

УДК 629.4.02.001.76

ПОЛІПШЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ВАГОНА-ХОПЕРА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ОПОРУ ДИНАМІЧНИМ ЗУСИЛЛЯМ

Фомін О.В., Прокопенко П.М., Горбунов М.І. Сапронова С.Ю.

IMPROVING THE BEARING ABILITY OF HOPPER WAGON FOR GRAIN TRANSPORTATION WITH THE PURPOSE OF RESISTANCE INCREASE BY DYNAMIC EFFORTS

Fomin O., Prokopenko P., Gorbunov M. Sapronova S.

В статті виконаний аналіз сучасного стану парку вагонів-хоперів для перевезення зерна в Україні. Результати аналізу показують що вагони-хопери для перевезення зерна майже вичерпали свій ресурс. У зв'язку з чим запропонована модернізація, яка дозволить продовжити термін служби вагон-зерновоза та підвищить опір динамічним зусиллям що діють на раму кузова вагона. Проте впровадження запропонованої модернізації обґрунтувало необхідність проведення відповідних дослідних робіт. Зазначені роботи включали дослідження місць і причин виникнення тріщин а їх результат став основою запропонованої модернізації рами вагона.

Ключові слова: транспортна механіка, вагон-зерновоз, несучі системи, модернізація, опір динамічним зусиллям, ресурсо збереження.

Актуальність та постановка проблеми. В 2017 році заплановано зібрати зернових культур 80млн. т. При цьому виникає необхідність їх транспортування від складів до пунктів перевалки [1,2].

При перевезеннях залізницями для цього застосовують вагони-хопери для перевезення зерна (вагони-зерновози).

За останні роки відбулося значне старіння експлуатаційного парку зерновозів. Середній вік зерновозів в Україні становить 27,4 року, що на 2,8 року (на 12%) більше середнього значення по країнах СНД і Балтії. Також необхідно відзначити, що 69% українських зерновозів експлуатуються понад 27 років при нормативному терміні експлуатації 30 років. Для вирішення питання про можливість подальшої експлуатації вагонів-хоперів критичних для перевезення зерна з вичерпаним терміном служби проводиться їхнє технічне діагностування.

Аналіз даних показує, що в Україні вагони-хопери для перевезення зерна в основному представлені вагонами інвентарного парку моделі 19-752 (рисунком 1).



Рис. 1. Вагон-хопер моделі 19-752

Укрзалізниця має 11485 інвентарних вагонів, з яких придатні до експлуатації всього 8650 вагонів. Ще 731 приватних зерновозів належать державному підприємству «Стрийський вагонобудівний завод», який входить в структуру Укрзалізниці. Середній вік зерновозів в Україні становить 27,4 року, що на 2,8 року (на 12%) більше середнього значення по країнах СНД і Балтії. Також необхідно відзначити, що 69% українських зерновозів експлуатуються понад 27 років при нормативному терміні експлуатації 30 років. Темпи списання зерновозів в Україні в найближчі роки будуть складати 1,5-2,0 тис. вагонів на рік.

За результатами виконаних досліджень технічного стану вагонів-хоперів критично встановлено, що оглянуті вагони моделі 19-752 у кількості більше 113 вагонів мають тріщини в районі з'єднання заднього упора автозчепного пристрою з рамою кузова вагона із загальною кількістю 1453 вагони оглянутих з 2016 року.

До того ж недостатнє фінансування на закупку нового рухомого складу гостро ставить питання про збереження в робочому стані існуючого парку вагонів.

Метою роботи є: висвітлення особливостей та результатів проведених науково-прикладних досліджень з конструктивної протидії виникненню тріщин в несучих системах вагонів-зерновозів моделі 19-752. При цьому викладено виявлені особливості розташування та виникнення тріщин. Наведено запропоновані технічні рішення з протидії цим тріщинам та результати математичного моделювання впровадження таких рішень.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети було визначено та вирішено наступні задачі:

- аналіз тріщин на конструкціях вагонів-хоперів для перевезення зерна;
- висунення теорії виникнення тріщин;
- пошук оптимального технічного рішення з протидії процесу виникнення тріщин, розробка відповідних проектних технічних рішень;
- комплексне дослідження ефективності запропонованого практичного рішення методики комп'ютерного моделювання;
- аналіз отриманих результатів.

Аналіз літературних джерел та визначення сучасного стану проблеми. На сьогоднішній день вченими та інженерами зроблений значний науково-технічний заділ з підвищення опору динамічним зусиллям конструкцій рухомого складу. Так в роботах [3, 4] запропоновані загальні принципи реалізації системного підходу при проектуванні вантажних вагонів. В них визначені діючі на вагон динамічні зусилля та загальні принципи конструктивної протидії ним. В працях [5, 6, 7, 8] розглянуті виникаючі в експлуатації динамічні навантаження, їх вплив на ходові якості та можливі наслідки в часі. При цьому

особлива увага приділяється модулем ходової частини рухомого складу. В працях [9, 10] автором розглянуті особливості перспективних профілів в несучій системі вантажних вагонів. Проте детально не розглянуто особливості підсилення несучих системи в рамках можливих модернізацій. Автори статей [11, 12] детально визначили причини, наслідки та варіанти протидії виникаючим динамічним зусиллям для вагонів платформ та вантажних вагонних візків. В результаті проведеного аналізу з'ясовано, що питання модернізації несучих систем зерновозів з метою підвищення опору динамічним зусиллям приділено недостатню увагу та відповідних конструктивно-технологічних рішень не запропоновано.

Викладення основного матеріалу. Під час проведення технічного діагностування вагонів-зерновозів моделі 19-752 визначилась тенденція виявлення однотипних тріщин в хребтових балках в районі клепаного з'єднання їх із задніми упорами (рис. 2).

Беручи до уваги одноманітність виявлених дефектів у вагонах-зерновозах моделі 19-752 та фактичний відсоток їх вибраковки, то можна прогнозувати, що у 2017 році загальна їх кількість буде становити близько 200 одиниць.

Спеціалізований критичний вагон-хопер моделі 19-752 для перевезення зерна габариту 1-ВМ.

Вагон моделі 19-752 суцільнометалевий (рисунок 3), обладнаний пристроями бункерного типу з використанням гравітаційної властивості вантажу при вивантаженні самопливом. Рама 8, бокові 5 і торцеві 6 стіни, дах 1 утворюють кузов вагона.

Вагон має шість бункерів 11 по три з кожного боку з механізмами 12 для відкривання і закривання розвантажувальних люків.

