

УДК 629.463.001

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ УНІВЕРСАЛЬНИХ НАПІВВАГОНІВ

Д-р техн. наук І. Е. Мартинов, кандидати техн. наук В. О. Шовкун, А. В. Труфанова, аспіранти О. М. Литовченко, М. В. Дмитренко, О. О. Балашов

THE STUDY OF THE TECHNICAL CONDITION OF GONDOLA CARS

Dr. Sc. (Tech.) I. E. Martynov, Cand. Sc. (Tech.) V. O. Shovkun, PhD (Tech) A. Trufanova, postgraduate students O. M. Lytovchenko, M. V. Dmytrenko, O. O. Balashov

***Анотація.** У статті наведено результати аналізу технічного стану універсальних напіввагонів. Показано, що значна частина напіввагонів мають середній термін служби понад тридцять років і вичерпали свій ресурс.*

Проаналізовано основні причини відмов, що призвели до відчеплення вагона від поїзда на шляху прямування, серед яких переважають пошкодження елементів кузова. Далі йдуть відмови автоматичних гальм і колісних пар. Серед пошкоджень кузовів напіввагонів найчастіше спостерігають несправності заборів кришок розвантажувальних люків, тріщини та злами верхніх і вертикальних листів поперечних балок рами.

Проаналізовано вплив типу конструктивного елемента, що відмовив, на середній термін відновлення працездатності напіввагонів.

***Ключові слова:** напіввагон, кузов, балка, тріщина, відмова, працездатність, ремонт.*

***Abstract.** The article presents the results of the analysis of the technical condition of gondola cars owned by the transport operator BGS rail. The composition of the model range of the car fleet was analysed. It is shown that 14 % of gondola cars produced by Uralvagonzavod have an average service life of over thirty years and have exhausted their service life. Gondola cars of models 12-757 and 12-753 of Kryukov Carriage Works have also exhausted their service life. A positive factor is the presence of innovative cars model 12-7023 produced by KVSZ and 12-4106 model produced by PJSC Dneprovagonmash in the car fleet. Their average age is 6.5 years.*

An analysis of the main causes of failures that caused the car to uncouple from the train along the route was carried out. In the first place are damage to body elements. This is followed by failures of automatic brakes and wheel sets.

Among the damage to gondola car bodies, the first place is taken by malfunctions of the locks on the unloading hatch covers, followed by cracks and breaks in the upper and vertical sheets of the frame cross beams. Broken weld seams of braces and broken linings also pose a serious danger.

Failures of auto brakes are caused by loosening of air duct pipes, brake equipment and welded shoes.

The main causes of damage to wheel pairs are unacceptable wear of the flange. Among axle box assemblies, the vast majority of failures are caused by excessive heating of the bearings.

Failures of automatic coupling equipment are most often caused by fractures of the centering beam and breaks (cracks) of the pendulum suspension. Cracks and other malfunctions of the automatic coupling body are also observed.

The bogies mostly have broken springs and mismatched sliding clearances. Also, a quarter of the uncoupled bogies have expired service life of their elements.

The average recovery time for gondola cars was analyzed. Due to malfunctions of axlebox units, cars are under repair for more than 15 days, due to failures of wheel pairs - 11.55 days. The least time is spent on auto brakes – 4.2 days.

An analysis of the damage to the bodies of various gondola cars models showed that gondola cars of models 12-9745 and 12-9790 are in the worst technical condition. The least susceptible to damage are the «innovative» gondola cars of models 12-7023 and 12-4106.

Keywords: *gondola car, body, beam, crack, failure, operability, repair.*

Вступ. Залізниці України щорічно забезпечують більшість перевезень вантажів, особливо в далекому сполученні. Але конкурентоспроможність залізниць останніми роками стала зменшуватися. Парк вантажних вагонів суттєво зношений фізично: майже 80 % робочого парку експлуатують із неодноразово подовженим терміном експлуатації. Але вагони застарілі не лише фізично, а й морально: технічні рішення, використані в них, були запропоновані ще в 70-80-х роках ХХ століття. Інноваційний рухомий склад закупали в незначній кількості переважно приватні перевізники.

