

УДК 656.225.078.111:633.1

DOI: 10.34029/2311-4061-2023-146-1-42-50

*Канд. техн. наук Мямлін С.С.*

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ  
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ  
IMPROVING THE DESIGN OF ROLLING STOCK OF RAILWAYS  
TO PROVIDE INTERMODAL TRANSPORTATION OF GRAIN**

*Ключові слова:* транспортування зернових, інтермодальні перевезення, контейнери, інноваційні розробки.

**Вступ**

Стійке зростання обсягів виробництва аграрного сектору національної економіки України потребує підвищення рівня логістичного та транспортного супроводу перевезень сільськогосподарської продукції. При цьому слід окремо виділити стрімке зростання обсягів виробництва зернових. Так, якщо в Україні в 2007 році було вироблено 29 млн. т зернових (з яких було експортовано 4,5 млн. т), а до 2017 року вже було досягнуто позначки більш ніж 66 млн. т зернових, з яких близько 44 млн. т було експортовано. Агропромисловий комплекс став провідною галуззю економіки та за даними Державної служби статистики України становить 12,5 % від ВВП та 40% від усього експорту країни. У 2022 році врожай зернових в Україні становив за різними оцінками від 54,1 до 55,7 млн. т і у порівнянні з рекордними 86 млн. т 2021 році менше, через російське військове вторгнення.

В експорті основних зернових культур Україна посідає 1-6 місця у світі, і в перспективі ці позиції зміцнюватимуться. Ось деякі показники країни, як експортера, у світі:

- № 1 з соняшнику та соняшникової олії;
- № 4 з кукурудзи;
- № 5 з ячменю;
- № 6 з пшениці.

Україна експортує продукти харчування та зернові до 174 країн світу, згідно даних Центра транспортних стратегій. Але в той же час у країні гостро стоїть питання забезпечення логістики та транспортної інфраструктури, які обслуговують ринок зерна [1].

До лютого 2022 року, за даними транспортної компанії GEFSCO-Україна, через складнощі в логістиці українські аграрії втрачали до \$20 на тонні виробленої продукції. За даними Світового банку через складну логістику вітчизняні аграрії щорічно недоотримують від \$600 млн. до \$1,6 млрд. Це 20-50 % від поточного обсягу банківських позик сільському господарству країни [2]. З 1 серпня 2022 року Україні вже вдалося експортувати понад 9 млн. т продовольства, з них понад 5 млн т – до країн Африки та Азії. У рамках Всесвітньої продовольчої програми під егідою ООН до країн, що перебувають на межі голоду, було відправлено 190 тис. т української пшениці.

У другому півріччі 2021 року АТ «Укрзалізниця» почала виходити на рекордні обсяги перевезення зерна. З серпня по грудень 2021 року щомісяця перевозилося близько 4 млн. т. Наступний 2022 рік також почався досить добре. Так, у січні 2022 року залізничним транспортом у напрямку портів було перевезено майже 4 млн. т зернових. У лютому було перевезено 3,4 млн. т зерна. Але після 24-го лютого, з початком військової агресії росії проти України, всі перевезення значно скоротилося. За 7 місяців 2022 року було перевезено всього 13,8 млн. т зернових вантажів, що на 0,5 млн. т поступається показникам за аналогічний період попереднього року [3] (рис. 1).

