

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ (273)

УДК 629.463.65:621.863

Присвячено світлій пам'яті автора винаходу,
доктора технічних наук, завідувача кафедри вагонів, УкрДАЗТ (УкрДУЗТ),
професора Головка Владислава Федоровича
(1997-2007)

ВИВАНТАЖЕННЯ З ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПІВВАГОНІВ НАСИПНИХ ВАНТАЖІВ УДОСКОНАЛЕНИМ СПОСОБОМ ПЕРЕКИДАННЯ

Кандидати техн. наук Р. І. Візняк, В. В. Бондаренко

UNLOADING BULK CARGOES FROM RAILWAY GONDELLA CARS USING AN IMPROVED TIPPING METHOD

PhD (Tech.), Associate Professor R. Viznyak,
PhD (Tech.), Associate Professor V. Bondarenko

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.212.2025.336410>



Анотація. Як відомо, для найбільш ефективного вивантаження насипних і навалювальних вантажів із залізничного рухомого складу, а саме напіввагонів (НПВ), у морських і річкових портах, на електростанціях і промислових підприємствах України ще з середини 60-х років минулого століття широко застосований найбільш сучасний і продуктивний спосіб розвантаження НПВ за допомогою вагоноперекидачів (ВП) через використання, як здобутку важкого машинобудування, стаціонарних роторних вагоноперекидачів. Принцип розвантаження найзатребуванішого нетягового рухомого складу залізниць – НПВ – способом перекидання було введено на промислових підприємствах ще під час інтенсивної індустріалізації за німецьким досвідом і постачання цієї техніки і тепер успішно здійснюється за допомогою спеціальних технічних пристосувань – стаціонарних вагоноперекидачів роторного типу (СРВП). Збереження вагонного парку завжди мало важливе значення, і в сучасній площині використання державної власності це не є виключенням, а залишається злгоденням, у тому числі для сучасних власників та операторів вантажного рухомого складу. Головною причиною пошкоджень несучої конструкції НПВ є недотримання чіткості змісту керівних нормативних документів під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт із вантажним рухомим складом. Але на сьогодні за принципом перекидання на ВП і виробничими здобутками СРВП уже розроблені мобільні підвісні системи, а сам принцип дії покладений в основу конструкцій вагоноперекидачів підвісного типу (ВПТ). Дослідженню і застосуванню альтернативного та удосконаленого ВПТЗ присвячено матеріал цієї статті.

Ключові слова: напіввагон, кузов, вивантаження, насипний вантаж, пошкодження, збереження, міцність, альтернативне удосконалення, вагоноперекидач підвісного типу.

Abstract. As you know, for the most efficient unloading of bulk and bulk cargo from railway rolling stock, namely semi-wagons, in sea and river ports, power plants and industrial enterprises in Ukraine. Since the middle of the 60s of the last century, the most modern and productive method of

unloading liquid waste with the help of transfer wagons (WT) has been widely used, by using stationary rotary car transfer machines as a byproduct of heavy engineering. The principle of unloading the most in-demand, non-traction rolling stock of railways, namely the NPV, by means of tipping - was introduced at industrial enterprises in the last century, during intensive industrialization based on the German experience, and the supply of this equipment, and nowadays it is successfully carried out with the help of special technical devices - stationary rotary-type wagon tippers (SRVP). The preservation of the wagon fleet has always been important, and in the modern sphere of use of state property, this is not an exception, but remains a topical issue, including for modern owners and operators of freight rolling stock. The main cause of damage to the supporting structure of the LV is non-compliance with the strictness of the content of the governing normative documents during loading and unloading operations with rolling stock. But nowadays, on the basis of the principle of tipping on VP, and using the production achievements of SRVP, mobile suspension systems have already been developed, and their principle of operation is the basis of the designs of suspension-type wagon tippers (VPT). The material of this article is devoted to the study and application of alternative and improved VPT3.

Keywords: gondola car, body, unloading, bulk cargo, damages, preservation, strength, alternative improvement, suspension type wagon transfer.