Серед різноманіття типів і моделей вантажних вагонів особливе місце займають універсальні напіввагони (НПВ). Вони є наймасовішим і найбільш дефіцитним типом вантажного рухомого складу. Напіввагони експлуатують у дуже складних умовах: постійний вплив зовнішнього середовища, відсутність захисту від атмосферних опадів, пошкодження при завантаженні та розвантаженні тощо. Тому дуже актуальним є дослідження з визначення рівня технічного стану напіввагонів залежно від моделі і терміну експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням підвищення надійності і працездатності НПВ присвячено значну кількість досліджень. Так, автори статей [1-3] розглядають питання пошкодження напіввагонів при розвантаженні грейферами та доходять висновку, що найменш надійними елементами конструкції кузова напіввагона є кришки розвантажувальних люків, торцеві стіни. Але особливо небезпечними є місця

обпирання проміжних стояків бокової стіни на проміжні поперечні балки рами.

Автори роботи [4] стверджують, що в НПВ найбільше спрацювання мають двотавр хребтової балки, горизонтальна полиця нижньої обв'язки, верхні листи проміжної і шворневої балки. Щодо кузова, то найчастіше спостерігають деформації його елементів (вигини, вм'ятини, розриви тощо).

У статті [5] подано результати дослідження впливу роду вантажу, що перевозять, на виникнення пошкоджень кузова.

У дослідженнях [6, 7] розглянуто процес виникнення відмов вагонів як результат взаємодії між напіввагоном і зовнішніми впливами (експлуатаційними навантаженнями, умовами середовища тощо), а також механічними, фізичними і хімічними процесами, які відбуваються в компонентах напіввагона в процесі експлуатації.

Автори статей [8, 9] стверджують, що після семи-восьми років експлуатації кожен напіввагон у середньому сім-десять разів на рік надходить у ремонт. Пошкодження вказують на те, що значна частка відмов кузовів напіввагонів пов'язана з інтенсивними корозійними процесами, викликаними впливом вантажу, що перевозять.

Публікація [10] присвячена аналізу конструктивних особливостей напіввагонів нового покоління, їхніх переваг і недоліків, особливо напіввагонів виробництва Крюківського вагонобудівного заводу.

У статті [11] подано результати статистичного аналізу розподілу відмов елементів конструкції напіввагонів. Автори

доходять висновку, що для опису напрацювання доцільно використовувати нормальний закон розподілу.

У роботі [12] проаналізовано результати експлуатації універсальних напіввагонів на залізницях Казахстану.

Очевидно, що, незважаючи на значну кількість досліджень цього напрямку, поза увагою дослідників залишилися питання аналізу технічного стану універсальних напіввагонів, порівняння надійності моделей різних виробників із різним терміном експлуатації.

Мета і завдання дослідження. Метою статті є аналіз технічного стану універсальних напіввагонів власності приватного оператора перевезень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати парк універсальних напіввагонів приватної власності за моделями і терміном експлуатації;
- проаналізувати їхній технічний стан і визначити пошкоджуваність елементів конструкції універсального НПВ;

- дослідити час відновлення працездатності НПВ;
- порівняти пошкоджуваність НПВ різних моделей.

Основна частина дослідження. Парк вантажних вагонів приватного оператора перевезень «BGS rail» складається переважно з вагонів-хоперів і напіввагонів. До парку напіввагонів (НПВ) входять моделі 12-119, 12-132, 12-141 виробництва АТ «НПК» Уралвагонзавод», модель 12-9745 виробництва Попаснянського та Панютинського вагоноремонтних заводів АТ «Укрзалізниця», моделі 12-9933 і 12-9790 виробництва АТ «Дизельний завод», модель 12-1704 виробництва ПАО «Азовзагальмаш» і модель 12-4106 виробництва ПАО «Днепровагонмаш». НПВ моделей 12-757, 12-783 і 12-7023 виготовлені на Крюківському вагонобудівному заводі (КВБЗ).

Розподіл кількості НПВ за моделями показаний на рис. 1, а за терміном експлуатації – на рис. 2.