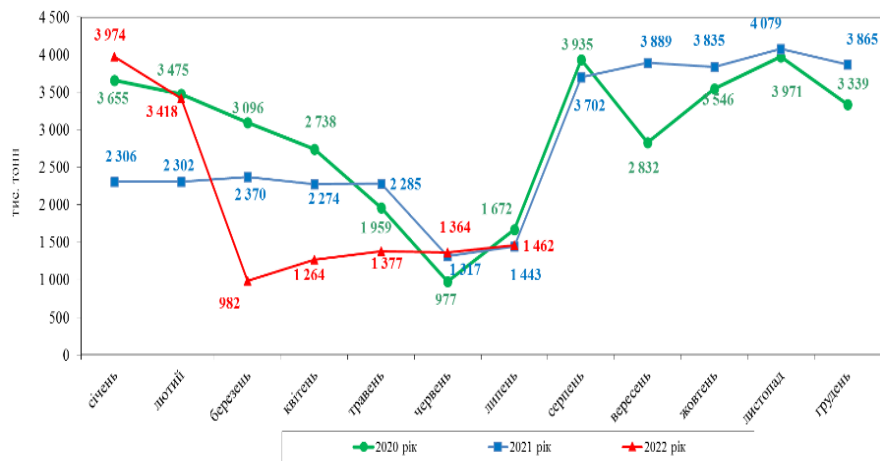


Рис. 1 – Динаміка обсягів перевезень зернових вантажів на експорт залізничним транспортом України у 2020-2022 роках

У зв'язку зі стійкою тенденцією зростання виробництва та експорту продукції аграрного сектору економіки України через морські порти та «сухі» порти на західних кордонах країни набуває особливої актуальності забезпечення зростаючої потреби у перевезенні зерна різними видами транспорту, що потребує використання значної кількості спеціалізованого залізничного рухомого складу. Тому створення нового та модернізація існуючого парку рухомого складу залізниць, призначеного для перевезення зерна, є актуальним науково-прикладним завданням.

#### Проблеми інфраструктури ринку зернових

Розглянемо кожен складову супутньої інфраструктури перевезення зернових детальніше. Потужність сертифікованих зернових складів (рис. 2) на початку 2022 року становила 32 млн. т та ще близько 10-12 млн. т становлять несертифіковані склади. Загальна кількість сертифікованих складів в країні становить близько 740, з них лише 620 елеваторів мають залізничне сполучення. Зростання виробництва зернових виявляє, що за даними проведених досліджень [4] та інтернет-ресурсу карт елеваторів України (<http://elevatorist.com/karta-elevatorov-ukrainu>) дефіцит потужностей зберігання зерна близько 18-20 млн. т. На жаль, точну кількість діючих зернових складів наразі визначити важко через значну кількість пошкоджених та зруйнованих елеваторів внаслідок бойових дій з боку російських військ. У Державному департаменті США, з посиланням на дослідження неурядової організації Conflict Observatory, заявлено, що через постійні обстріли російських військ території України понад 15 % зерносховищ втрачено або пошкоджено. Таким чином, через військову агресію РФ в Україні постраждало кожне шосте зерносховище від загального обсягу зернових підприємств, а 75 об'єктів із досліджених 344 мають пошкодження [5].



Рис. 2 – Сучасний зерновий елеватор

Крім традиційних елеваторних комплексів для тимчасового зберігання зерна застосовуються й спеціальні мішки-рукави (рис. 3). Це дозволяє забезпечити тимчасове зберігання та збереження зерна в польових умовах.



*Рис. 3 – Технологія тимчасового зберігання зерна на полях*

Портова складова інфраструктури в номінальній потужності портів із перевалки зерна становить 44 млн. т (рис. 4), але, якщо не враховувати неробочі порти, максимальний обсяг перевалки становитиме 39 млн. т, з середнім коефіцієнтом завантаження потужностей у 67 %. Окремо, завантаження українських портів становить від 65 % до 100 % [6].

В Україні на автомобільні перевезення припадає більшість перевезень зерна, в наслідок первинного збирання та зберігання в обсязі зібраного врожаю. Також істотну роль автомобільний транспорт відіграє при транспортуванні зерна до кінцевого споживача – понад 12 млн. т. З погляду на рентабельність, доставка зерна до морських портів автотранспортом вигідна на відстані до 200 км, але у пікові періоди автоперевізники залучаються до перевезень і на більш віддалені відстані. Але існують проблемні сторони автомобільного транспортування зерна, наприклад:

- висока відносна вартість, порівняно із залізницею;
- поганий стан доріг;
- високі амортизаційні витрати на вантажні автомобілі;
- скупчення вантажівок у портах і під'їздах до них у пікові періоди (рис. 4)



*Рис. 4 – Скупчення вантажних автомобілів із зерном в очікуванні розвантаження*

На додаток до вищезгаданих проблем, з травня 2016 року «Державна служба України з безпеки на транспорті» посилила ваговий контроль на дорогах. Такі заходи збільшили собівартість доставки на 60-100 %. У результаті частина зернових вантажів перейшла на залізницю і попит на вагони-зерновози істотно збільшився [7].

