

УДК 629.463.083-027.45

В. Ю. ШАПОШНИК – асистент кафедри «Вагони та вагонне господарство»,  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.  
Лазаряна, vladislav.sh91@gmail.com, ORCID 0000-0003-4701-6491

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### Вступ

Залізничний транспорт України займає провідну роль у перевізних процесах здійснюваних транспортною системою України. Розвиток залізничного транспорту сприяє не тільки відродженню окремих галузей економіки України, але й прискорює темпи зростання загальнонаціонального промислового виробництва [1]. Для подальшого розвитку залізничного транспорту крім технічної модернізації інфраструктури залізниць необхідно модернізувати існуючий та впроваджувати рухомий склад нового покоління з покращеними експлуатаційними показниками [2, 3].

### Аналіз попередніх досліджень

Кожен третій випадок браку від загальної кількості на мережі залізниць походить з вени вагонного господарства, а кожен третій схід рухомого складу в поїздах – через технічну несправність вагонів [4, 5]. Обмеженість фінансування галузі позначається на загальному технічному стані вантажних вагонів. Створення нових та модернізація існуючих типів вантажних вагонів вимагає проведення усесторонніх теоретичних та експериментальних досліджень процесу зміни технічного стану вагонів в експлуатації [6-10].

### Результати досліджень

На дослідній ділянці експлуатації піввагонів було зібрано інформацію про відмови та тривалість відновлення працездатного технічного стану та проведено її статистичну обробку. Експлуатаційні випробування

50 таких піввагонів проведені на дослідному маршруті № 2 Кривий Ріг – Ужгород – Кошице, на якому виконувалися перевезення залізничної сировини на металургійний комбінат у Словаччину. Експлуатаційна робота маршруту включала [11].

Зі складу маршруту випадковим чином було виділено 10 піввагонів для повного обміру ходових частин, автозчепів і п'ятикутних вузлів з метою контролю зносів. Обміри проводилися в середньому через кожні 12,5 тис. км пробігу під час планових комісійних оглядів після прибуття порожнього маршруту для чергового завантаження. Одночасно виконувався огляд технічного стану всіх піввагонів маршруту і, у разі потреби, додаткові контрольні вимірювання. Більшість обмірів виконувалися без відчеплення вагонів, а при проведенні кожного четвертого огляду (через кожні 45 тис. км пробігу) обирались 10 піввагонів, що направлялись на вагоноремонтне підприємство, де виконувалося піднімання і вкатка візків для здійснення обмірів.

Результати залежностей ймовірності відмов піввагонів від пробігу наведено на рис. 1.

Графічні залежності підтверджують вплив людського фактора під час виконання технічного обслуговування піввагонів, тобто видно, що обсяг проведеного технічного обслуговування впливає на подальшу експлуатацію піввагонів (пробіг без відмов).

На рис. 2 приведені залежності тривалості відновлення працездатного стану піввагонів при відповідній кількості відмов.

Можна твердити, що вплив людського фактора на кількість відмов піввагонів і на тривалість відновлення їх працездатного стану при проведенні ТО і ремонту є значним.

Усі відмови мають випадковий характер, відповідно їх кількість і тривалість відновлення працездатного стану піввагонів також являються випадковими величинами. Це дає можливість у застосуванні математичного апарату теорії ймовірностей.

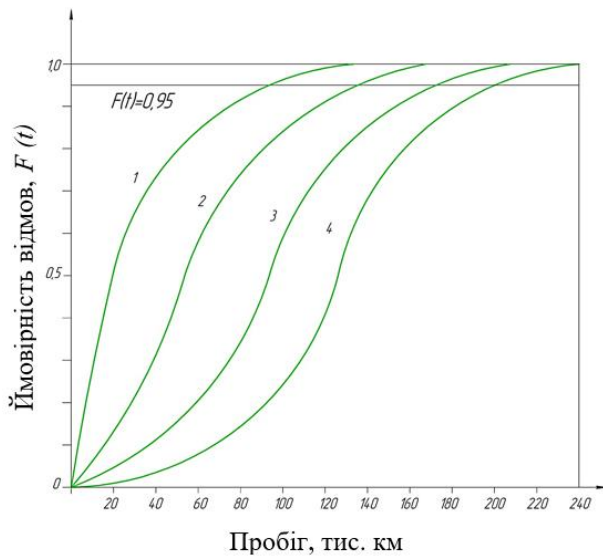


Рис. 1. Залежності ймовірності відмов піввагонів від пробігу при виконанні технічного обслуговування в обсязі: 1 – 70%; 2 – 80%; 3 – 90%; 4 – 100%