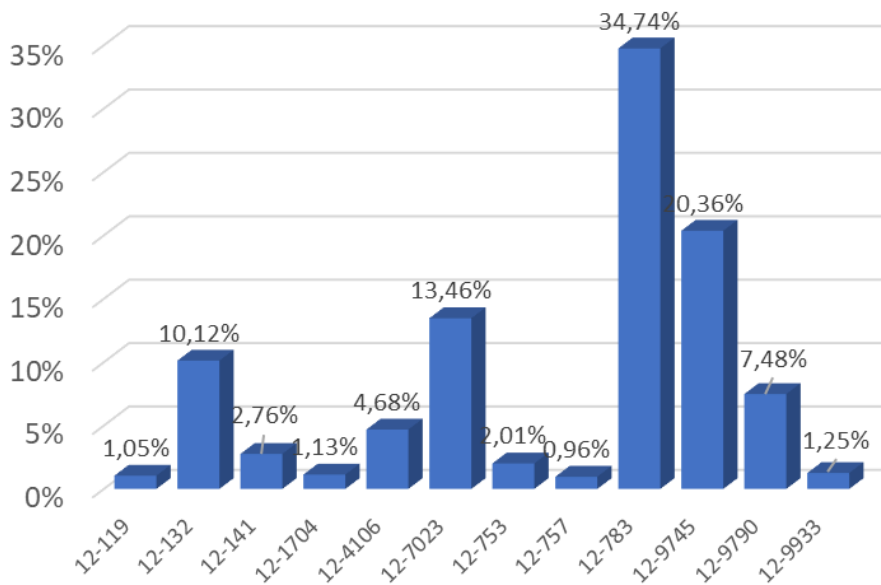


Рис. 1. Розподіл вагонів між виробниками

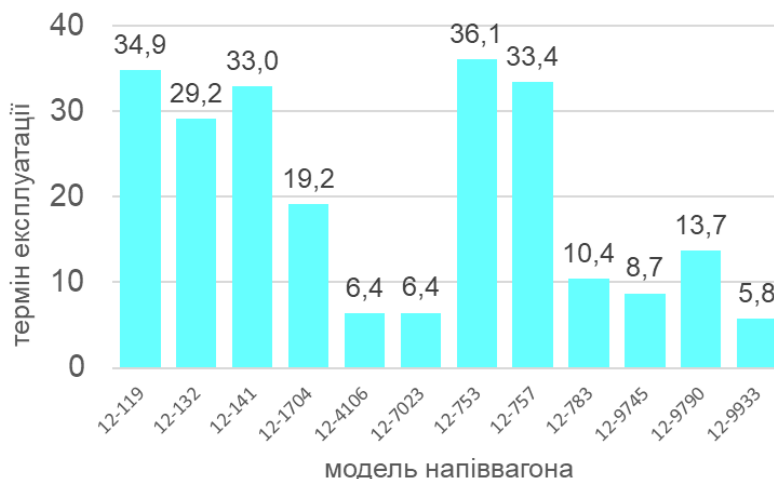


Рис. 2. Середній термін експлуатації різних моделей напіввагонів

Напіввагони моделей 12-119, 12-132, 12-141 складають майже 14 % загальної кількості НПВ. Вони мають найбільший термін експлуатації – у середньому понад 30 років. Ці НПВ вже вичерпали свій ресурс (22 роки), а їхній термін служби продовжували.

Те саме можна сказати про НПВ Крюківського вагонобудівного заводу моделей 12-753 і 12-757. Їхній термін експлуатації також перевищив 30 років.

В інших моделей вагонів термін експлуатації ще не вичерпаний. Особливо слід зазначити про наявність НПВ моделі 12-7023, виготовлені на КВБЗ. Це так звані «інноваційні» вагони з покращеними техніко-економічними характеристиками.

На рис. 3 подано розподіл несправностей універсальних НПВ (усіх моделей) за елементами конструкції.