Для полегшення висипання вантажу на бункерах передбачені пристрої 13 для постановки вібраторів. Вагон завантажують через чотири щільні завантажувальні люка 2, розташованих в даху кузова.

Люки закривають кришками (1690x660 мм) з гумовими ущільнювачами. Кожна кришка закривається двома пружними закидачками 3, які в закритому положенні заходять за захватні скоби, приварені до даху, і притискають кришку до горловини люка.

Для попередження самовільного виходу закидачок з захватних скоб кришки обладнані механізмом запирання.

Він являє собою вал 4, розташований уздовж кришок люків по всій довжині даху, з привареними до нього проти кожної захватної скоби секторами. Привід валу 7 розташований на торцевій стіні вагона. При повороті валу за годинниковою стрілкою його сектора закривають відкритий простір захватних скоб і виключають вихід закидачок 3 з-під них.

Для потрапляння на дах кузова на торцевій стороні і на рамі встановлені сходи 9. Перехідна площа вагона забезпечена огороженням 10. Всі несучі елементи кузова виконані з низьколегованої сталі 09Г2Д, а обшивка зі сталі 10ХНДП-2.

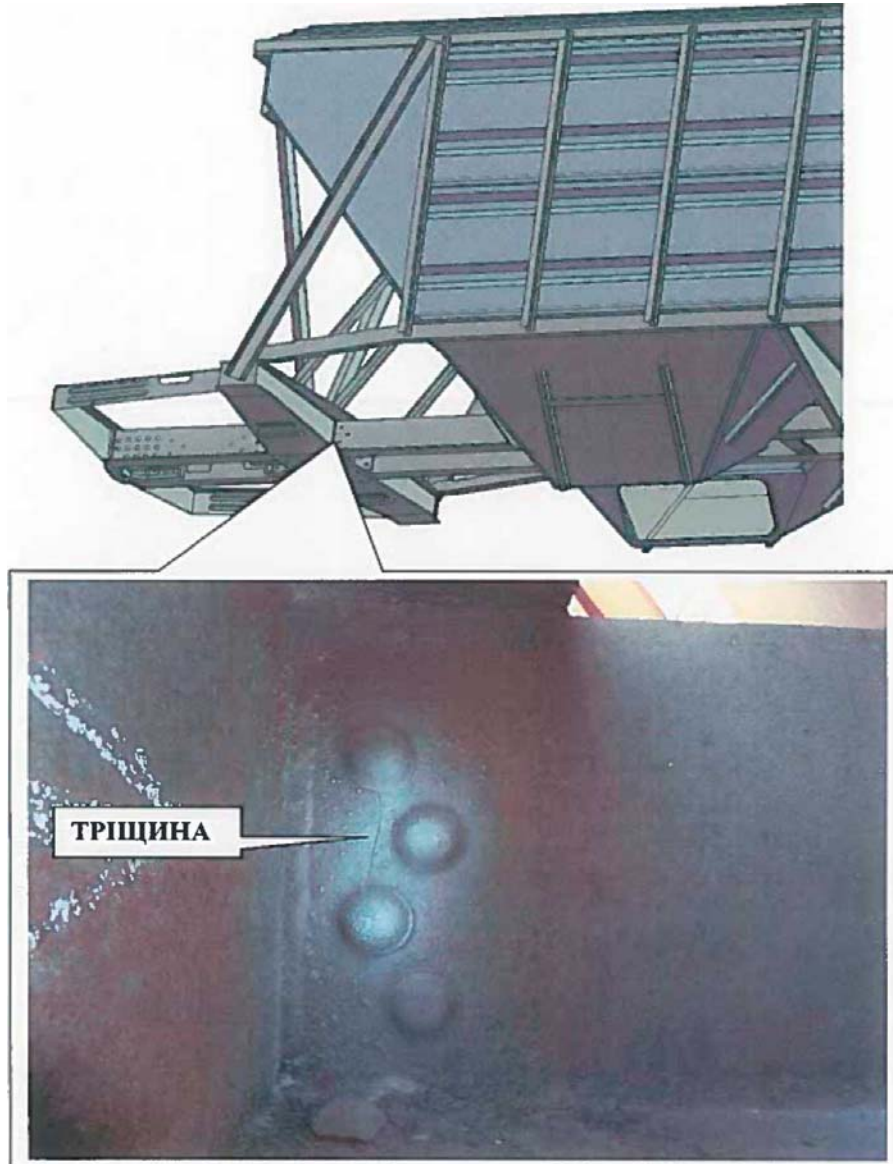


Рис. 2. Місце виникнення тріщини в хребтовій балці вагона-зерновоза моделі 19-752