Вступ. Для вивантаження з залізничного рухомого складу, частіше напіввагонів (НПВ), насипних і навалювальних вантажів у морських портах України, на електростанціях та інших промислових підприємствах перекиданням, чинними нормативними документами [1, 2] встановлено види пошкоджень несучої конструкції за завищених величин навантажень, що діють на НПВ, для розрахунків і проектування нових вагонів і забезпечення рівня збереження з виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР), і вже отримано розрахункові результати після проведених досліджень [3–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що всі типи стаціонарних роторних вагоноперекидачів (СРВП) працюють за принципом обертання залізничного рухомого складу, найчастіше за експлуатації НПВ, навколо свого геометричного центра тяжіння, тому навантаження, що діють на несучу конструкцію кузова НПВ, можна враховувати за деякими наближеннями ідентичними. Усі види робочих навантажень уже підтверджені динамікою розвантажувального процесу і в результаті часто спричиняють різного роду наслідки – пошкодження несучої конструкції кузовів [6, 7].

Визначення мети та завдання дослідження. Головною метою досліджень є отримання даних для розвантаження НПВ на вагоноперекидачі (ВП) і врахування їх для доопрацювання, а саме вагоноперекидача підвісного типу третього варіанта (ВПТЗ), конструкція якого опрацьована під час виїздів у морські порти Чорноморськ і Південний Одеської залізниці і удосконалена на кафедрі інженерії вагонів та якості продукції УкрДУЗТ [9, 10]. При цьому були поставлені такі основні завдання дослідження:

- ретельне практичне вивчення особливостей процесу взаємодії НПВ із робочими органами стаціонарних роторних вагоноперекидачів (СРВП), наприклад, останньої моделі, що перебуває в експлуатації, а саме ВРС-134, або його сучасної модернізованої модифікації ВРСМ-134;

- визначення показників напружено-деформованого стану кузова НПВ (універсального) з можливістю розвантаження на ВП;

- розроблення удосконаленої конструкції ВПТЗ за фактором мобільності, маневреності та можливості розвантаження кузовів НПВ за «прямим варіантом» у торгові судна водного транспорту;

Для проведення досліджень напружено-деформованого стану (НДС) кузова НПВ і виконання етапів математичного моделювання фізичного процесу ударного контакту кузова НПВ з привалочною плитою СРВП побудовано скінчено-елементну модель (СЕМ) кузова НПВ, наприклад, моделі 12-7023, який має універсальну конструкцію з розвантажувальними кришками люків у підлозі і експлуатований із можливістю розвантаження на ВП і за прямим варіантом – за допомогою ВПТ, на відміну від відомих попередніх конструкцій НПВ, які тяж обладнані кришками розвантажувальних

люків у підлозі і можуть бути розвантажені у класичний гравітаційний спосіб, але ніяк не використовуючи для цього грейферний спосіб, а тільки за дією кінематики розвантажувального руху, власної ваги сипких і навалювальних вантажів, тобто самовитікання.

Основна частина дослідження. На рис. 1, 2 наведені сучасна модернізована модифікація СРВП, ВРС-134 – ВРСМ-134 і розрахункова схема кузова НПВ за повертання платформи СРВП у початковий етап зміни кута повороту з розподіленням експлуатаційних навантажень поміж елементами кузова НПВ.



Рис. 1. Модернізована сучасна модифікація СРВП, ВРС-134 – ВРСМ-134

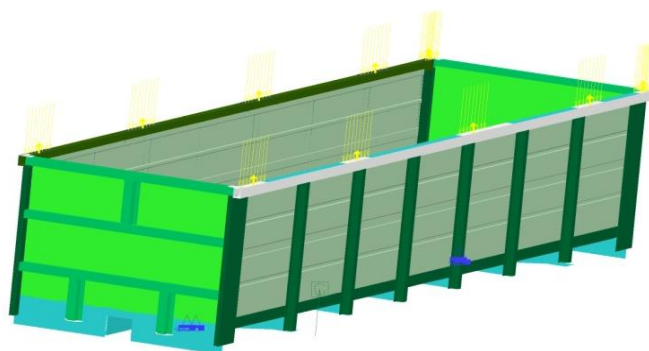


Рис. 2. Розрахункова схема кузова НПВ з поворотом платформи СРВП на початковому етапі зміни повного кута повороту