Наявна залізнична складова інфраструктури України дозволяє забезпечувати експорт зерна обсягом до 30 млн. т. Загальний парк вагонів-зерновозів країни становить близько 24 тис. одиниць, за даними на 01.07.2021р. [8]. До можливостей залізничного транспортування найчастіше вдаються під час відправки зерна на значні відстані, як у межах країни, так і за кордон. Перевезення залізницею становлять 40 % від загальної кількості експортних поставок зернових культур України (рис. 5).



*Рис. 5 – Навантаження зерна у вагон хопер*

Метод доставки зерна за рахунок можливостей залізниці відрізняється високим ступенем надійності, зручністю та швидкістю. Практично всі елеватори, зерносховища та млини розташовані недалеко від залізничних вузлів. Особливо великі з них мають у власності одноколіїні залізничні шляхи, якими відбувається переміщення вантажів.

Проте є й значні обмеження. Наприклад, уже зараз робочий парк вагонів для перевезень зерна знаходиться на межі своїх можливостей, а згодом ситуація посилюватиметься, враховуючи прогноз на подальше зростання обсягів вирощування зернових, аж до 90 млн. т на рік. Знову ж таки, не слід забувати про старіння рухомого складу та його подальше списання. У попередні кілька років мало бути списано близько 4000 зерновозів, але внесення змін до Порядку продовження терміну служби вантажних вагонів дозволило дещо змінити загальну картину парку рухомого складу для перевезення вантажів. Частина вагонів отримали продовження терміну служби, іноді для позначення експлуатації вагона після терміну служби, призначеного заводом-виробником, використовують термін «строк корисного використання». Більшість зерновозів вводилося в експлуатацію в короткий часовий період – близько 30 років тому. Середній вік вітчизняного парку вагонів-зерновозів – 28 років, за стандартного терміну експлуатації 30 років [9, 10].

Крім цього, є проблеми із пропускною спроможністю залізничних під'їздів до портів. У більшості з них у таку інфраструктуру суттєво не інвестували за останні тридцять років, тому припортова інфраструктура є стримуючим фактором для підвищення перевалочної спроможності портів та обмежує підвищення продуктивності вантажних вагонів.

Також через складнощі з рухомим складом залізниця не може сформувати склади з моновантажем, що створює черги та значно уповільнює процес подачі вантажів у порти. Через невчасне постачання вантажівідправники зазнають втрат: судна простоюють, а це додаткові витрати. Тому слід розглянути й інші технічні та технологічні можливості залізничного транспорту щодо збільшення обсягів перевезень зернових.

### **Шляхи вирішення проблем перевезення зернових**

Для задоволення постачальників сільськогосподарської продукції транспортними послугами доцільно також розглянути можливість поєднання можливостей, наприклад, автомобільного і залізничного транспорту, тобто організації бімодальних (інтермодальних) перевезень (рис. 6) [11].