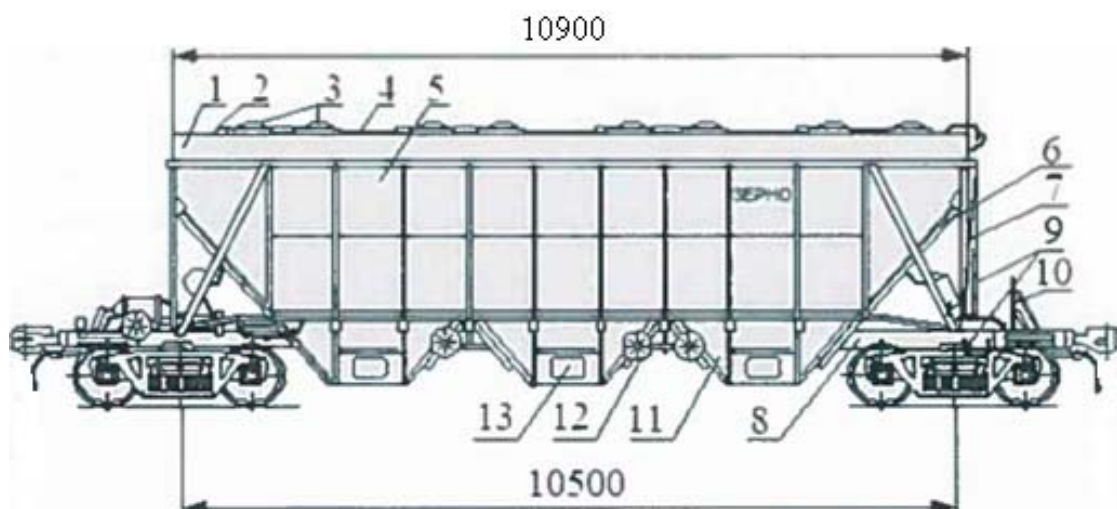


Рис. 3. Загальна будова вагона 19-752

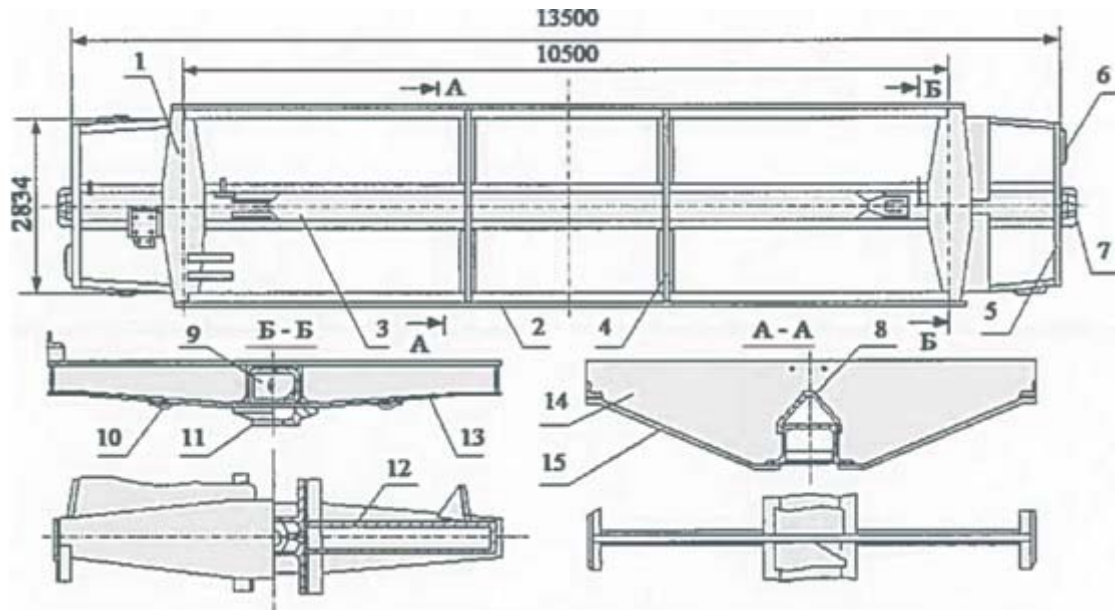


Рис. 4. Рама вагону

Рама (рисунок 4) складається з хребтової 3, двох бокових 2, двох кінцевих 5, двох шворневих і двох середніх 4 балок. Хребтова балка зварена з двох 2-образних профілів № 31, перекритих в середній частині коником 8 (4 мм) для кращого зсіпання вантажу.

В консольній частині хребтова балка посилена розеткою 7 і упорами автозчепу. Бокові балки виконані з кутового профілю 125x80x10 мм.

Кінцеві балки зварені з листів товщиною 4 мм та мають Г-подібну форму поперечного перерізу. Для безпечної роботи складача поїздів на кінцевий балці встановлені поручні 6.

Шворневі балки коробчастого перетину складаються з двох вертикальних 12 (6 мм) і двох горизонтальних 13 листів (10 мм). На нижньому горизонтальному листі балки укріплені ковзуни 10 і п'ятник 11.

Для забезпечення міцності опорного вузла і підвищення жорсткості з'єднання шворневої і хребтової балок між ними встановлена надп'ятникова коробка 9.

Середні поперечні балки складаються з вертикального 14 (6 мм) і нижнього нахилоного 15 (8 мм) листів.

Бокові стіни виконані з гофрованих металевих листів 6 товщиною 3 мм, підкріплених для жорсткості десятьма стойками 5, верхньою 4 і нижньою 7 обв'язками.

Стойки виготовлені з двотавра № 10, верхня обв'язка 4 - з гнучого спеціального профілю товщиною 6 мм, а нижня - з прокатного куточка 125x80x10 мм.

Для більшої жорсткості кожна стіна пов'язана з рамою двома похилими швелерами № 9, які зварені з листів товщиною 5 мм у формі усіченої піраміди та мають розвантажувальні кришки 10 люків з гумовими ущільнювачами. Кожні два протилежні бунке-

ра забезпечені одним важільним механізмом розвантаження з приводним штурвалом 8.

Механізм розвантаження забезпечує попарне відкривання і закривання кришок люків бункерів, а також дозволяє дозувати висипання зерна або припиняти вивантаження в будь-який момент часу.

Механізм складається з гвинтового приводу зі штурвалом, укріпленого на кронштейні, та системи шарнірно пов'язаних між собою важелів і тяг з розпірками, з'єднаними попарно з кришками розвантажувальних люків.

Закриття кришок забезпечується заходом осей розпірок за "мертву" точку, що оберігає кришки від мимовільного відкривання. Для більш повного вивантаження вагона передбачена можливість установки на бункерах вібраторів.

Торцеві стіни нахилені під кутом 55° до площини рами. Вони зварені з верхнього та нижнього листів товщиною 4 мм і двох бокових обв'язок кутового профілю 60x60x6 мм.

Руйнування в рамі кузова вагонів-зерновозів моделі 19-752 виникають в хребтовій балці в районі клепаного з'єднання її із заднім упором автозчепного пристрою.

Аналіз частоти непланових ремонтів вагонів-зерновозів

Для аналізу частоти непланових ремонтів зерновозів були проаналізовані дані щодо проведених непланових ремонтів за період з 01.01.2016р. по 30.04.2017р.. Так згідно довідки ГЮЦ УЗ 2078 за даний період непланові ремонти (ТОВ-1 та ТОВ-2) зерновозів парку ПАТ «Укрзалізниця», проводилися 20 597 вагонам, з них проведення ТОВ-1 складає 8 768 вагонів, ТОВ-2 - 11 829 вагонів. Станом на 01.05.2017, згідно з даними довідки ГЮЦ УЗ 2066, парк зерновозів ПАТ «Укрзалізниця» становить 11 649 вагонів, із середнім відсотком зносу 98,43%. Таким чином середня кількість непланових ремонтів,

що приходяться на 1 вагон загального парку зерновозів становить 1,77. Роки побудови зерновозів даного парку знаходяться в діапазоні 1976 - 1993 р.

Нормативний строк служби зерновозів становить 30 років, і враховуючи, що знос парку зерновозів сягає 98%, зерновозам із закінченим строком служби проводиться обстеження технічного стану для подовження їх строку служби і подальшої експлуатації на залізницях України. Під час проведених обстежень технічного стану за період з 01.01.2016 року по 30.04.2017 року були виявлені зерновози (загальна кількість 100 шт.), по яким були зафіксовані випадки типових тріщин несучих конструкцій.