Вирішуючи завдання забезпечення рівня збереження міцності і надійності НПВ для завантажувально-розвантажувальних робіт (ЗРР), а також підвищення продуктивності розвантаження на кафедрі вагонів (нині інженерії вагонів та якості продукції) розроблено і запатентовано новий технічний засіб розвантаження НПВ – *вагоноперекидач підвісного типу другої модифікації (ВПТ2)*.

Аналізуючи отримані результати, опрацьовано графічні залежності конструкційних зон кузова НПВ, одну з яких подано на рис. 3, тобто залежності величини напружень і переміщень від положення відносно кута повороту системи СРВП-НПВ-НВ у середньому прогоні бокової стіни кузова НПВ.

За теоретичними положеннями і отриманими результатами [3, 4] стає можливим

прогнозувати покращення параметрів напружено-деформованого стану для вибраного кузова сучасного НПВ глухондонної конструкції [8], наприклад більш ранньої моделі 12-791 побудови теж ПАТ КВБЗ.

На підставі заходів, направлених на забезпечення рівня збереження кузовів НПВ для виконання ЗРР, і проведених розрахунків міцності кузовів НПВ можна стверджувати, що паралельне застосування рейферного вивантаження у ЗРР спричиняє пошкодження елементів конструкції кузовів НПВ, зниження рівня збереження і надійності, тому в майбутньому необхідно альтернативно відмовитися від уже застарілої технології та удосконалити спосіб перекидання, що, на відміну від рейферного вивантаження, відрізняється значно меншим пошкодженням кузовів і більшою продуктивністю вивантаження.

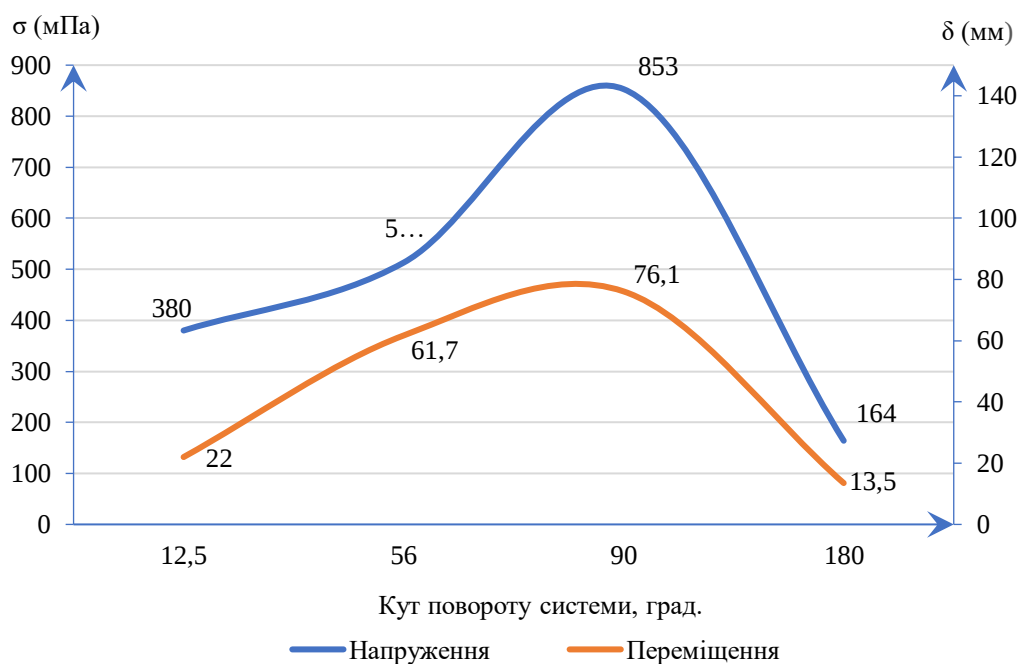


Рис. 3. Напруження і переміщення в середній секції кузова НПВ

Для вирішення завдання забезпечення збереження, міцності і надійності НПВ для ЗРР, а також підвищення продуктивності розвантаження на кафедрі вагонів УкрДУЗТ розроблено і запатентовано новий технічний засіб розвантаження НПВ –