*Рис. 6 – Перевезення великотоннажних автомобілів на залізничних платформах*

Рухомий склад задля забезпечення перевезення зерна залізничним транспортом повинен задовольняти сучасним вимогам до вантажних вагонів, як з погляду технічної реалізації, так і з урахуванням зменшення експлуатаційних витрат. Це можливо досягти за рахунок реалізації інноваційних технічних рішень у конструкції вагонів для перевезення зерна та використання для їх побудови сучасних марок сталі підвищеної міцності, які також потребують застосування покращених машинобудівних технологій. При цьому техніко-економічні показники вагонів повинні якісно відрізнитися на краще по відношенню до існуючих конструкцій вагонів-зерновозів. З метою забезпечення максимального використання вантажопідйомності вагонів необхідне використання візків із навантаженням 25 т на вісь. Конструкція вагонів повинна передбачати можливість вивантаження зерна як у міжрейковий простір на естакадах, так і безпосередньо до трюмів морських суден (рис. 7).



*Рис. 7 – Розвантаження зерна з хопера безпосередньо в трюм судна*

Крім використання спеціалізованих вагонів для перевезення зерна можлива також модернізація для цих цілей інших типів вагонів, які не потрібні на ринку перевезень. До таких вагонів належать восьмивісні вагони цистерни для перевезення світлих нафтопродуктів та криті вагони. Також до перспективних розробок можна віднести створення спеціальних зернових контейнерів (рис. 8) для їх транспортування на вагонах-платформах як універсального типу, так і довгобазних.



*Рис. 8 – Завантаження зерна у контейнер*

Можливе також транспортування зернових в універсальних вагонах, наприклад напіввагонах, при цьому потрібне використання спеціальної одноразової або багаторазової тари у вигляді «бігбегів» (рис. 9). Можливе також використання напіввагонів для перевезення зерна із застосуванням тентів на кшталт автопричепів або металевих дахів, що знімаються.



*Рис. 9 – Перевезення зерна у напіввагонах за допомогою «бігбегів»*

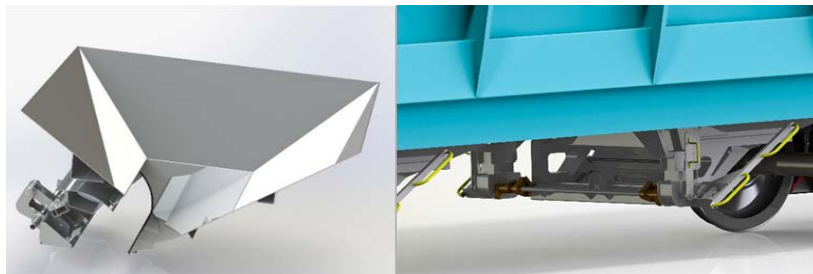
З 2017 року в Україні було запущено програму переобладнання вагонів цементовозів на зерновози, в результаті якої парк зерновозів планувалося збільшити за різними оцінками на 1000-1100 вагонів. Але цей вид транспортування для масових перевезень малоефективний. Хоча багато приватних залізничних перевізників, які володіють власним парком вантажних вагонів, все-таки переобладнують мінераловози та цементововози під перевезення зерна, виходячи з економічної доцільності. Проте для інноваційного розвитку парку вантажних вагонів слід розглядати нові конструкції рухомого складу з покращеними техніко-економічними характеристиками. Тому надалі докладно зупинимося саме на створенні сучасних технічних засобів для транспортування зерна. Спеціалістами Проектно-конструкторського технологічного бюро з проектування та модернізації рухомого складу, колії та штучних споруд Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (зараз – Український державний університет науки та технологій), а також співробітниками кафедри Інженерії вагонів та якості продукції Українського державного університету залізничного транспорту за участю автора розроблено перспективні конструкції вагонів-зерновозів з різним навантаженням на вісь, як для звичайної ширини колії, так і для залізниць вузької колії [12, 13]. При цьому для їх несучих металоконструкцій використані сучасні марки сталей підвищеної міцності та оригінальні технології зварювання елементів конструкції, що забезпечує надійну роботу вагонів протягом усього життєвого циклу. Це підтверджується результатами як нормативних розрахунків, так і результатами математичного моделювання напружено-деформованого стану основних несучих металоконструкцій вагонів за

різних режимів навантаження, зокрема з урахуванням поздовжньої динаміки у складі вантажного поїзда при перехідних режимах руху. У конструкції вагонів для перевезення зерна використовується ціла низка оригінальних технічних рішень, що дозволяє забезпечити надійну роботу таких вагонів та нижчу вартість експлуатаційних витрат, що є суттєвою перевагою порівняно з існуючими моделями вагонів [14-16].