Порівняння кількості непланових ремонтів зерновозів, по яким були виявлені типові тріщини під час технічного обстеження з зерновозами загального парку показало, що для зерновозів з дефектами не характерне збільшення непланових ремонтів під час експлуатації. По кількості непланових ремонтів в експлуатації вони проявляють себе на рівні зерново-

зів, по яким під час технічного обстеження не було зафіксовано дефектів несучих конструкцій.

Результати порівняння виконання непланових ремонтів на зерновозах з дефектами та на зерновозах загального парку ПАТ «Укрзалізниця» представлені в таблиці 1.

Таблиця 1
Порівняння кількості непланових ремонтів зерновозів з дефектами і загальним парком вагонів-зерновозів

Опис показника	Зерновози з дефектами	Зерновози загального парку ПАТ «УЗ»
Частота непланових ремонтів ТОВ-1 на 1 вагон	0,76	0,75
Частота непланових ремонтів ТОВ-2 на 1 вагон	0,77	1,01
Загальна частота непланових ремонтів на 1 вагон	1,53	1,77



Рис. 5. Тріщина в хребтовій балці

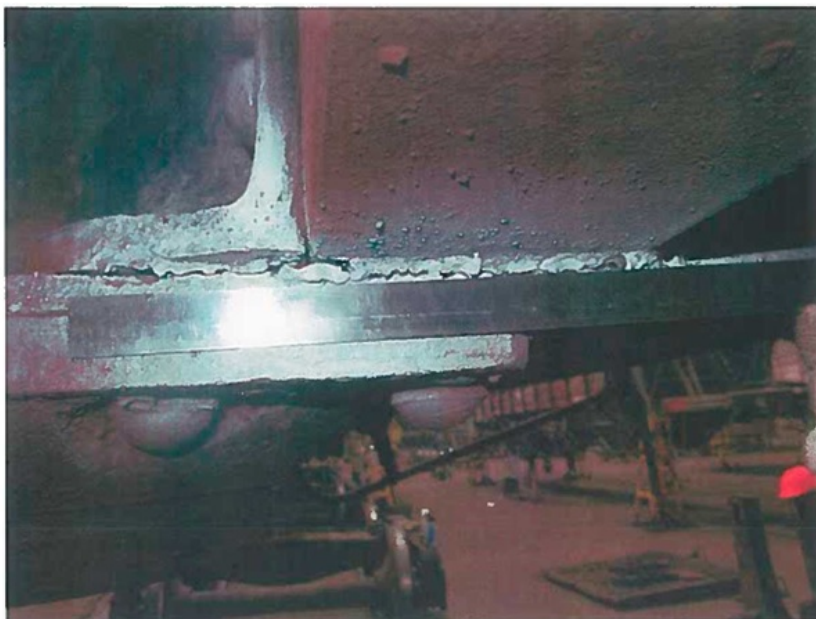


Рис. 6. Тріщина в зварному шві який з'єднує хребтову балку з шворневою

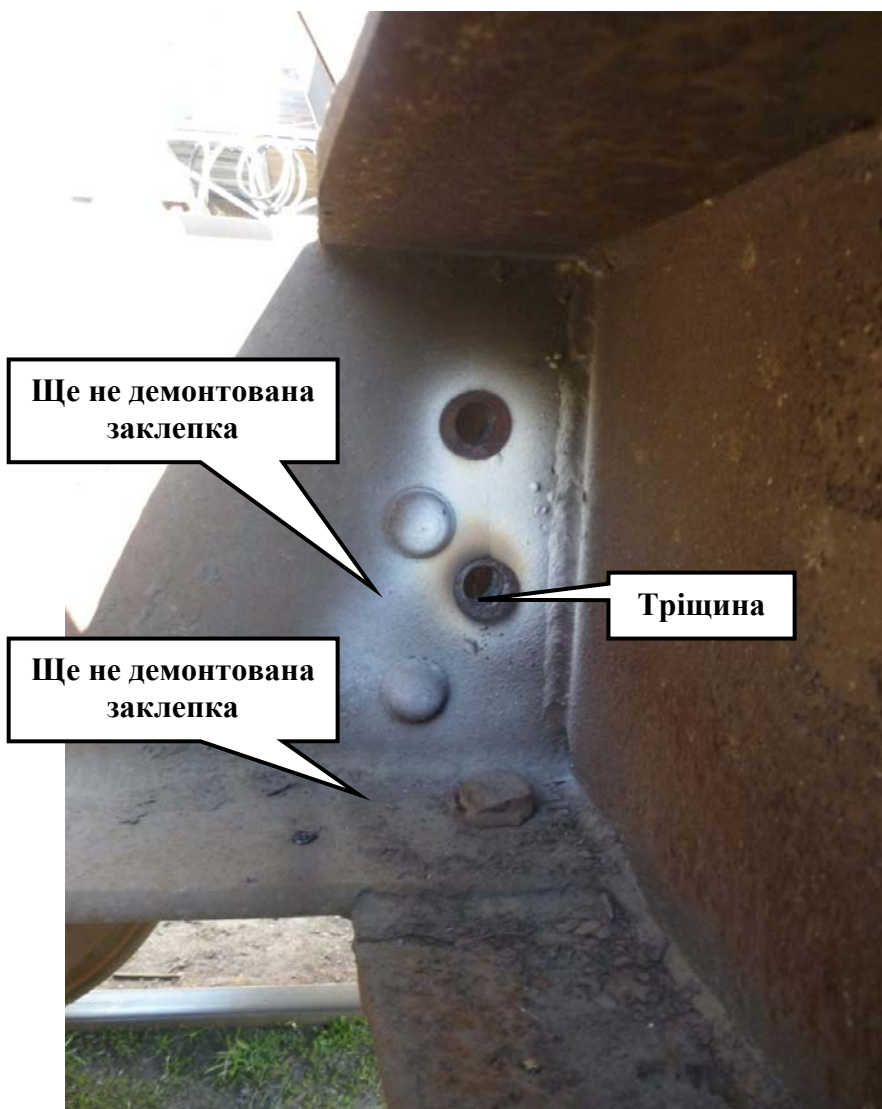


Рис. 7. Демонтаж заклепок

Дослідження місць виникнення тріщин на рамі вагона-зерновоза

В вагонному депо Херсон було проведено дослідження місць виникнення руйнувань рами кузова вагонів-зерновозів моделі 19-752 з застосування магнітопорошкового методу неруйнівного контролю.