вагоноперекидач підвісного типу (ВПТ) – як попередньої, так уже і вдосконалених модифікацій (ВПТ 1, 2 та 3) [9-11].

ВПТ практично усуває всі недоліки роботи відомих машин і механізмів, призначених для розвантаження НПВ.

Спосіб перекидання за усуненням розглянутих недоліків, на відміну від грейферного і гравітаційного, супроводжується найменшою кількістю пошкоджень кузовів НПВ з вивантаженням, тому він був взятий за основу для розроблення і удосконалення ВПТ. Розробляли нові технічні і технологічні заходи за чинною Стратегією розвитку морських портів України на період до 2038 року і раніше Державною програмою і концепцією «Соціально-економічного розвитку морських портів і припортових станцій на 2002-2007 рр.», базова проєктно-конструкторська документація впроваджена у виробництво у 2005 році.

Додавання до удосконаленої конструкції ВПТЗ відмінних ознак від відомих модифікацій дає змогу отримати бажаний технічний результат, який полягає у зменшенні динамічних навантажень як на НПВ, так і конструкцію ВП, зниженні напружень в елементах конструкції кузова НПВ і ВП, зниженні кількості пошкоджень НПВ, а також підвищенні надійності і значному скороченні часу розвантаження за рахунок проходження тягових органів по кінцевих секціях кузова НПВ через спеціально встановлені колоподібні напрямні навколо торцевих стін, а також чотирьох пар тягових органів, закріплених на одному валу.

За обертального руху навколо центра ваги кузова НПВ значно зменшується перекидання вантажу, завдяки чому попереджують зростання динамічних навантажень на НПВ і несучу конструкцію ВПТЗ, підвищується надійність, зменшується загальний час розвантаження.

Удосконалена конструкція ВПТЗ працює в запатентований спосіб [11]. Після подавання НПВ в зону розвантаження виконують усі допоміжні операції, під колісні пари встановлюють фіксуючі стаціонарні гальма, траверси разом із привалочною плитою і колоподібними і додатковими дугоподібними напрямними, закріпленими на спеціальній конструкції

для їх з'єднання з протилежної бокової стіни НПВ, заздалегідь навішаними на гак крана вантажопідйомністю 100 т до кузова НПВ. При цьому використовують плаваючий кран, наприклад високопотужний «Богатир», вантажопід'ємність якого 100 і 300 т (рис. 4). Привалочна плита на боковій стіні; комбіновані колоподібні напрямні жорстко закріплені до привалочної плити і поміж собою на торцевих стінах кузова НПВ; додаткові напрямні закріплені на привалочній плиті, спеціальна конструкція для з'єднання напрямних – на протилежній боковій стіні кузова НПВ (рис. 5). Після цього тягові органи, що закріплені зверху на барабанах механізму переміщення і підтримують, огинають кузов НПВ по кінцевих і шворневих перетинах і закріплені у відповідних вузлах з'єднання.

Після підготовчих робіт підтримувальні тягові органи через напрямні підводять під кінцеві і шворневі балки кузова НПВ і закріплюють у відповідних вузлах з'єднання напрямних і привалочної плити.

Механізмом піднімання крана переміщується закріплений у підвісній системі вагоноперекидача кузов НПВ, а візки залишаються на під'їзній колії.

