. Panchenko, T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, L. O. Parkhomenko // Наук. вісн. націон. гірн. ун-ту. – 2016. – № 2. – С. 93–99.
4. Tartakovskiy, E. Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems / E. Tartakovskiy, O. Gorobchenko, A. Antonovych // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 5. – Iss. 3 (83). – P. 4–11. doi: 10.15587/1729-4061.2016.80198.
5. Гарг В. К. Динамика подвижного состава [Текст] / В. К. Гарг, Р. В. Дуккипати. — М.: Транспорт, 1988. — 391 с.
6. Акуленко А. Прогноз обсягів вантажних і пасажирських перевезень на перспективу до 2020 року [Текст] / А. Акуленко, П. Яновський // Залізничний транспорт України. — 2009. № 6. С. 41—43.
7. Fomin, O. Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model / O.V. Fomin / Scientific

and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2015, No. 1 – P.45-48.

8. Hauser V., Nozhenko O.S., Kravchenko K.O., Loulova M., Gerlici J., Lack T. Impact of wheelset steering and wheel profile geometry to the vehicle behavior when passing curved track. «Manufacturing Technology». June 2017, Vol. 17, No. 3, p. 306-312.
9. Фомін, О.В. Використання профілю з перерізом у вигляді прямокутної труби в якості елементів каркасів кузовів залізничних напіввагонів / О.В. Фомін, В.В. Фомін // Зб. наук. праць. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2012. – Вип.№3(174)- С.244-250.
10. Lovska, A. A. Peculiarities of computer modeling of strength of body bearing construction of gondola car during transportation by ferry-bridge / A. A. Lovska. – Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». – 2015. - №1. – p. 49 – 54.
11. Фомін, О.В. Варіаційне описання конструктивних виконавчих вантажних вагонів/ О.В. Фомін, А.В. Гостра // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Київ: ДЕУТ, 2015. – Вип.26-27. – С.137-147.
12. Danchenko, Yu. Research of the intermolecular interactions and structure in epoxyamine composites with dispersed oxides [Text] / Yu. Danchenko, V. Andronov, E. Barabash, T. Obigenko, E. Rybka, R. Meleshenko, A. Romin // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 6, Issue 12 (89). – P.4–12
13. Kelrykh, M. Perspective directions of planning carrying systems of gondolas/ M. Kelrykh, O. Fomin / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2014, No. 6 – P.64-67.
14. Іщенко, В.М. Теплотехнічна модель конструкції огороження кузова критого вагона з теплоізоляцією [Текст]/ В.М. Іщенко, О.В. Фомін, В.С. Осьмак// Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 157.– С. 143–149.

References

1. Vorobyev A.Z. (1990) Resistance to fatigue of structural elements [Resistance to fatigue of structural elements]. Moscow : Mechanical Engineering, [in Russia]
2. Moroz,V.I. Vyznachenja perspektivnih naprjavkiv udoskonalenja konstrukcii naprivvagoniv virobnictva DP «Ukrspetsvagon»/ V.I. Moroz, V. V. Fomin,O.V. Fomin // Zb. nauk. prac.- Kharkiv: UkrDAZT, 2008.- Vip. 99.- P. 72-81.
3. Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises / S. V. Panchenko, T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, L. O. Parkhomenko // Наук. вісн. націон. гірн. ун-ту. – 2016. – № 2. – С. 93–99.
4. Tartakovskiy, E., Gorobchenko, O., & Antonovych, A. (2016). Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5, 3(83), 4-11. doi: 10.15587/1729-4061.2016.80198
5. Garg, V.K., Dukkupati. R.V., (1988) Dynamics of the rolling stock [Dynamics of the rolling stock] Moscow : Transport, [in Russia]
6. Akulenko A., Yanovsky. P., (2009) The forecast of volumes of cargo and passenger transportations for the future up to 2020 [The forecast of volumes of cargo and