Для проведення досліджень вагони-зерновози, які зазнали руйнувань рами кузова було виставлено на технологічні підставки, візки викочені та розібрані автозчепні пристрої.

По результатам контролю виявлено:

- тріщини в хребтових балках двох вагонів, що досліджувалися в районі клепаного з'єднання її із заднім упором (рисунок 5);

- ослаблення заклепок в місцях виникнення тріщини

- тріщини в зварних з'єднаннях нижнього листа шворневої балки з хребтовою балкою двох вагонів, що досліджувалися (рисунок 6);

- тріщину в задньому упорі одного із вагонів зі сторони поглинального апарату.

Модернізація полягає у наварюванні посилюючої планки в місце виникнення тріщин з поступовою зміною товщини а значить і жорсткості дозволила отримати найменші напруження.

Порядок модернізації:

1. Зрізати головки та демонтувати заклепки (4 шт.) в районі виникнення тріщини (Рис. 7). Головки заклепок зрізати з внутрішньої сторони хребтової балки, щоб виключити термічний вплив на хребтову балку в районі виникнення тріщини.

2. Виконати операції вказані в п. 1 з протилежної сторони, навіть у випадку відсутності тріщини.

3. Відрізати від заднього упора дві частини, як показано на рис. 8 та рис.9.



Рис. 8. Частина заднього упора, що відрізається

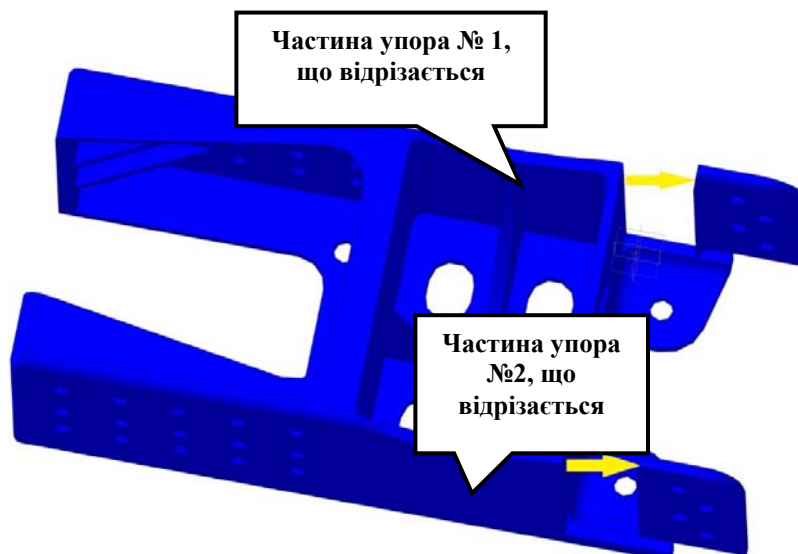


Рис. 9. Частина заднього упора, що відрізаються

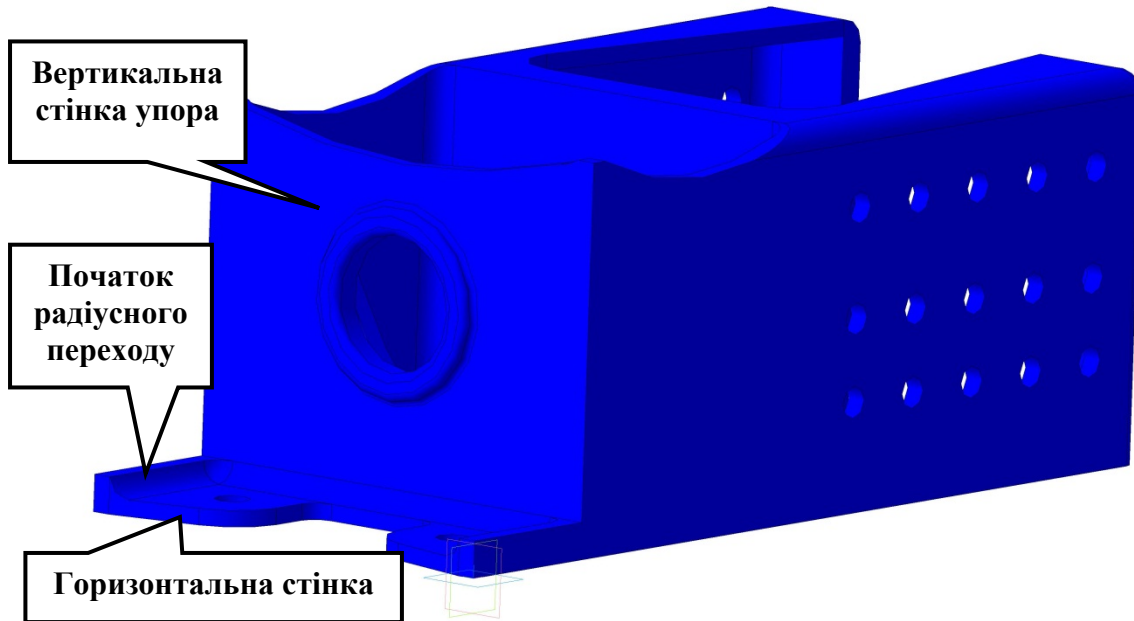


Рис. 10. Лінія різів в нижній частині

4. Частини відрізаються врівень з вертикальною стінкою упора, а внизу відрізаються до початку радіусного переходу на горизонтальну стінку упора (Рис. 10).

5. Розробити тріщину та усунути її зварюванням.

6. Зачистити зварний шов усунутої тріщини з внутрішньої сторони врівень з хребтовою балкою.

7. Виготовити деталь яка показана на Рис. 11. згідно кресленника Рис. 12.