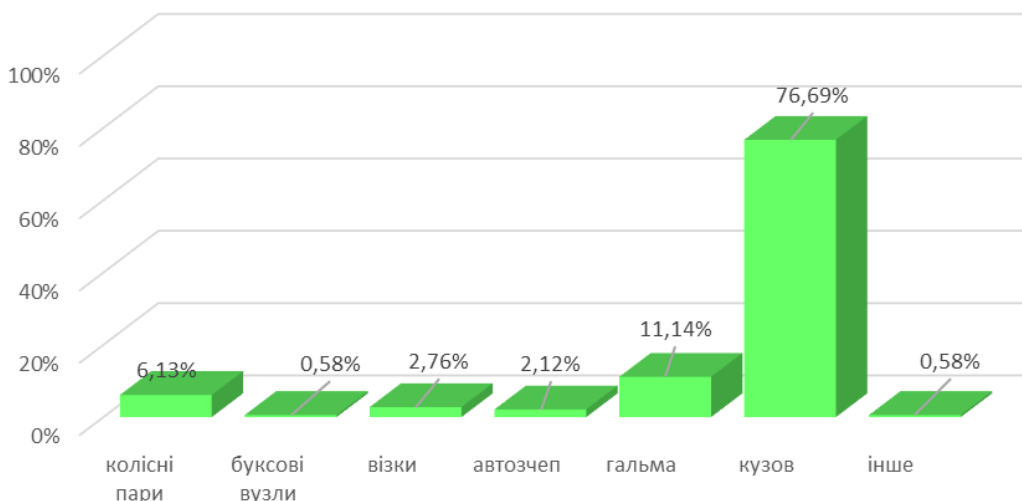


Рис. 3. Розподіл несправностей універсальних НПВ за видами відмов

Очевидно, що більшість – це пошкодження кузова. Далі йдуть відмови автоматичних гальм і колісних пар.

У табл. 1 наведено розподіл пошкоджень елементів універсальних напіввагонів (усіх моделей).

Таблиця 1

Пошкодження елементів кузовів універсальних напіввагонів

Вид пошкодження	Кількість
Уширення кузова більше 75 мм на один бік	0,04 %
Обрив зварного шва стояка	2,26 %
Обрив зварних швів розкосів	0,04 %
Пошкодження обв'язувальних брусів	0,21 %
Пошкодження обшивки кузова	0,08 %
Несправність запору дверей	0,04 %
Відсутність кришки люка	0,04 %
Пошкодження кришки люка і петель	0,33 %
Несправність запору люка	64,13 %
Пошкодження (обрив) сходів / поручнів / підніжок	0,08 %
Тріщина / злам сходів, поручнів і підніжок	0,50 %
Тріщина / злам верхньої обв'язки напіввагона	0,04 %
Тріщина у вузлах сполучення хребтової та шворневої балок рами вагона	0,04 %
Послаблення кріплення п'ятника	0,25 %
Обрив по зварюванню, розрив накладок	2,34 %
Тріщина / злам верхнього / вертикального листа поперечної балки рами	29,22 %
Злам / тріщина / обрив розкосів	0,04 %
Наскрізний корозійний знос бічних стін понад 25 % їхньої поверхні	0,13 %
Інше	0,17 %
Разом	100 %

Серед пошкоджень кузовів НПВ на першому місці знаходяться несправності запорів кришок розвантажувальних люків, далі – тріщини та злами верхніх і вертикальних листів поперечних балок рами. Також серйозну небезпеку являють обриви зварних швів розкосів і розриви накладок.

У табл. 2 наведено розподіл пошкоджень гальмової системи універсальних напіввагонів (усіх моделей).

Найчастіше автогальма відмовляють через ослаблення кріплення труб повітропроводу і гальмівного обладнання та завари башмаків, далі – несправності повітророзподільника, гальмового циліндра та кінцевих кранів.

Основними причинами бракування колісних пар є неприпустимий знос гребеня (82,2 % загальної кількості відчеплень через відмови колісних пар).

