

УДК 629.4.023.14

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.141.2013.93286>

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОЇ ТА БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

С.В. Волков, А.Д. Сірадчук

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

С.В. Волков, А.Д. Сирадчук

WAYS SOLUTION TO THE PROBLEM OF RELIABLE AND SAFE OPERATION OF PASSENGER CARS

S.V. Volkov, A.D. Siradchuk

Наведені результати дослідження проблеми та наукове обґрунтування шляхів забезпечення надійної та безпечної роботи пасажирського вагонного парку в сучасних умовах господарювання.

***Ключові слова:** вагон, експлуатація, надійність, безпека, технічне обслуговування, ремонт.*

Приведены результаты исследования проблемы и научное обоснование путей обеспечения надежной и безопасной работы пассажирского вагонного парка в современных условиях хозяйствования.

Ключевые слова: вагон, эксплуатация, надежность, безопасность, техническое обслуживание, ремонт.

Results over of research of problem and scientific ground of ways of providing of reliable and safe work of passenger of carriage park are brought in the modern terms of management.

Keywords: car, maintenance, reliability, security, maintenance and repair.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення надійної та безпечної роботи пасажирського вагонного парку в теперішній час стоїть дуже гостро. Її вирішення можливо двома шляхами: закупівля нових вагонів або забезпечення працездатності існуючого парку через впровадження сучасних технологій в процесі технічного обслуговування та ремонту вагонів. Через обмеженість коштів на придбання нових пасажирських вагонів у необхідній кількості для безпечної експлуатації пасажирських вагонів віддають перевагу другому варіанту. При цьому особлива увага повинна приділятися: використанню засобів технічної діагностики та апаратурних способів контролю технічного стану вагонів; автоматизованим системам управління виробничими процесами експлуатації та ремонту; комплексній механізації та автоматизації процесів технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню проблеми безпечної експлуатації пасажирських вагонів присвячені роботи [1-3], в яких автори пропонують свої напрямки, в яких потрібно прикладати зусилля для забезпечення надійної роботи пасажирського вагонного парку. На підставі аналізу стану безпеки руху поквартально кожен рік по залізницях України визначаються напрямки роботи щодо стабілізації стану безпеки руху у пасажирському господарстві. Разом з тим, досліджень, що спрямовані на розкриття сутності та наукове обґрунтування шляхів вирішення існуючої проблеми безпечної

експлуатації пасажирських вагонів, явно недостатньо.

Формування мети. Метою даної роботи є дослідження проблеми та наукове обґрунтування шляхів забезпечення надійної та безпечної роботи пасажирського вагонного парку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасний пасажирський вагон являє собою складну інженерну конструкцію, яка включає до себе комплекс механічних і електричних систем, найважливішими з яких є кузов, ходова частина, електрообладнання, система опалення та водопостачання. Збільшення швидкостей руху поїздів, підвищення рівня безпеки та вимог до комфорту пасажирів вимагають забезпечення високої експлуатаційної надійності пасажирських вагонів. Необхідний рівень надійності різних елементів та систем вагонного обладнання залежить від їхнього призначення, розташування та ступеня впливу на працездатність вагона в цілому. В експлуатації несправності за вищезазначеними системами, вузлами, та деталями вагона розподіляються наступним чином (таблиця).

З аналізу стану безпеки руху у пасажирському господарстві Укрзалізниці встановлено, що майже кожен рік, від загальної кількості, через людський фактор виникає близько 80 % транспортних подій; через виникнення технічних несправностей на шляху прямування – близько 15 % транспортних подій; через недосконалість конструкції вузлів та деталей вагонів – близько 5 % випадків.

Таблиця 1

Перелік несправностей, через які вагони надходять у поточний відчіпний ремонт

№ п/п	Несправності за системами, вузлами та деталями вагона	Відсотки	Часткове значення
1	Колісні пари	79	0,79
2	Кузов	3,4	0,034
3	Візок	2	0,02
4	Автозчеплення	3,4	0,034
5	Гальмо	1,4	0,014
6	Опалення	2	0,02
7	Водопостачання	3,4	0,034
8	Електрообладнання	5,4	0,054
	Усього	100	1,00

Перевірки, які систематично проводяться як керівниками структурних підрозділів, так і пасажирських служб, не відіграють свою роль у підвищенні якості ремонту та безпечній експлуатації пасажирських вагонів. Необхідне комплексне дослідження факторів, що впливають на надійну та безпечну роботу пасажирського вагонного парку. В системному підході до вирішення проблеми безпечної експлуатації пасажирських вагонів – запорука успіху.

Упорядкування (структуризацію) факторів, що впливають на надійну та безпечну роботу пасажирського вагонного парку, подано за допомогою схеми Ісікави, що зображена на рисунку.

Як видно з рисунка, всі фактори згруповані в чотири так звані суперфактори: надійність та безпека вагонів (НБВ); рівень розвитку ремонтної бази (РРБ); людський фактор (ЛФ); добротність інформаційної бази (ДІБ).