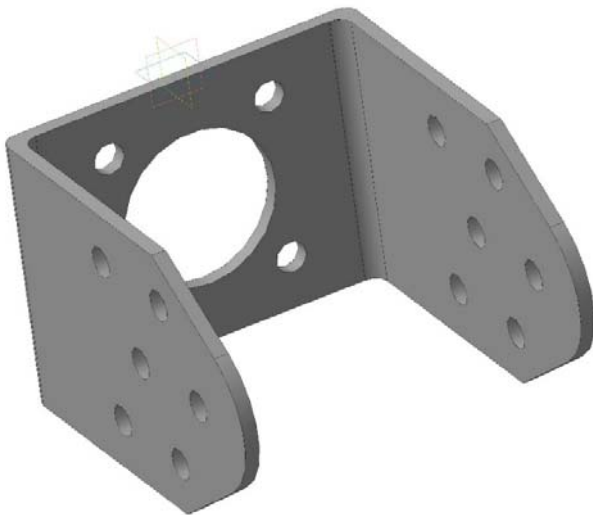


Рис. 11. Деталь яка виготовляється

8. Встановити виготовлену деталь на місце зрізаних частин упора (як показано на Рис. 13 та Рис. 14) та обварити. Деталь приварюється до хребтової балки по її контуру та через електрозаклепки (12 отв. \varnothing 30 мм), а до вертикального листа упора через отвори (4 отв. \varnothing 30 мм та 1 отв. \varnothing 150 мм).

Переваги:

1. Не потрібно обладнання для встановлення заклепок, що дозволяє виконувати ремонт в умовах депо.

2. Усунута тріщина зовні не закрита накладкою, що дозволяє періодично її контролювати під час експлуатації.

3. Доступ до тріщини, при її усуненні забезпечується з обох сторін, що дозволяє застосувати двостороннє зварювання.

4. Місце виникнення тріщини після проведення ремонту та модернізації розвантажується, що забезпечує запобігання виникнення повторних тріщин в цьому місці.

Недоліки:

Роботи виконуються з внутрішньої сторони хребтової балки, що ускладнює проведення ремонтних робіт.

Міцнісні розрахунки кінцевого варіанту .

Модернізації кузова вагона зерновоза проведено на основі побудованих розрахункових схем з додаванням залишкових напружень в розмірі 20% від границі текучості.

Так як в модернізації використовуються зварні з'єднання критичними будуть дотичні напруження, так як вважається що зварне з'єднання працює на зріз. Оцінювання міцності виконується шляхом порівнювання отриманих напружень допустимими дотичними напруженнями для режиму I $[t]=178$ МПа, а для режиму III $[t]=120$ МПа. Оцінювання можливого накопичення напружень виконується шляхом порівнювання отриманих напружень з границею витривалості за дотичними напруженнями при пульсуючому циклі $t_0=70$ МПа.

Модернізація за кінцевим варіантом відповідає вимогам міцності, найбільші напруження не перевищують границі витривалості за дотичними напруженнями для пульсуючого циклу $62,3$ МПа < $[70$ МПа].