Таблиця 2

Пошкодження елементів автоматичних гальм універсальних напіввагонів

Вид пошкодження	Кількість
Несправність авторежиму та його привода	0,58 %
Несправність регулятора гальмівної передачі важеля	2,02 %
Несправність розподільника повітря	10,09 %
Несправність гальмівного циліндра	7,49 %
Несправність кінцевого крана	6,63 %
Зрив корончатої гайки триангеля	0,29 %
Обрив кронштейна двокамерного резервуара повітророзподільника	0,29 %
Несправність трійника повітропроводу гальмівної магістралі	2,02 %
Несправність балки авторежиму або її кріплення	0,29 %
Відсутність або пошкодження балки авторежиму	0,58 %
Ослаблення кріплення труб повітропроводу і гальмівного обладнання	36,02 %
Обрив / злам повітропроводу і підвідних труб гальмівної магістралі	1,44 %
Злам важелів і тяг гальмівної важільної передачі	1,15 %
Знос втулок триангеля	0,58 %
Завар башмака	19,31 %
Злам запобіжних скоб горизонтальних тяг гальмівної важільної передачі	0,29 %
Розрегулювання важільної передачі	2,31 %
Несправність ручного стоянкового гальма	0,86 %
Тріщина / злам підвіски гальмівного башмака	1,44 %
Розукомплектування ручного стоянкового гальма	6,05 %
Інше	0,29 %
Разом	100 %

Серед буксових вузлів переважна більшість відмов викликана надмірним нагрівом підшипників (94,44 %). У візків переважають злами пружин (30,23 %) і невідповідність зазорів ковзунів (19,77 %). Також 23,26 % відчеплених візків мають прострочений термін експлуатації своїх елементів.

Розподіл причин відмов автозчепного обладнання НПВ наведено на рис. 4.

Найчастіші відмови автозчепного обладнання – це злами центрувальної балочки та обриви (тріщини) маятникової підвіски. Також спостерігають тріщини та інші несправності корпусу автозчепу.