Кожен з цих суперфакторів поділяється на фактори більш конкретного змісту, а ті, у свою чергу, на фактори ще більш конкретного змісту і т.д.

Найбільш ефективним шляхом вирішення задачі забезпечення надійності та працездатності пасажирських вагонів є покращення таких якостей вагонних

конструкцій, як контролепридатність, доступність, легкоснімність та розділюваність, які у сукупності віддзеркалюють таку якість надійності, як ремонтпридатність. Вказані якості вагонних конструкцій необхідно закладати на етапі їх проектування.

Велику кількість причин транспортних пригод на стадії експлуатації пасажирських вагонів поділяють на причини, що виникають внаслідок: відмови техніки; людського фактора; несприятливих поєднань обставин, кожна з яких окремо часто не є небезпечною.

Причини, що виникають внаслідок відмов техніки, усуваються, в основному, на етапі проектування, конструювання та виготовлення пасажирського вагона.

Дії ревізорського апарату, інструкторів і керівних працівників пасажирських депо направлені на розробку та організацію виконання заходів, що мінімізують причини людського фактора, та причини, які виникають через несприятливі поєднання обставин.

Необхідно також наукове обґрунтування гарантійного плеча ЛПТО вагонів ($l_{гд}$), тобто періодичності контролю технічного стану пасажирських вагонів на шляху прямування.

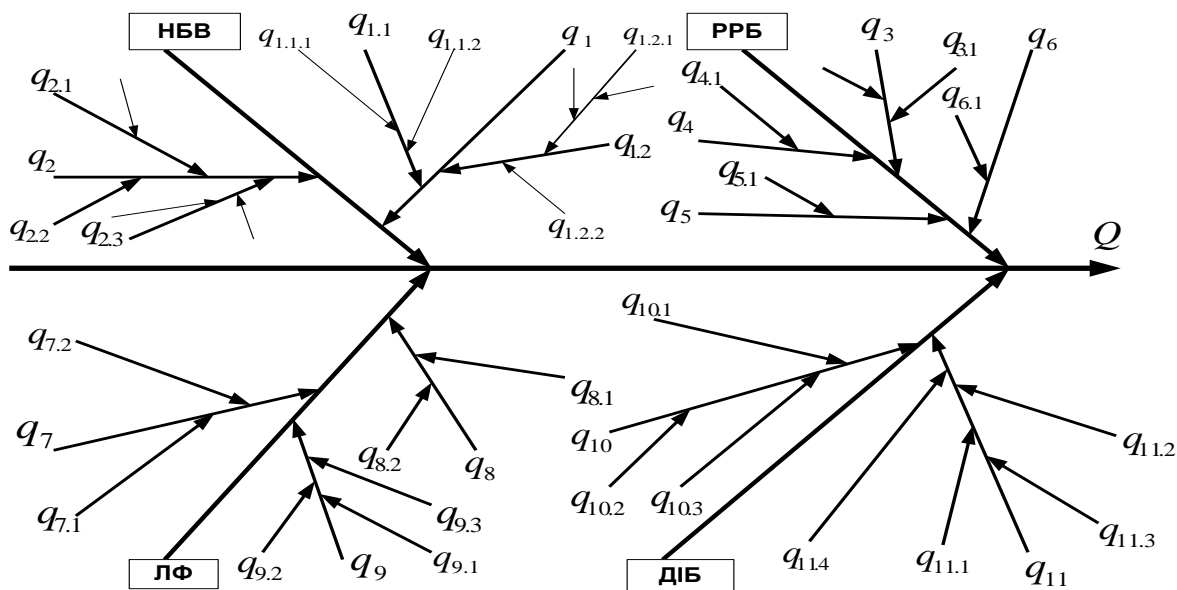


Рис. Структуризація факторів, які впливають на надійну та безпечну роботу вагонів пасажирського парку

Для цього розглянемо так званий план контролю технічного стану пасажирського вагона на відрізку часу $(0, l_{БД})$.

$$X_n = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

де $l_{БД}$ – періодичність депоєвських ремонтів вагонів;

x_i – пробіг вагона до i -го контролю технічного стану вагона;

n – число перевірок технічного стану вагона на відрізку часу $(0, l_{БД})$.

План контролю стану вагона X_n є об'єктом оптимізації.

Як цільову функцію обираємо так звану функцію експлуатаційних витрат

$$G_{X_n}(\xi) = \begin{cases} nc; & \text{при } \xi > l_{БД} \\ nc + (l_{БД} - \xi) \cdot V; & \text{при } x_n < \xi \leq l_{БД} \\ kc + P \cdot [(X_{k+1} - \xi) \cdot V + C] + P \sum_{s=1}^{n-k-1} (1-P)^s \times \\ \times [(X_{k+s+1} - \xi) \cdot V + (S+1)c] + (1+P)^{n-k} \times \\ \times [(l_{БД} - \xi) \cdot V + (n-k)c] & \text{при } x_k < \xi \leq x_{k+1}, \kappa = \overline{0, n-1}, \end{cases} \quad (2)$$

де ξ – напрацювання вагона до відмови;

c – витрати на один контроль технічного стану вагона;

V – середня величина втрат від перебування вагона у прихованому аварійному стані в одиницю часу;

P – імовірність виявлення відмови оглядачем вагонів.