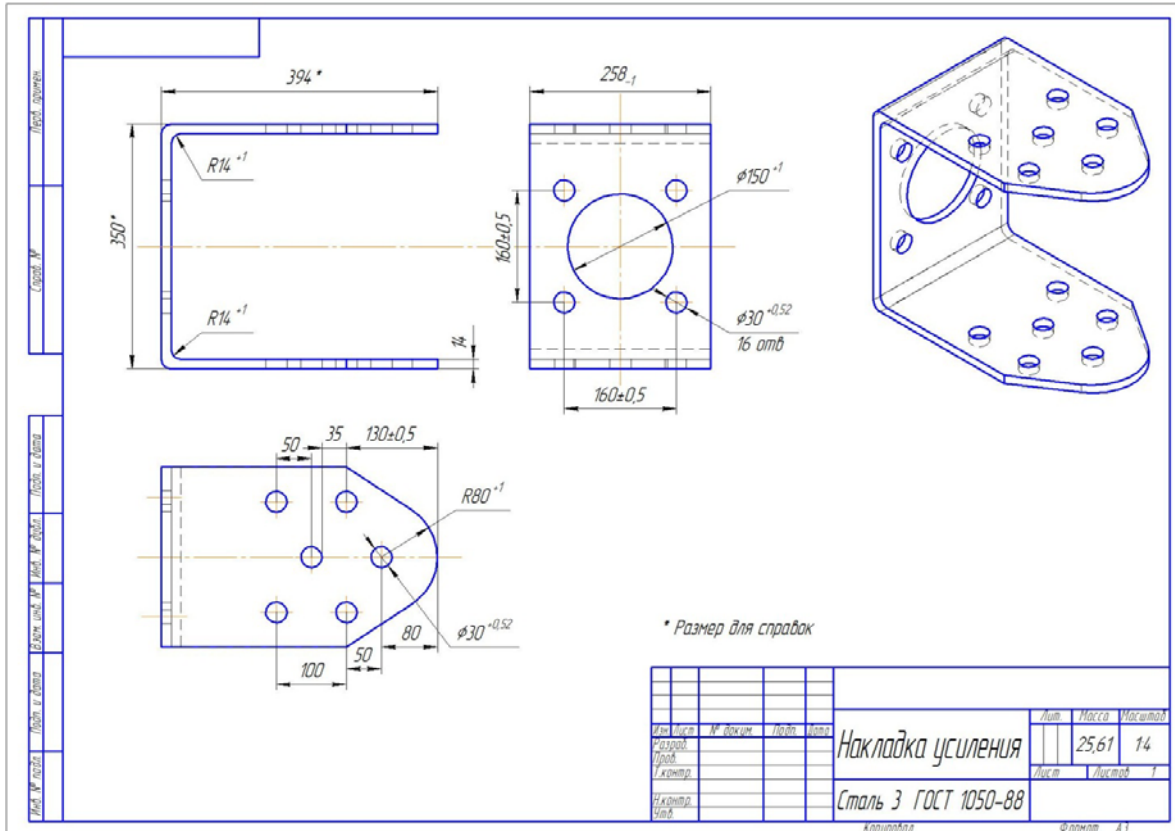


Рис. 12. Кресленник деталі

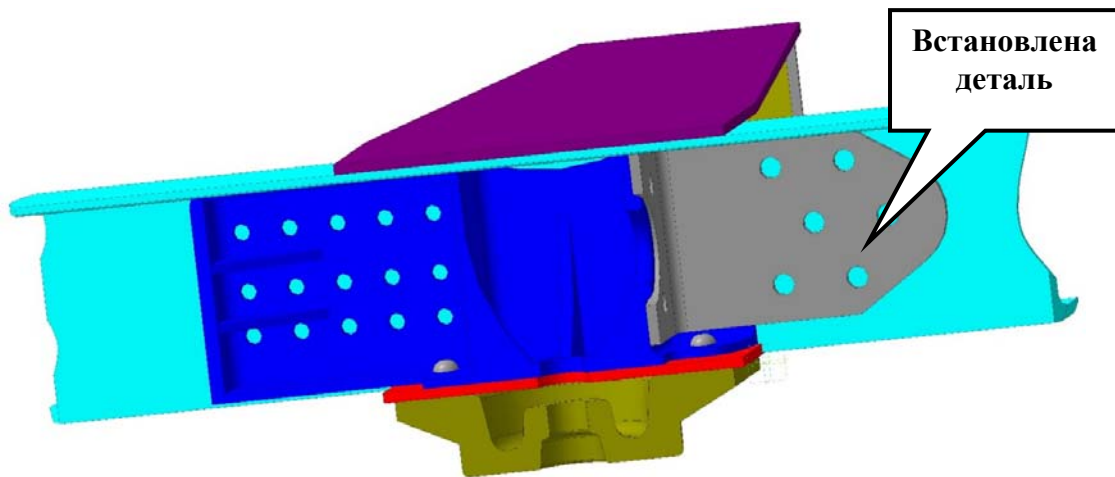


Рис. 13. Встановлення деталі на кузов вагона

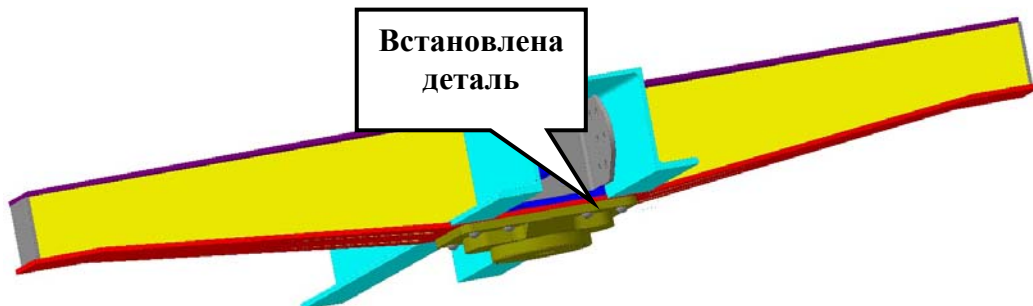


Рис. 14. Встановлення деталі на кузов вагона

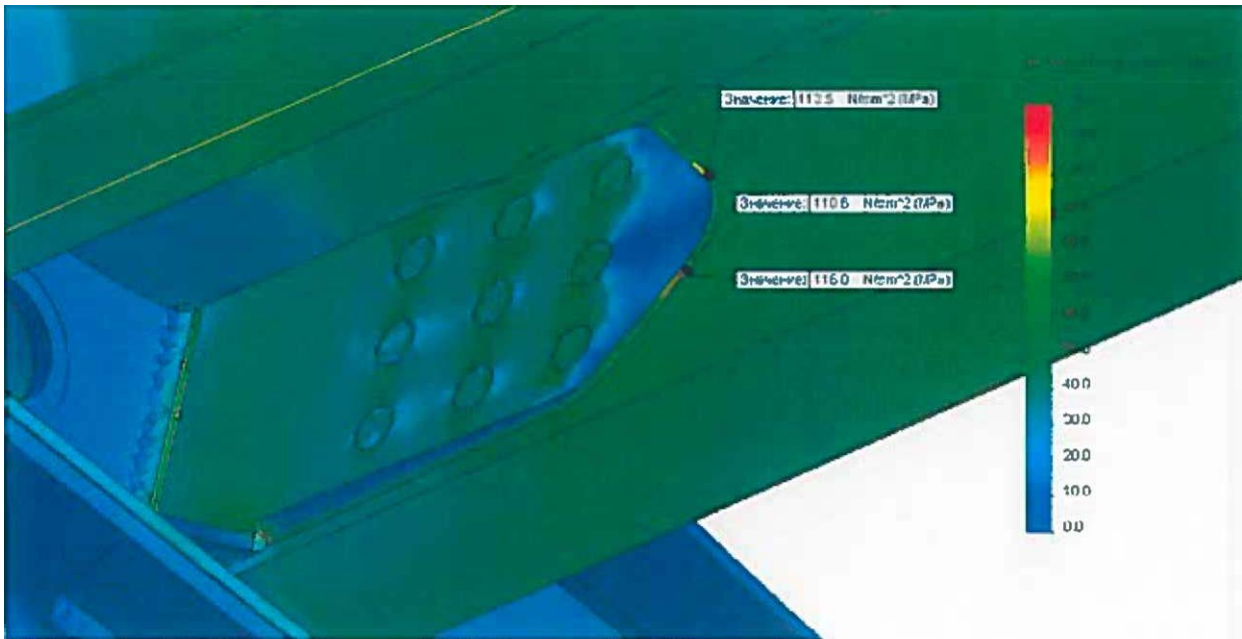


Рис. 15. Розподіл напружень кінцевого варіанту на хребтовій балці від поздовжніх сил. Режим III (розтягнення 1,0 МН)

Висновок. Руйнування в рамках кузовів вагонів-зерновозів моделі 19-752 виникають в хребтовій балці в районі клепаного з'єднання її із заднім упором автотягачного пристрою.

Найбільші навантаження (поздовжні) задній упор сприймає безпосередньо від корпусу поглинального апарата, які через клепане з'єднання передаються на хребтову балку. Саме від отворів в хребтовій балці під клепане з'єднання з задньою частиною заднього упору виникають тріщини.

За результатами розрахунку на міцність встановлено, що причинами виникнення втомних пошкоджень в зоні заклепкового з'єднання є різка зміна жорсткості в перетині хребтової балки. В режимах ривка та розтягування заклепкове з'єднання працює як однозрізне з'єднання з накладкою. Крайні заклепки для такої розрахункової схеми сприймають великі нормальні напруження 152 МПа в нормованому режимі III. Границя витривалості за нормальними напруженнями при пульсуючому циклі $[\tau]=120$ МПа. В режимі I норм перебування вагонів діючі нормальні напруження складають 252 МПа і різниця в напруження стає ще більш суттєвою.

Для заключного підтвердження запропонованої модернізації потрібно провести відповідні натурні випробування.