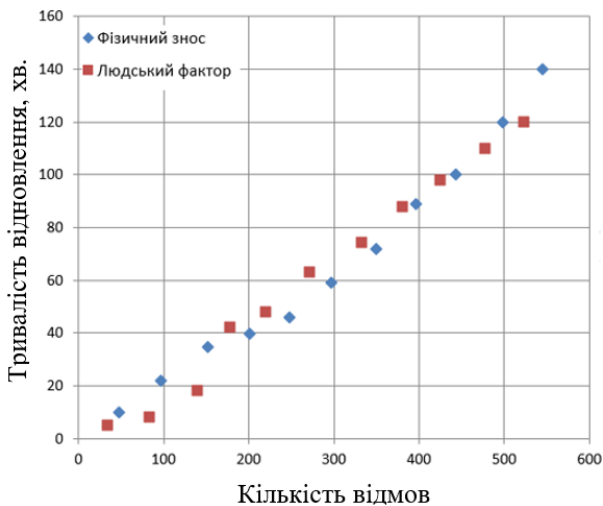


Рис. 2. Відмови та тривалість відновлення працездатного технічного стану піввагонів

Приведемо залежності ймовірності безвідмовної роботи для часу відновлення працездатного стану піввагонів (рис. 3).

Тоді залежності ймовірності відмов піввагонів від часу відновлення працездатного стану піввагонів при виконанні ремонту будуть мати наступний вигляд (рис. 4).

Приведені залежності (рис. 3, рис. 4) підтверджують значний вплив людського фактора при виконанні ремонту піввагонів для відновлення їх працездатного стану, значення яких різняться в 38,6 %.

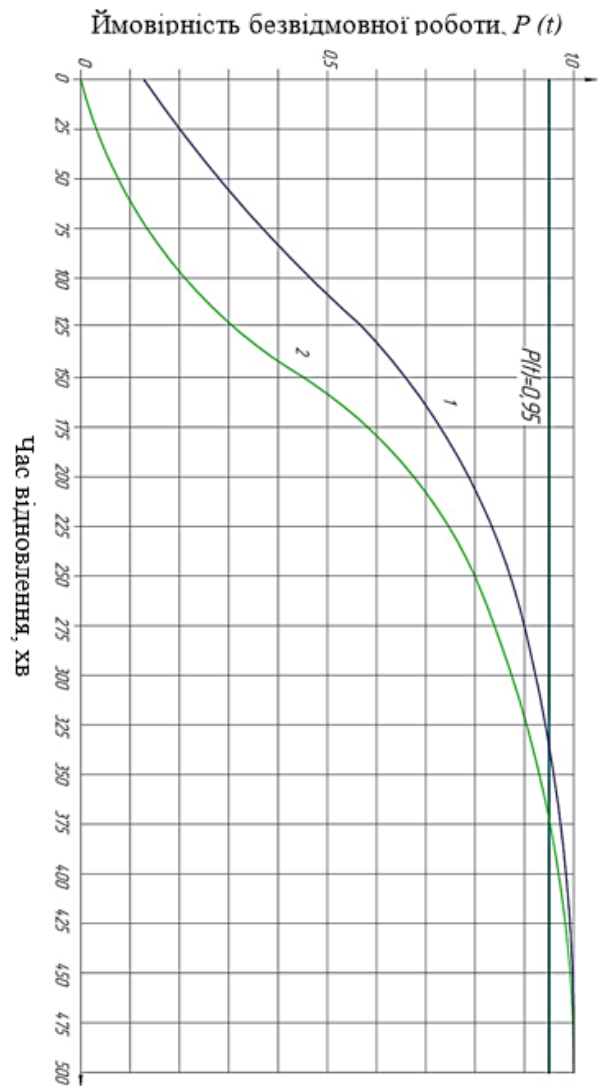


Рис. 3. Залежності ймовірності безвідмовної роботи для часу відновлення працездатного стану піввагонів для відмов через: 1 – фізичний знос; 2 – людський фактор