- passenger transportations for the future up to 2020], Railway transport of Ukraine. 6. 41-43. [in Ukrainian]
7. Fomin, O., (2015) Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model [Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model]. Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 1.45-48. [in Ukrainian]
 8. Hauser V., Nozhenko O.S., Kravchenko K.O., Loulová M., Gerlici J., Lack T. (2017). Impact of wheelset steering and wheel profile geometry to the vehicle behavior when passing curved track. Manufacturing Technology, June 2017, Vol. 17, 3, 306-312.
 9. Fomin, O.V., Fomin. V.V. (2012), Using of rectangle profiles by elements of gondola bodies [Using of rectangle profiles by elements of gondola bodies]. National University SNU them V.Dala. (3(174)) – 244-250. [in Ukrainian]
 10. Lovska, A. A. (2015) Peculiarities of computer modeling of strength of body bearing construction of gondola car during transportation by ferry-bridge / A. A. Lovska / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry», 1, 49-54.
 11. Fomin, O.V., Gostra. A.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." - Kyiv.:26-27. - S.137-147. [in Ukrainian]
 12. Danchenko, Yu., Andronov, V., Kariev, A., Lebedev, V., Rybka, E., Meleshchenko, R., Yavorska, D. (2017). Investigation of surface properties of dispersive fillers based on plant raw materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5, 12(89), 20-26.
 13. Kelrykh, M.B., Fomin, O.V., (2014), Perspective directions of planning carrying systems of gondolas./ Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 6 – 64-67. [in Ukrainian]
 14. Ishchenko. V.M., Fomin O.V., Osmak V.E., (2015) Thermotechnical model of the design of the fence of the body of the covered wagon with thermal insulation [Thermotechnical model of the design of the fence of the body of the covered wagon with thermal insulation] Collection of scientific works of the Ukrainian State University of Railway Transport. - Kharkiv: UkrDUZT, 157.- P. 143-149. [in Ukrainian]

Фомин А.В., Ищенко В.Н. Брайковская Н.С. Цымбалюк А.В. Исследования эксплуатационных повреждений вагонов-термосов модели ТН 4-201 строительства завода «Де-сау» Германия.

В настоящее время в Украине и странах СНГ увеличились объемы перевозки скоропортящихся продовольственных искусственных, тарно-штучных и пакетирован-

ных грузов. Условия перевозки этих грузов требуют формирования парка изотермических вагонов.

Для создания и поставки на железной дороге Украины и других стран СНГ данного типа вагонов проводится их разработка, производство и испытания. При этом недостаточное финансирование закупок нового изотермического подвижного состава требует поддержания в надлежащем техническом состоянии существующего их парка.

Для того чтобы определить современное состояние вагонов-термосов и проблемы вызваны эксплуатацией необходимо комплексно исследовать их конструктивный состав. В данной статье приведены результаты и особенности проведенного комплексного исследования эксплуатационных повреждений вагонов-термосов модели ТН 4-201 строительства завода «Де-сау» Германия.

Ключевые слова: транспортная механика, вагоны-термосы, вибрационная нагрузка, эксплуатационные повреждения, трещины.

Fomin A., Ishchenko V., Braikovskaya N., Tsybaliuk A. Research of operational damages of thermos cars model TH 4-201 for the construction of the plant "Desaus" Germany.

At present, the volumes of transportation of perishable food artificial, packaged-piece and packaged cargo have increased in Ukraine and CIS countries. Conditions for the carriage of these cargoes require the formation of a fleet of isothermal wagons. To create and supply railroad of Ukraine and other CIS countries of this type of wagons, their development, production and testing are carried out. At the same time, insufficient financing of purchases of new isothermal rolling stock requires maintenance of the existing fleet in a properly technical condition. In order to determine the current state of the thermos wagons and the problems caused by the operation, it is necessary to comprehensively investigate their constructive state. This article presents the results and peculiarities of the comprehensive investigation of operational damages of the thermos wagons model TH 4-201 of the construction of the Desai factory Germany

Keywords: transport mechanics, wagons-thermoses, vibration load, operational damage, cracks.

Ищенко В.М. - к.т.н., доцент завідувач кафедри «Вагони та вагонне господарство», ДУІТ, м. Київ.

Брайковська Н.С. – к.т.н., професор, директор ДУІТ, м.Київ

Цимбалюк А.В. – аспірант кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ, e-mail: gostra93@ukr.net

Фомін О.В. – д.т.н., доцент, кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ.

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

Стаття подана 28.03.2017