Література

- Butko, T. V. Formalization of the technology of arranging tactical group trains [Text] / T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, A. Kyman // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – 3 (76). – P. 38-43.
- Panchenko, S. V. Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises [Text] / S. V. Panchenko, T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, L. O. Parkhomenko // Науковий вісник НГУ. – 2016. – № 2. – P. 93-99.
- Фомін О.В. Концепція ідеальних кузовів напіввагонів / О.В. Фомін // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2013. – № 4(193). – С. 267-271.
- Кельріх, М.Б. Структурно-функціональне описання конструкції модуля кузова сучасних універсальних напіввагонів [Текст] / М.Б. Кельріх, В.І.Мороз, О.В. Фомін // Науковий журнал – Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: СХУ ім. В.Даля, 2014. – № 2(210). – С. 94-103.
- Sapronova 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 [Text] / Transport Problems // International Scientific Journal. – 2008. – V.3. – Is. 4. – P.2.– 47-57.
- M. 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, pp. 114 – 126.
- Gorbunov N., Kravchenko E., Demin R., Nogenko O., Prosvirova O. Analysis of the constructive features of railway brakes and methods of improving the process of their functioning [Text] / N. Gorbunov, E. Kravchenko, R. Demin, O. Nogenko, O. Prosvirova // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – 2013. – Vol. 13, No. 5, Poland, pp. 98 - 102.
- Tartakovskiy E. Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems [Text] / E. Tartakovskiy, O. Gorobchenko, A. Antonovych // Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies. – 2016. – №. 5/ 3 (83). – P. 4-11. doi: 10.15587/1729-4061.2016.80198.
- Фомін, О.В. Аналіз доцільності застосування шестигранних порожнистих профілів в якості складових

- елементів несучих систем напіввагонів/ О.В. Фомін // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: науковий журнал. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2014. – Вип. 6(54) – С. 146-153
10. Фомін, О.В. Розробка методики впровадження різних профілів в якості складових елементів несучих систем вантажних вагонів [Текст]/ О.В. Фомін// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків. – 26'2012 С.29-33
 11. Lovska A. The study of dynamic load on a wagon-platform at a shunting collision [Text] / A. A. Lovska, A. Rybin // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 3 – p. 4 – 8.
 12. Determination of the dynamic characteristics of freight wagons with various bogie [Text] / S. Myamlin, L. P. Lingaitis, S. Dailydka [et al.] // Transport. – 2015. – Vol. 30. – Iss. 1. – P. 88–92. doi: 10.3846/16484142.2015.1020565.
 13. Fomin, O. Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model [Text] / O.V. Fomin / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». – 2015, № 1. – P.45-48.
- ### References
1. Butko, T. V. Prokhorchenko A.V., Kyman A. (2015). Formalization of the technology of arranging tactical group trains. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (76), 38-43.
 2. Panchenko S.V., Butko T.V, Prokhorchenko A.V., & Parkhomenko L.O. (2016). Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises. Naukovyi Visnyk NHU, 2, 93–99.
 3. Fomin, O.V. Konceptija ideal'nih kuzoviv napivvagoniv [The concept of ideal bodies gondola] [Text] / O.V. Fomin // Journal of East Ukrainian National University named after Vladimir Dal, a scientific journal. - Lugansk: EUNU. Dal, 2013. - № 4 (193). - S. 267-271.
 4. Kelrikh, M. B., Structural-functional description of module design exterior modern universal gondola cars [Text]/ M.. Kelsh, Moroz V. I., Fomin A. // Scientific journal – Bulletin of East-Ukrainian national University named after Volodymyr Dahl. – Lugansk: the DREAM im. Dal, 2014. – № 2(210). – S. 94-103.
 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. 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, Ałamów, 114–126.
 7. N. Gorbunov, E. Kravchenko, R. Demin, O. Nogenko, O. Prosvirova. (2013). Analysis of the constructive features of railway brakes and methods of improving the process of their functioning. TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture, 13(5), Poland, 98–102.
 8. 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.
 9. Fomin O. V. Analiz dotsilnosti zastosuvannya shestyhannykh porozhnystrykh profiliv v yakosti skladovykh elementiv nesuchykh system napivvagoniv //Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu im. akademika V. Lazariana, Nauka ta prohres transportu, 6 (54). – 2014. – С. 146-153.
 10. Fomin, O.V. Rozrobka metodiki vprovadgennja riznih profiliv v jacosti skladovih elementiv nesuchih system vantagnih vagoniv / O.V. Fomin // Visnik Nacionalnoho tehnicznego universitetu «HPI». – Kharkiv. – 26'2012 P.29-33
 11. Lovska A., Rybin A. (2015). The study of dynamic load on a wagon-platform at a shunting collision. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 3, 4–8.
 12. Myamlin S., Lingaitis L. P., Dailydka S., Vaičiūnas G., Bogdevičius M., Bureika G. (2015). Determination of the dynamic characteristics of freight wagons with various bogie. Transport, 30 (1), 88–92.
 13. Fomin, O. (2015). 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.
- Фомін А.В., Прокопенко П.Н., Горбунов Н.И. Сапронова С.Ю. Улучшение несущей способности вагонов-хопперов для перевезення зерна с целью повышения сопротивления динамические усилия ям.**
- В статье выполнен анализ современного состояния парка вагонов-хопперов для перевозки зерна в Украине. Результаты анализа показывают, что вагоны-хопперы для перевозки зерна почти исчерпали свой ресурс. В связи с чем предложенная модернизация, которая позволит продлить срок службы вагонов-зерновозов и повысит сопротивление динамическим усилиям действующих на раму кузова вагона. Однако внедрение предложенной модернизации обритувало необходимости проведения соответствующих исследовательских работ. Указанные работы включали исследование мест и причин возникновения трещин а их результат стал основой предложенной модернизации рамы вагона.*
- Ключевые слова:** транспортная механика, вагон-зерновоз, несущие системы, модернизация, сопротивление динамическим усилиям, ресурсо-сохранения.
- Fomin O.V., Prokopenko P. M., Gorbunov M.I. Sapronova S.U. Improving the bearing ability of hopper wagon for grain transportation with the purpose of resistanceincrease by dynamic efforts**
- The article analyzes the current state of the fleet of hoppers for the transportation of grain in Ukraine. The results of the analysis show that hopper cars for the transportation of grain have almost exhausted their resources. In connection with this, the proposed modernization, which will prolong the life of the grain carriage and increase the resistance to dynamic forces acting on the body frame of the car. However, the introduction of the proposed modernization substantiated the need for appropriate research work. The mentioned works*

included research of places and reasons of origin of cracks and their result became the basis of the proposed modernization of the frame of the car.

Key words: *transport mechanics, car-grain carrier, bearing systems, modernization, resistance to dynamic efforts, resource saving.*

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

Прокопенко П.М. – студент 2-го курсу освітньої кваліфікації магістр кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ.

Горбунов М.І. – д.т.н., проф., завідувач кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, СХУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк.

Сапронова С.Ю. – д.т.н., проф. кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ.

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

Стаття подана 21.04.2017