Далі переміщують НПВ із вантажем до зони розвантаження. Вмикають привод механізму переміщення, відбувається обертальне переміщення привалочної плити разом із кузовом НПВ. Процес перекидання НПВ, саме поворот, показаний на рис. 6, відбувається навколо точок А і А', розташованих на прямій aa', яка проходить через центр ваги кузова НПВ із вантажем. З повним поворотом кузова НПВ на 180° закінчується процес перекидання зі звільненням від вантажу, точки закріплення основних і додаткових тягових органів – 1, 2, 3, 4, 5, 6 – переходять у точки 1', 2', 3', 4', 5', 6'. За допомогою реверсивної роботи привода відбувається зворотний обертальний рух кузова НПВ до зайняття початкового положення. Після цього кран підіймає рухому траверсу 1 із порожнім кузовом НПВ і переміщує його до під'їзної

колії з опусканням кузова на ходові частини. У зворотній послідовності роз'єднуються підтримувальні тягові органи від вузлів з'єднання з секціями – напрямними і привалочною плитою, їх виводять з-під кузова НПВ 12, а потім за допомогою привода крана знімають із його бокової стіни повністю всю підвісну систему ВПТЗ,

привалочну плиту з колоподібними і додатковими напрямними, закріпленими на спеціальній з'єднувальній конструкції. На цьому закінчується цикл вивантаження з НПВ сипкого вантажу, а сам НПВ, звільнений від підвісної системи ВПТЗ, маневровим локомотивом переміщують з зони розвантаження.



Рис. 4. Плавучий кран «Богатырь»
вантажопідйомністю 100-300 т

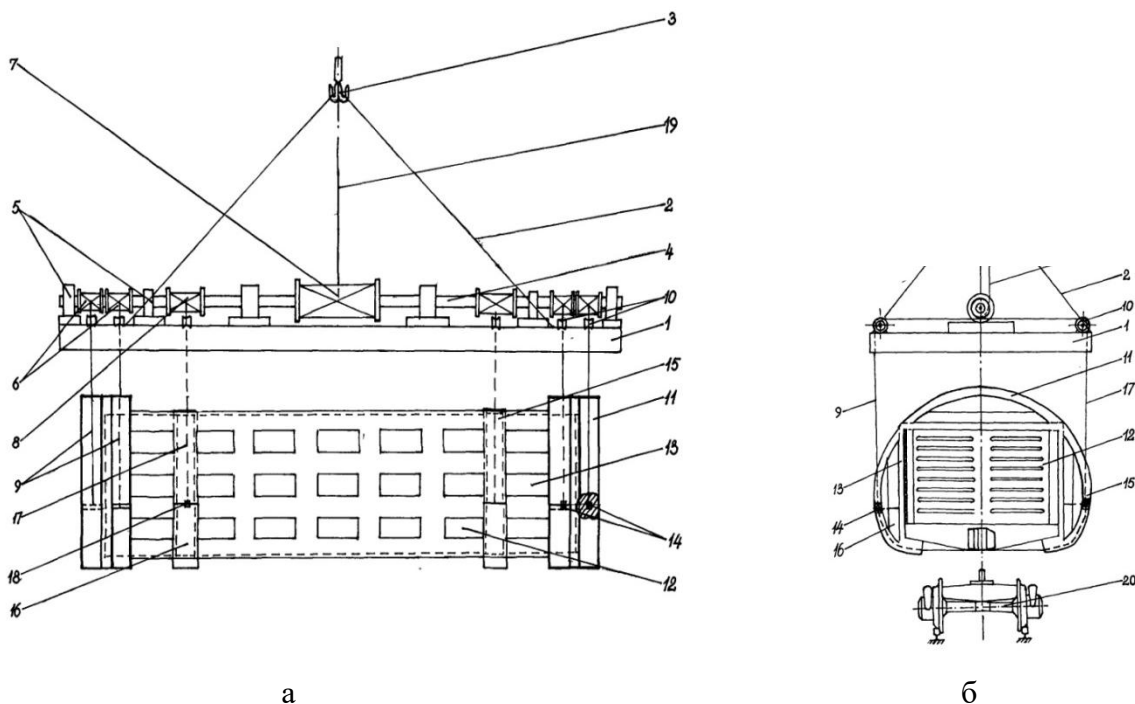


Рис. 5. ВПТЗ, удосконаленої конструкції: а – вигляд спереду; б – вигляд зліва

ВПТЗ зменшує кількість пошкоджень кузовів НПВ і підвищує продуктивність вивантаження насипних і навалювальних вантажів, що негативно характеризує грейферне розвантаження і дасть змогу розвантажувати за прямим варіантом – у трюмний простір вантажних комерційних суден без проміжного перевантаження.