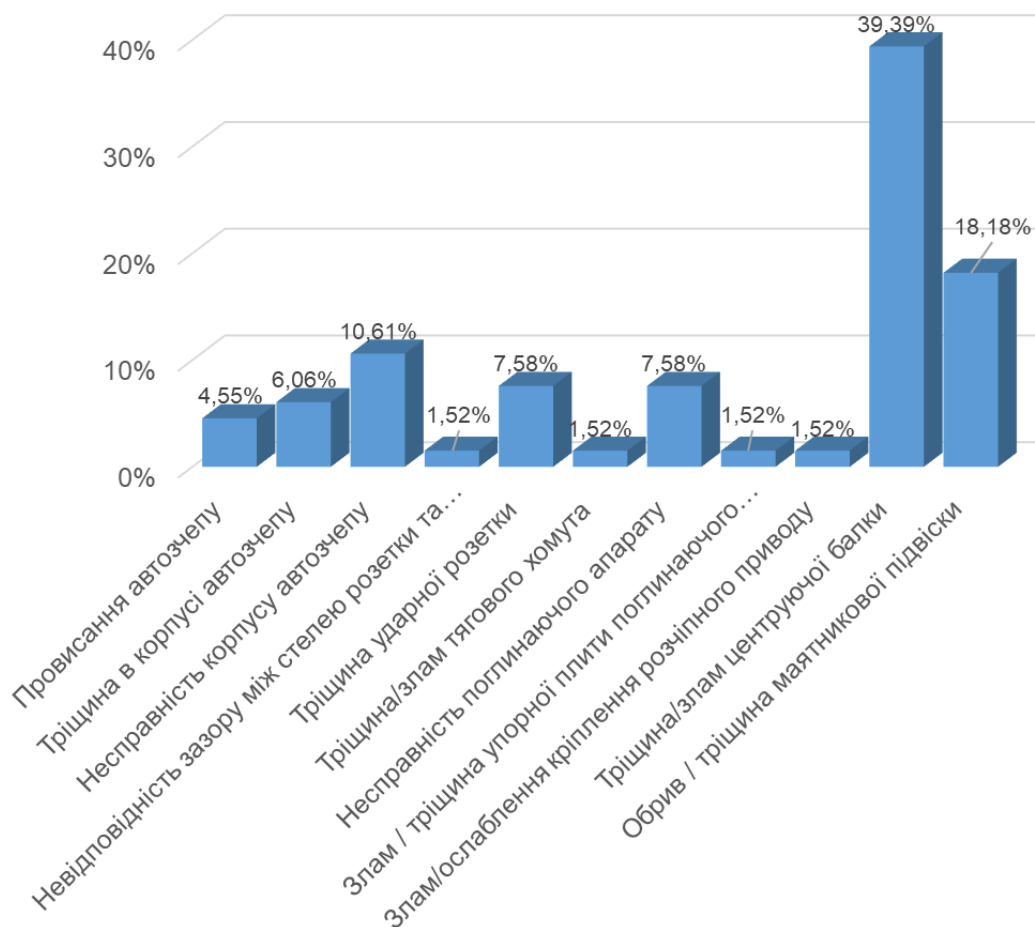


Рис. 4. Розподіл причин відмов автозчепного обладнання універсальних НПВ

На рис. 5 зображено розподіл часу відновлення працездатності НПВ. Понад 15 діб ремонтують НПВ із відмовами буксових вузлів, а НПВ із відмовами колісних пар – 11,55 доби. Найменше часу витрачають на відновлення працездатності НПВ з відмовами автогалъм – 4,2 доби.

Отримані результати дали змогу порівняти різні моделі НПВ за рівнем надійності (рис. 6).

Найчастіше отримують пошкодження старі моделі НПВ 12-1704 і 12-753, сучасні моделі 12-9790 і 12-9745. Найбільш надійними є сучасні НПВ моделей 12-4106 і 12-7023.

Висновки:

- проаналізовано парк універсальних напіввагонів приватної власності за

моделями і терміном експлуатації. Визначено модельний ряд і кількість НПВ, що вже вичерпали свій ресурс, а їхній термін експлуатації перевищив 30 років;

- проаналізовано технічний стан елементів конструкції універсального НПВ. Визначено, що переважну більшість відчеплень викликають пошкодження кузова. На другому місці – відмови автоматичних галъм;

- досліджено час відновлення працездатності НПВ. Визначено, що найдовше ремонтують НПВ із відмовами буксових вузлів. Найменше часу витрачають на відновлення працездатності НПВ із відмовами автогалъм;

- порівняно ушкоджуваність НПВ різних моделей. Визначено, що найчастіше

отримають пошкодження старі моделі НПВ 12-1704 і 12-753, сучасні моделі 12-9790 і 12-9745. Найбільш надійними є сучасні НПВ моделей 12-4106 і 12-7023.

Отримані результати дають змогу сформулювати стратегію ремонту і технічного обслуговування НПВ приватної власності з урахуванням фактичного технічного стану та рівня надійності.