В результаті виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт створено модельний ряд вагонів для перевезення зерна, які мають покращені техніко-економічні показники, а також запропоновано технічні рішення щодо модернізації інших моделей вантажних вагонів для транспортування зерна (рис. 10, 11).



*Рис. 10 – Хопер-зерновоз перспективної конструкції*



*Рис. 11 – Механізм розвантаження хопер-зерновоза перспективної конструкції у відкритому та закритому положенні*

Перспективними інноваційними технічними засобами підвищення ефективності транспортування зернових можуть бути автоплатформи (шасі), виконані за технологією RAILRUNNER (США), які мають можливість перевезення як на автомобільному, так і на залізничному ході (рис. 12) [17-19].



*Рис. 12 – Формування поїзда із платформ RAILRUNNER*

Представлений на рисунку 13 поїзд сформований поїзд із платформ RAILRUNNER суттєво підвищує ефективність організації комбінованих перевезень контейнерів авто-залізничного сполучення, при цьому постановка на залізничний хід з автомобільного займає час до 5 хвилин.

Під час виконання науково-дослідної роботи проведено техніко-економічне обґрунтування використання даних технологій на залізницях України та отримано позитивні результати не лише для транспортування зернових, а й для перевезення іншої продукції агропромислового комплексу, оскільки запропоновані рішення органічно поєднують переваги автомобільного та залізничного транспорту.

### **Висновки**

Запропоновано комплексне вирішення актуальної науково-прикладної проблеми щодо підвищення ефективності перевезення зернових вантажів залізничним транспортом, як у внутрішньому, так і міждержавному сполученні, з використанням перспективних технічних рішень.

Розглянуто традиційний рухомий склад залізниць для перевезення зернових, а також бімодальні транспортні засоби, що дозволяють підвищити основні техніко-економічні показники залізничного рухомого складу.

Розроблено сучасні конструкції вагонів-зерновозів підвищеної надійності, які можуть стати основою експлуатаційного парку, як державних, так і приватних операторів залізничних перевезень.

### **Література**

1. Рустамов Р.Ш. Оценка перспектив развития зерновой логистики в Украине / Р.Ш. Рустамов // Транспортні системи і технології перевезень. – 2014. – Вип. 8. – С. 127-133. – doi: 10.15802/tstt2014/38101
2. Складские цифры: сколько денег и почему теряют аграрии Украины на логистике [Електрон. ресурс] // delo.ua. – Режим доступу: [https://delo.ua/business/skladskie-cifry-pochemu-agrarijam-stoit-udeljat-bolshe-vnimanija-327406/?supdated\\_new=1513064964](https://delo.ua/business/skladskie-cifry-pochemu-agrarijam-stoit-udeljat-bolshe-vnimanija-327406/?supdated_new=1513064964). – 27.01.2017.
3. Ткачов В. Чому і на скільки подорожчала залізнична логістика в Україні і що буде, якщо вирішити всі проблеми на кордоні?! [Електрон. ресурс] // АПК Інформ. – Режим доступу: <https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/opinion/1528568>. – 07.08.2022.
4. Купченко А.В. Элеваторные мощности Украины / А.В. Купченко // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 7 (184). – С. 33-37.
5. Таранова Е. РФ уничтожила в Украине более 15 % зернохранилищ: как фермеры будут хранить зерно урожая 2022 года [Електрон. ресурс] // delo.ua. – Режим доступу: <https://delo.ua/ru/agro/rf-unictozila-v-ukraine-bolee-15-zernoxranilishh-kak-fermery-budut-xranit-zerno-urozaya-2022-goda-404298/>. – 27.09. 2022.
6. Агрологістика в Україні. Аналітичне дослідження. – Київ: Центр транспортних стратегій, 2016. – 56 с.
7. Анализ зерновой логистики Украины и предложения по ее модернизации. – Київ: АПК-Информ, 2013. – 88 с.
8. В Украине сокращается рабочий парк зерновозов [Електрон. ресурс] // Elevatorist.com. – Режим доступу: <https://elevatorist.com/novosti/13015-v-ukraine-sokraschaetsya-rabochiy-park-zernovozov>. – 26.07.2021.
9. Самойленко И. Вагоны, маршруты. А возить зерно не в чѐм [Електрон. ресурс] / И. Самойленко, О. Стерний, В. Набок // Зерно. Журнал сучасного агропромисловця. – Режим доступу: <https://www.zerno-ua.com/journals/2012/dekabr-2012-god/vagony-marshruty-a-vozit-zerno-ne-v-chem>. – 12.04.2016.
10. Барановський Д.М. Проблема старіння та зношування вантажних вагонів / Д.М. Барановський // Вагонний парк. – 2016. – № 7-8 (112-113). – С. 38-40.
11. Коробьева Р.Г. Внедрение бимодальных технологий перевозки зерновых грузов в Украине / Р.Г. Коробьева, Р.Ш. Рустамов, С.В. Гревцов // Транспортні системи і технології перевезень: зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2015. – Вип. 9. – С. 29–34. – doi: 10.15802/tstt2015/49351.