Потрібно знайти такий план технічних оглядів пасажирських вагонів X_n на інтервалі $(0, l_{БД})$, при якому експлуатаційні втрати мали б мінімальні значення. Зазначимо, що план контролю X_n характеризується кількістю технічних оглядів n за період $(0, l_{БД})$, і величинами x_1, x_2, \dots, x_n .

Оптимальні моменти часу x_i , в яких слід було б перевірити технічний стан

вагона, обчислюються за формулою

$$x_i = iP \cdot \left[\frac{l_{БД}}{n^* P + 1} + \frac{c}{2V} \cdot \left(\frac{n^* [(n^* + 1)P + 2]}{n^* P + 1} - (i + 1) \right) \right], \quad (3)$$

де n^* – найбільше n , при якому виконується нерівність

$$cP^2 n^2 + cP(2 - P)n + 2(c - PVl_{БД}) \leq 0. \quad (4)$$

Як видно з виразу (3), оптимальна періодичність перевірок технічного стану змінна, що в принципі можливо реалізувати на практиці за допомогою системи АСУ-ЕРПВ.

Однак, ураховуючи мінімаксну постановку задачі, цілком допустимо використовувати в експлуатації приблизне значення періодичності контролю технічного стану вагонів ($l_{ГД}$), яке рекомендується розраховувати за формулою

$$l_{ГД} = \frac{l_{БД}}{n^*}. \quad (5)$$

Практична цінність формули для обчислення оптимальних гарантованих пробігів вагонів полягає у такому:

- знайдений зв'язок між періодичністю деповського ремонту та довжиною гарантованого плеча ЛПТО вагонів;

- отримана явна залежність довжини гарантованої ділянки ЛПТО вагонів від імовірності браку в роботі оглядачів вагонів, а отже, і від рівня організації роботи ЛПТО, оснащення працівників технічними засобами виявлення пошкоджень і т.п.

Аналіз рівня розвитку експлуатаційної та ремонтної бази пасажирських вагонів дав можливість визначити основні задачі, які повинні бути вирішені у пасажирському господарстві: виведення із експлуатації застарілого парку пасажирських вагонів та заміна його новим; переоснащення та модернізація підприємств з технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів; покращення технічного обслуговування

пасажирських вагонів за рахунок впровадження засобів діагностування, механізації, автоматизації, енергозбереження; впровадження на підприємствах з технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів європейських стандартів якості.

Особливістю сучасного етапу інформатизації системи технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів є створення так званої вагонної моделі, що буде працювати в режимі реального часу з відображенням номера, технічного стану, координат знаходження вагона. Така модель створюється на базі АСУ-ЕРПВ. Використання цієї системи дасть змогу перейти на принципово нову технологію управління технічним обслуговуванням та ремонтом пасажирських вагонів. Всі зміни стану вагона фіксуються в пам'яті ЕОМ по кожному номеру вагона.

Висновок. На сьогоднішній день існують проблеми безпечної експлуатації пасажирських вагонів. Це обумовлено в значній мірі фізичним і моральним старінням вагонного парку та виробничо-технічної бази з технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів.

Шляхи вирішення проблеми надійної та безпечної експлуатації пасажирських вагонів лежать в системному підході і стосуються: покращення технологічності вагонних конструкцій; встановлення обґрунтованої періодичності контролю технічного стану пасажирських вагонів на шляху прямування; всебічного розвитку експлуатаційної та ремонтної бази пасажирських вагонів; широкого впровадження в систему технічного обслуговування та ремонту вагонів інформаційних технологій.

Список використаних джерел

1. Головка, В.Ф. Моделювання технічного стану пасажирських вагонів [Текст] / В.Ф. Головка, І.Д. Борзилов, І.О. Куденко // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 3 – С. 27-28.
2. Борзилов, І.Д. Інформаційна технологія в процесі технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів [Текст] / І.Д. Борзилов, С.О. Зайцев, А.В. Писаренки // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 94. – С. 65-72.
3. Борзилов, І.Д. Моделі ефективного функціонування підрозділів з технічного обслуговування пасажирських вагонів за умов реформування депо [Текст] / І.Д. Борзилов, М.В. Троян // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 220–225.

Рецензент д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Сірадчук Андрій Дмитрович, слухач ІППК, Південна залізниця.

Волков Сергій Вікторович, слухач ІППК, Придніпровська залізниця.

Volkov S.V., Siradchuk A.D.