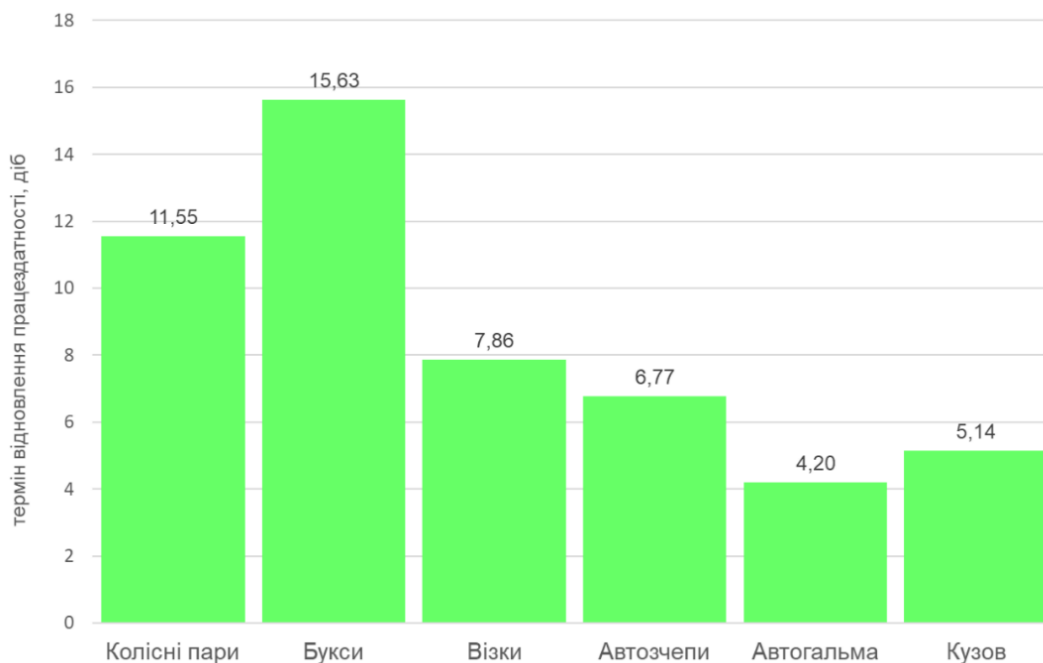


Рис. 5. Час відновлення працездатності елементів універсальних НПВ

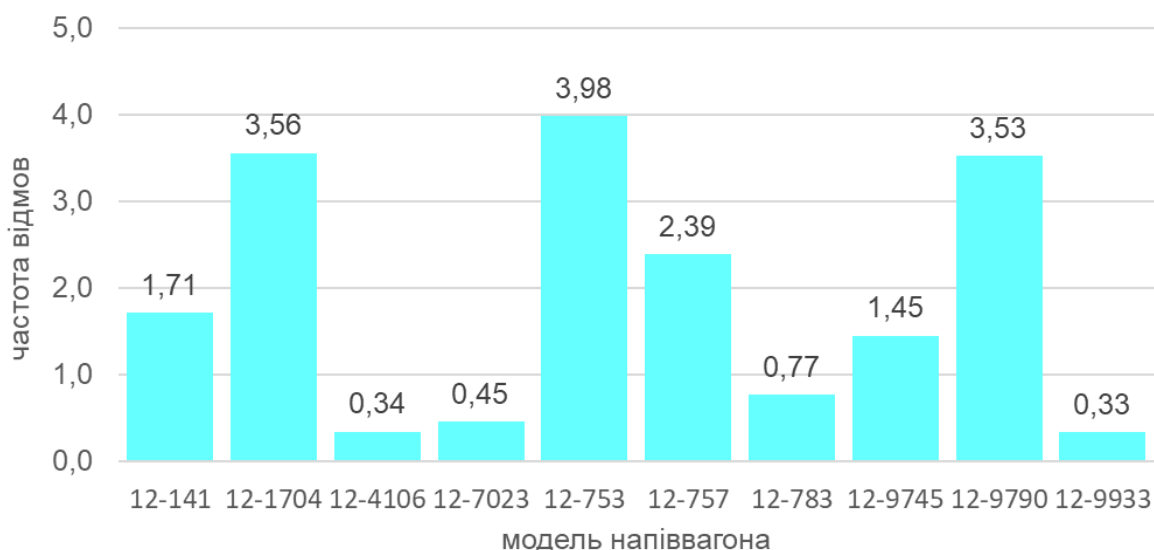


Рис. 6. Частота відмов універсальних НПВ різних моделей

Список використаних джерел

1. Візняк Р. І., Чепурченко І. В., Шевченко В. О. Піввагон і грейфер: вічна проблема несумісності. *Вагонный парк*. 2011. № 1. С. 24-28.
2. Візняк Р. І., Чепурченко І. В., Яценко А. О. Особливості визначення експлуатаційних навантажень кузова напіввагона та шляхи удосконалення його конструкції з метою забезпечення міцності і збереження. Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2016. Вип. 159. С. 91-97. DOI:10.18664/1994-7852.159.2016.67018.
3. Сендеров Г. К., Глаголев Е. В., Поздина Е. А. Обеспечение сохранности полувагонов при грейферной выгрузке грузов. *Железнодорожный транспорт. Серия «Вагоны и вагонное хозяйство». Ремонт вагонов*. 2001. Вып. 1. С. 1-8.
4. Фомін О. В., Бурлуцький О. В. Аналіз та класифікація пошкоджень універсальних напіввагонів, які виникають за час їх життєвого циклу. *Вісник Вінницького політехнічного інституту. Серія «Машинобудування і транспорт»*. 2012. № 4. С. 163-167.
5. Кузнецов С. А., Паршин П. В. Анализ технического состояния полувагонов в зависимости от рода перевозимого груза. *Деп. в ЦНИИ ТЭИ МПС: науч.-техн. сб.* 2004. № 6438. С. 18-21.
6. Болотин М. М., Воротников В. Г. Отказы и срок службы грузового вагона. *Мир транспорта*. 2012. № 2. С. 152-161.
7. Мурадян Л. А. Відмови та безвідмовність вагонів як складові експлуатаційної надійності. *Вісник НТУ «ХПИ». Серія «Механіко-технологічні системи та комплекси»*. 2015. № 52(1161). С. 127-130.
8. Федосов-Ніконов Д. В., Стринжа А. М., Шамшей Д. О., Полулях В. М. Дослідження корозійних пошкоджень елементів вагонів під час технічного діагностування. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 3 (251). С. 181-184.
9. Конюхов А. Д. Коррозия и надежность железнодорожной техники. *Железнодорожный транспорт*. 1997. № 1. С. 42-47.
10. Myamlin S. V., Keбал I. U., Kolesnykov S. R. Design review of gondola car. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2014. № 6 (54). С. 136-145. <https://doi.org/10.15802/stp2014/33773>.
11. Ivanova T. V., Petrov V. A., Nalabordin D. G. (2015). Statistical estimation of mean time to failure of gondola cars between repairs. *Dependability*. 2015;(1):32-38. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2015-0-1-32-38>.