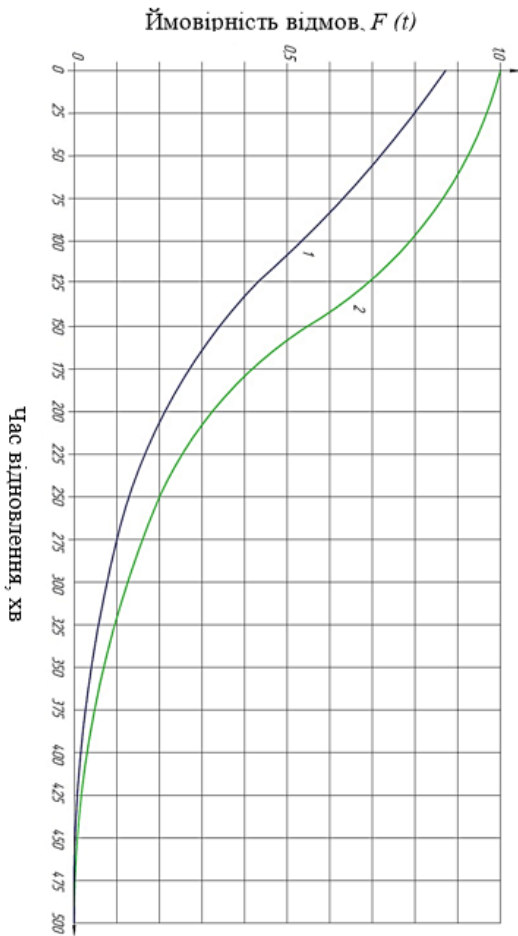


Рис. 4. Залежності ймовірності відмов піввагонів від часу відновлення працездатного стану піввагонів при виконанні ремонту для відмов через:  
1 – фізичний знос; 2 – людський фактор

Розглянемо технічний стан вантажних вагонів в експлуатації при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів. При застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів піввагонів відбувається зниження впливу людського фактора на технічний стан при проведенні технічного обслуговування. Крім того, знижується трудомісткість робіт при проведенні такого обслуговування піввагонів при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів. Покажемо для випадку мінімального зниження впливу людського фактора при виконанні технічного обслуговування піввагонів при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів (зниження трудомісткості на 25 %).

На рис. 5 приведено залежності ймовірності безвідмовної роботи для часу відновлення працездатного стану піввагонів при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів.

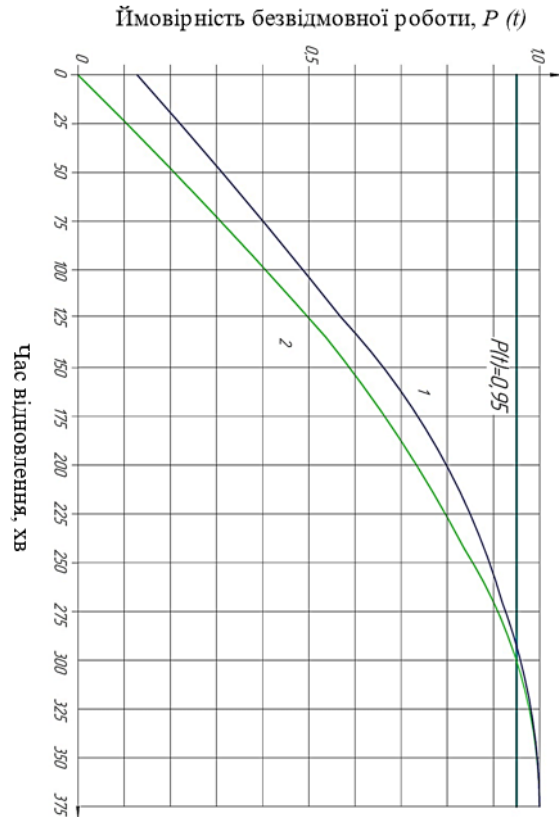


Рис. 5 Залежності ймовірності безвідмовної роботи для часу відновлення працездатного стану піввагонів при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів для відмов через:  
1 – фізичний знос; 2 – людський фактор

На рис. 6 приведено залежності ймовірності відмов піввагонів від часу відновлення працездатного стану піввагонів при виконанні ремонту при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів. Наведені залежності на рис. 5-6 підтверджують зниження впливу людського фактора під час проведення технічного обслуговування оглядачем чи слюсарем по ремонту вантажних вагонів при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів, оскільки криві 1 та 2 наближаються одна до одної – це за умови мінімального зниження трудомісткості на

25 % за песимістичним прогнозом. Якщо розглядати середньозважений прогноз, то криві 1 та 2 будуть співпадати, що підтверджує доцільність введення системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом із застосуванням візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів вантажних вагонів.