ВПТЗ може бути використаний для вивантаження насипних, навалювальних і деяких штучних вантажів у залізнично-водному сполученні в морських і деяких річкових портах України. Процес розвантаження НПВ на ВПТЗ удосконаленої конструкції наведено на рис. 6.

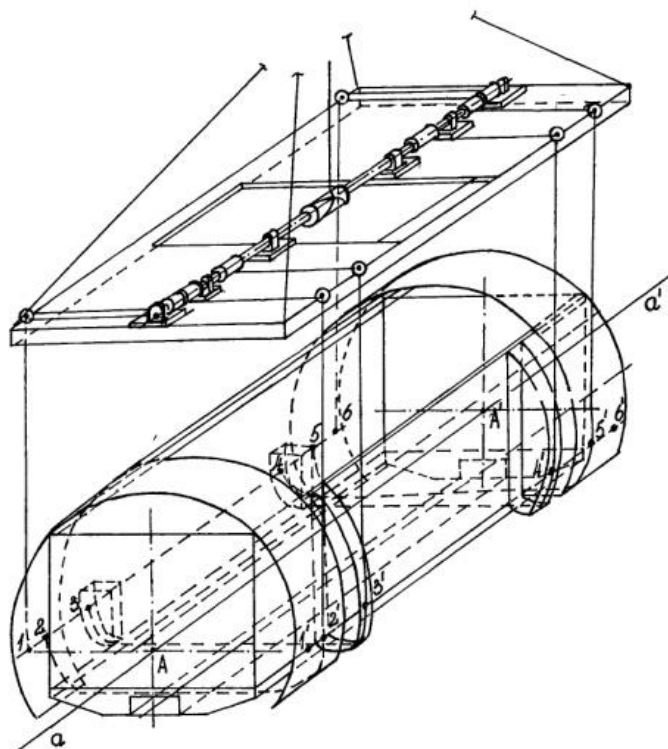


Рис. 6. Процес розвантаження НПВ на ВПТЗ удосконаленої конструкції

Практичне значення роботи. За проведеними дослідженнями і наведеним техніко-економічним обґрунтуванням практичної значущості ВПТЗ у залізнично-водному сполученні отримано державні патенти на винаходи [11, 12] з метою обов'язкового і своєчасного впровадження у вітчизняне виробництво України.

Висновки. За отриманими результатами можна зробити такі висновки:

- виконуючи науково-дослідні роботи зі створення ВПТЗ, вивчено особливості

процесу взаємодії НПВ з робочими органами СРВП;

- проведено розрахунки міцності і визначено основні показники напружено-деформованого стану кузова універсального НПВ, з'ясовано, що він може бути задіяний для розвантаження на ВП різних типів;