12. Karibzhanov E. A. Freight wagons in Kazakhstan: improving technical condition. *Cars and car economy*. 2009. 4(20). С. 34-36.

Мартинів Ігор Ернстович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0002-0481-3514. Тел.: (050) 300-31-60. E-mail: martinov.hiit@gmail.com.

Труфанова Альона Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0003-1702-1054. Тел.: (050) 520-17-81. E-mail: alena.hiit.vagons@gmail.com.

Шовкун Вадим Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0003-1826-6053. Тел.: (050) 520-17-81. E-mail: vadimshovkun62@gmail.com.

Литовченко Олександр Миколайович, аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0003-1826-6053. Тел.: +38 (050) 3039850. E-mail: rokada_t@ukr.net.

Дмитренко Максим Володимирович, аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0009-0000-2712-2495. Тел.: +38 (067) 399 6881. E-mail: lemtr21@gmail.com.

Балашов Олександр Олександрович, аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0009-0007-6155-601X. Тел.: +38 (050) 3039850. E-mail: balashov@kart.edu.ua.

Martynov Igor, Dr. Sc. (Tech). Professor, head department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0481-3514>. Тел.: (057) 730-10-36. E-mail: martinov.hiit@gmail.com.

Trufanova Alyona, PhD (Tech). Associate Professor department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0000-0003-1702-1054. Тел.: (050) 520-17-81. E-mail: alena.hiit.vagons@gmail.com.

Shovkun Vadim, PhD (Tech). Associate Professor department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0000-0003-1826-6053. Тел.: (050) 520-17-81. E-mail: vadimshovkun62@gmail.com.

Lytovchenko Oleksandr. Postgraduate student, department of maintenance and repair of rolling stock, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0000-0003-1826-6053. Тел.: +38 (050) 3039850. E-mail: rokada_t@ukr.net.

Dmytrenko Maksym. Postgraduate student, department of maintenance and repair of rolling stock, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0009-0000-2712-2495. Тел.: +38 (067) 399 6881. E-mail: lemtr21@gmail.com.

Balashov Oleksandr. Postgraduate student, department of maintenance and repair of rolling stock, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: 0009-0007-6155-601X. Тел.: +38 (050) 3039850. E-mail: balashov@kart.edu.ua.

Статтю прийнято 10.10.2024 р.