12. Кебал И.Ю. Перспективные разработки узкоколейного подвижного состава / И.Ю. Кебал, С.С. Мямлин // Проблемы та перспективи розвитку залізничного транспорту : тези 76 Міжнар. науково-практ. конф. (19.05–20.05.2016). – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2016. – С. 50-51.
13. Бесараб Д.А. Создание современных конструкций интермодальных транспортных средств для разной ширины колеи / Д.А. Бесараб, С.С. Мямлин, С.С. Титов // Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты : материалы XII Междунар. научно-технической конф., Санкт-Петербург, 05–09 июля 2017 г. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017.
14. Козаченко Д. М. Удосконалення технічного забезпечення та технологій експортних перевезень зернових вантажів в Україні / Д.М. Козаченко, Р.Г. Коробйова, Р.Ш. Рустамов // Вісник Дніпропетр. держ. аграрно-економ. ун-ту. – 2015. – № 4. – С. 121-127.
15. Мямлин С.С. Создание и модернизация подвижного состава для перевозки зерна железнодорожным транспортом / С.С. Мямлин // Проблемы та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 76 Міжнар. науково-практ. конф. (19.05–20.05.2016). – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2016. – С. 44-45.
16. Мямлин С.В. Создание грузовых вагонов нового поколения / С.В. Мямлин, Ю.В. Кебал // Проблемы подвижного состава: пути решения через взаимодействие государственного и частного секторов: тез. докл. III Междунар. партнер. конф., 23–25 мая 2012 г., Ялта. – Харьков, 2012. – С. 43-44.
17. Мямлин С.В. Проблемы и перспективы перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом в Украине / С.В. Мямлин, Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 2(99). – С. 32-34.
18. Козаченко Д.М. Напрямки підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом / Д.М. Козаченко, Р.Ш. Рустамов, Х.В. Матвієнко // Транспортні системи та технології перевезень : Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2013. – Вип. 6. – С. 56-60.
19. Бімодальні технології перевезень – ключ до нових сегментів транспортного ринку / О.М. Пшінько, С.В. Мямлін, Р.Г. Коробйова, Д.М. Козаченко, Ч. Фоскетт // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 5. – С. 20–22.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Мямлін Сергій Сергійович**,  
к.т.н., науковий співробітник  
кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Українського державного університету  
залізничного транспорту.  
Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050, Україна.  
Тел.: +38 097 135 68 84.  
E-mail: sergeymyamin91@gmail.com.  
ORCID ID: 0000-0002-9204-4435.