- під час робочого перебування в українських морських портах Чорноморськ і Південний розроблено і запатентовано удосконалену модифікацію ВПТЗ.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Чинний від 2014-12-02. URL: <http://uas.org.ua> (дата звернення: 21.05.2021).
2. ДСТУ ГОСТ 22235:76:2010:2015. Вагони вантажні магістральних залізничних доріг колії 1520 мм. Загальні вимоги щодо забезпечення збереження під час завантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт (ГОСТ 22235-2010, IDT). Чинний від 2010-11-12. Вид. офіц. Київ, 2015. 24 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082560> (дата звернення: 10.12.2023).
3. Розробка і дослідження технічних засобів для підвищення надійності вантажних вагонів і продуктивності вивантаження сипучих вантажів: звіт з НДР № 0104U003237 / В. Ф. Головка, Р. І. Візняк, В. В. Бондаренко та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2006. 230 с.
4. Візняк Р. І. Визначення параметрів напружено-деформованого стану піввагона при розвантаженні роторним вагоноперекидачем. *Збірник наукових праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2023. Вип. 204. С. 54-61. URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/07/tht_zbirn_204.pdf.
5. Візняк Р. І. Визначення динамічних сил, що діють на піввагон при розвантаженні роторним вагоноперекидачем. *Збірник наукових праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2023. Вип. 203. С. 35-44. URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/tht_zbirn_203_2023.pdf.
6. Herzog M., Severin F., Wirtz R. Developing the high performance car dumper: Wagon dumper technology and its associated infrastructure; Part 1 [Article@Der Weg zum Hochleistungsskipper: Die Technik der Waggonkipper und die notwendige Infrastruktur; Teil 1]. *Cement International*. 2021. 19 (2). P. 26-35. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108105078&partnerID=40&md5=d2122b166bc0ec462ed18937643a5ab4> (last access: 10.12.2023).
7. Візняк Р. І. Дослідження особливостей взаємодії рухомого складу з технічними засобами вантажно-розвантажувальних робіт у залізнично-водному сполученні: грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених. Дог. № JP/F11/0070 від 21.01.2006 р. № 0106U004123. Харків: УкрДАЗТ, 2006. 144 с.
8. Піввагон з глухим кузовом: пат. 72360 Україна, № 72360 МПК⁷ B61F 1/00, B61D 3/00 / Чепурченко І. В., Візняк Р. І. (Україна); УкрДАЗТ. № 201203065; заявл. 16.03.2012; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 6. 9 с.
9. Вагоноперекидач: пат. 38112 Україна, МПК⁷ B65G67 / 48 / Головка В. Ф., Венцель Є. С., Деркач І. А., Візняк Р. І. (Україна); УкрДАЗТ. № 1771-III; заявл. 30.05.2000; опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12. 8 с. URL: <https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich> (last access: 10.12.2023).
10. Вагоноперекидач: пат. 74937(74938) Україна, МПК⁷ B65G67 / 48 / Головка В. Ф., Візняк Р. І., Головка Т. В. (Україна); заявл. 21.04.2004; опубл. 15.02.2006, Бюл. № 2. 6 (9) с. URL: <https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich> (last access: 10.12.2023).
11. Вагоноперекидач: пат. 86988 Україна, МПК⁷ B65G67 / 48 / Головка В. Ф., Візняк Р. І., Бондаренко В. В., Хоменко В. С., Головка Т. В. (Україна); заявл. 21.04.2004; опубл. 16.06.2009, Бюл. № 11. 5 с. URL: <https://uapatents.com/patents/viznyak-ruslan-ivanovich> (last access: 10.12.2023).
12. Поромне судно для перевезення одиниць залізничного рухомого складу або контейнерів: пат. 85438 Україна, МПК⁷ B63B35/27/25/ Головка В. Ф., Візняк Р. І.,

Головко Т. В. (Україна); заявл. 26.03.2007; опубл. 12.03.2009, Бюл. № 2. 4 с.
URL: <https://uapatents.com/patents/golovko-vladislav-fedorovich> (last access: 05.11.2024).

Візняк Руслан Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0001-6179-4981.

Тел.: (057)7301035, +380502308245. E-mail: viznyakruslan@kart.edu.ua.

Бондаренко В'ячеслав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0003-4019-4017.

Тел.: (057)7301035, +380662508766. E-mail: bondarenko@kart.edu.ua.

Viznyak Ruslan, PhD (Tech), Associate Professor, Department of wagon engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0000-0001-6179-4981. Тел.: (057)7301035, +380502308245.

E-mail: viznyakruslan@kart.edu.ua.

Bondarenko Viacheslav, PhD (Tech), Associate Professor, Department of wagon engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0000-0003-4019-4017. Тел.: (057)7301035,

+380662508766. E-mail: bondarenko@kart.edu.ua.

Статтю прийнято 25.02.2025 р.