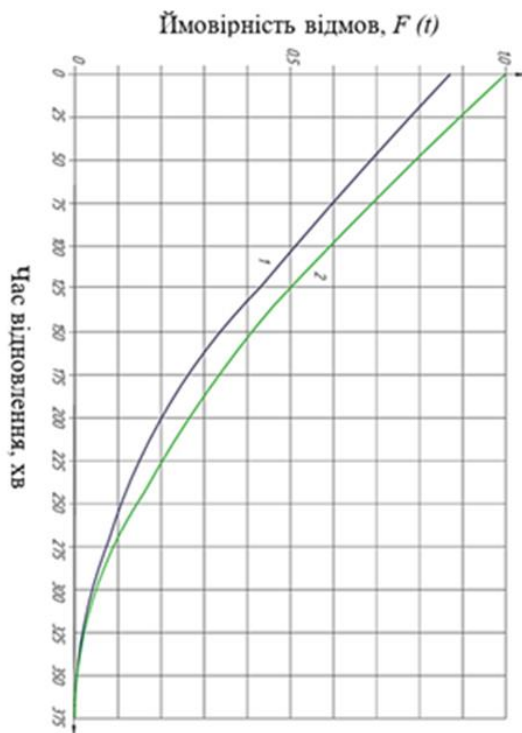


Рис. 6 Залежності ймовірності відмов піввагонів від часу відновлення працездатного стану піввагонів при виконанні ремонту при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів для відмов через:  
1 – фізичний знос; 2 – людський фактор

Також наведемо залежність ймовірності відмов піввагонів від пробігу для системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом із застосуванням візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів при песимістичному та середньозваженому прогнозам (рис. 7).

Виходячи із залежності, наведеної на рис. 7 слідує наступне: ймовірність відмов піввагонів від пробігу для системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом із застосуванням візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів знижується до 35 % за песимістичним

прогнозом, та до 49 % за середньозваженим прогнозом у порівнянні з ймовірністю відмов піввагонів для діючої системи технічного обслуговування та ремонту вантажних вагонів.

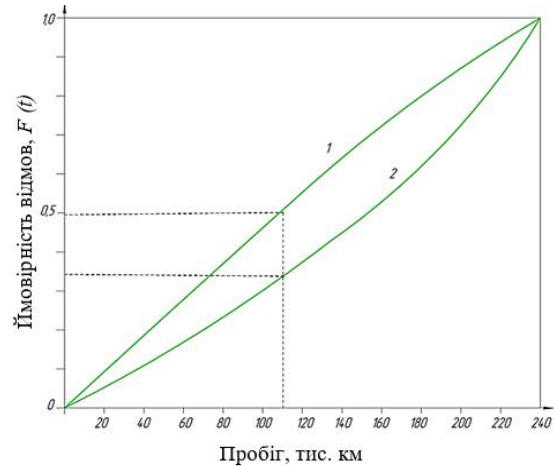


Рис. 7. Залежність ймовірності відмов піввагонів від пробігу для системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом із застосуванням візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів при:  
1 – песимістичному прогнозі; 2 – середньозваженому прогнозі

## Висновки

У статті наведено результати експериментальних досліджень при переході до системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом із застосуванням візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів вантажних вагонів.

Експлуатаційні дослідження за діючою системою технічного обслуговування та ремонту вантажних вагонів підтвердили вплив людського фактора під час виконання технічного обслуговування піввагонів. Показано, що обсяг проведеного технічного обслуговування впливає на подальшу експлуатацію піввагонів (пробіг без відмов). У залежності від впливу людського фактора, кількість відмов та ймовірність безвідмовної роботи при відновленні працездатного стану вантажних вагонів різняться в межах 0...38,6 %.

При застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів піввагонів відбувається зниження впливу людсько-

го фактора на технічний стан при проведенні технічного обслуговування та ремонту. Крім того, знижується трудомісткість робіт при проведенні такого обслуговування піввагонів. Під час проведення технічного обслуговування оглядачем чи слюсарем по ремонту вантажних вагонів при застосуванні візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів знижується вплив людського фактора, навіть, за песимістичним прогнозом.

Наведені залежності ймовірності відмов піввагонів від пробігу для системи технічного обслуговування і ремонту за технічним станом із застосуванням візуально-оптичного контролю граничних станів вузлів показали, що ця ймовірність знижується до 35 % за песимістичним прогнозом, та до 49 % за середньозваженим прогнозом у порівнянні з ймовірністю відмов піввагонів для діючої системи технічного обслуговування та ремонту вантажних вагонів.

#### Бібліографічний список

1. Кірпа, Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему : монографія [Текст] / Г. М. Кірпа. – 2-е вид., перероб. і доп. - Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 248 с.
2. Особливості технічного обслуговування та ремонту вантажних вагонів з підвищеними показниками надійності [Текст] / В. М. Бубнов, Л. А. Мурадян, М. Б. Манкевич, В. Ю. Шапошник // Зб. наук. пр. Укр. держ. ун-ту залізн. трансп. / М-во освіти і науки України, Укр. держ. ун-т. залізн. трансп., Північно-східний наук. центр трансп. акад. Укр. – Харків, 2016. – Вип. 160. – С. 11-17.
3. Михайлов, Е. В. Возможности улучшения ресурсосбережения на рельсовом транспорте : монография [Текст] / Е. В. Михайлов, А. Г. Рейдемейстер, С. А. Семенов. – Саарбрюккен, Германия : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 105 с
4. Вагонное хозяйство: Учебник для вузов [Текст] / Под ред. П. А. Устича. – М. : Маршрут, 2003. - 560 с.
5. Болотин, М. М. Отказы и срок службы грузового вагона [Текст] / М. М. Болотин, В. Г. Воротников // Мир трансп. – 2012. – № 2. – С. 152-161
6. On the concept of selection of steels for high-strength railroad wheels [Text] / O. P. Ostash, V. H. Anofriev, I. M. Andreiko, L. A. Muradyan, V. V. Kulyk // Materials Science. – 2013. – 48, № 6. – Pp. 697–703.
7. Мямлін, С. В. Проблема визначення терміну «надійність». Методологія побудови та вивчення надійності вантажних вагонів [Текст] / С. В. Мямлін, Л. А. Мурадян, Д. М. Барановський // Наука та прогрес транспорту. – 2015. – № 6 (60). – С. 110–117. doi: 10.15802/stp2015/57034.
8. Мурадян, Л. А. Испытания перспективных тормозных колодок на железных дорогах Украины [Текст] / Л. А. Мурадян, В. Ю. Шапошник, Винстрот Бернд Уве, С. П. Муковоз. – Локомотив інформ. – 2015. – №7-8 (109-110). – С. 20-22.
9. Мямлин, В. В. Теоретические основы создания гибких поточных производств для ремонта подвижного состава : монография [Текст] / В. В. Мямлин. - Днепропетровск : ЧФ «Стандарт-Сервис», 2014. – 380 с.
10. Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars [Text] / S. Myamlin, O. Lunys, L. Neduzha, O. Kyryl'chuk // Proc. of 21st Intern. Sci. Conf. Transport Means. – Kaunas, 2017. – P. 973–976.
11. Мурадян, Л. А. Опытные маршруты ДИИТ: «Опытная эксплуатация – научное обоснование – массовое внедрение» [Текст] / Л. А. Мурадян, А. А. Мищенко, В. Ю. Шапошник // Вагонный парк. – 2016. – № 5/6. - С. 57-59.

**Ключові слова:** вантажний вагон, надійність, відмова, людський фактор.

**Ключевые слова:** грузовой вагон, надежность, отказ, человеческий фактор.

**Keywords:** freight car, reliability, refusal, human factor.

#### Рецензенти:

д.т.н., проф. А. Б. Бойник,  
д.ф.-м.н., проф. В. І. Гаврилюк.

Надійшла до редколегії 17.04.2018.

Прийнята до друку 26.04.2018.