

УДК 629.45

Сравнительный анализ причин внеплановых ремонтов пассажирских вагонов

И. А. Вишняков, Д. Г. Евсеев

Российский университет транспорта (МИИТ), Россия, 127994, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

Для цитирования: Вишняков И. А., Евсеев Д. Г. Сравнительный анализ причин внеплановых ремонтов пассажирских вагонов // Бюллетень результатов научных исследований. 2026. Вып. 1. С. 58–66. DOI: 10.20295/2223-9987-2026-1-58-66

Аннотация

Цель: провести сравнительный анализ причин внеплановых текущих отцепочных ремонтов (ТОР) пассажирских вагонов для выявления закономерностей выхода из строя элементной базы в зависимости от интенсивности эксплуатации. **Методы:** статистический анализ данных о проведении ТОР для двух групп вагонов, дифференцированных по интенсивности использования: «умеренное» (до 600 тыс. км и/или 3 года) и «интенсивное» (2 года независимо от пробега). Использовались методы диаграммы Парето для выявления главных неисправностей, а также расчет удельной частоты возникновения неисправностей и коэффициента интенсивности отказов. **Результаты:** установлено, что вагоны с интенсивной эксплуатацией требуют проведения внепланового ремонта в среднем в 1,6 раза чаще (в расчете на один вагон), чем вагоны с умеренным использованием. Выявлены основные причины браковки: дефекты поверхности катания колесных пар (выщербина, круговой наплыв, равномерный прокат) и необходимость технологической замены масла в редукторе. Показано, что характер и частота неисправностей существенно зависят от режима эксплуатации. **Практическая значимость:** полученные результаты позволяют собственникам и операторам подвижного состава прогнозировать потребность в запасных частях и производственных ресурсах для проведения ТОР, оптимизировать логистику ремонтов. На основе анализа предложено разработать дифференцированную систему контроля зарождения и развития эксплуатационных дефектов на поверхности катания колесных пар, оптимизировать технологические операции и развивать бортовую диагностику для перехода к ремонту по фактическому состоянию.

Ключевые слова: пассажирский вагон, внеплановый ремонт, текущий отцепочный ремонт (ТОР), пробег, возраст вагона, эффективность эксплуатации

Введение

Повышение эффективности использования пассажирских вагонов локомотивной тяги актуально в сфере выполнения услуг по перевозке пассажиров как с точки зрения экономической целесообразности и алгоритма проведения технического обслуживания и ремонта (ТОиР), так и для обеспечения безопасности движения, надежности и качества перевозочной деятельности в целом. Для исследования интенсивности возникновения неисправностей в узлах, деталях и агрегатах пассажирских вагонов проведен их сравнительный анализ от постройки до достижения первого планового ремонта с умеренным (пробег менее 600 тыс. км и достижение 3 лет) и с интенсивным (календарный период 2 года без ограничения пробега) использованием [1]. Данное сравнение позволит выявить закономерность выхода из

стройка элементной базы пассажирских вагонов в зависимости от интенсивности их использования.

Одним из основных показателей привлекательности использования пассажирского вагона является его эргономичность, которая выражена в обеспечении комфортных условий перевозки и надежности, позволяющих путешествовать строго в соответствии с заложенным графиком движения. Выполнение этих показателей требует от владельца подвижного состава поддерживать состояние пассажирских вагонов на высоком техническом уровне, а также повышать долговечность элементной базы путем использования наиболее надежных узлов, деталей и агрегатов [3].

Именно поэтому каждый случай отказа оборудования, требующий проведения текущего отцепочного ремонта (ТОР), в итоге ведет к экономическим потерям и снижению эффективности использования вагона по назначению.

Статистический анализ показывает, что большинство неисправностей носит эксплуатационный характер, то есть возникает в результате естественных износов элементов [5]. Значит, данные неисправности ремонтируются за счет ресурсов собственника или оператора подвижного состава.

Для того чтобы определить потребность в необходимом количестве запасных частей и материалов с целью обеспечения высокого уровня эффективности использования каждой единицы подвижного состава, собственник заинтересован в получении информации о планируемом (прогнозируемом) количестве и периоде попадания вагона во внеплановый ремонт [6, 7]. Эта информация будет также полезна для того, чтобы собственник пассажирского вагона повысил надежность элементной базы, запланировал необходимый запас или перешел на более надежные аналоги.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования установлены две группы пассажирских вагонов с различной интенсивностью использования:

1. *Умеренное использование.* В данную группу отнесены вагоны, достигшие максимально допустимого периода использования до проведения планового ремонта (3 года). Общее количество вагонов составляет 246 единиц со средней интенсивностью использования 429 км/сут.

2. *Интенсивное использование.* В данную группу по результатам анализа истории использования пассажирских вагонов за исследуемый период [2] отнесены вагоны с интенсивным пробегом (до 1 140 700 км) и достижением календарного периода 2 года с момента изготовления [1]. Общее количество вагонов составляет 624 единиц со средней интенсивностью использования 946 км/сут.

Данная статистика показывает, что вагонов с интенсивным использованием более чем в 2,5 раза больше, чем с умеренным, при этом они эксплуатируются в 2,21 раза интенсивнее.

Проведение статистического анализа осуществлялось на основе данных курсирования вагонов с момента постройки до проведения первого деповского ремонта с анализом архивных данных за более чем 10 лет [2].

Анализ получен на основании:

– фиксации проведения ТОР выявленных неисправностей в результате визуального и инструментального контроля при проведении технического обслуживания поездов (в объеме ТО-1) на станциях формирования (расформирования), назначения и в пунктах оборота [1];

– фиксации сверхнормативных значений инфраструктурными (КТИ, КТСМ и т. д.) и бортовыми внутривагонными (СКДУ, «Хранитель» и т. д.) диагностическими системами.

В качестве методологии сформированы предложения по повышению надежности оборудования пассажирских вагонов, а также прогноза интенсивности попадания вагонов на позиции ТОРа по наиболее многочисленным неисправностям с вводом показателя «удельная частота возникновения неисправности», выраженная как среднее количество фактов проведения внеплановых ремонтов на один вагон по каждому типу неисправности. По результатам работы рассчитан коэффициент интенсивности отказов в зависимости от интенсивности пробега вагона в исследуемом интервале. Используемые в работе термины и определения соответствуют действующим стандартам [4]. Методология учитывает подходы к установлению назначенных сроков службы элементной базы [8], а также современные тенденции цифровизации процессов технического обслуживания, направленные на повышение прозрачности и эффективности управления парком [10].

Результаты исследования

Проведенный анализ случаев браковки вагонов для устранения внеплановых неисправностей при проведении текущего отцепочного ремонта (ТОР) с построением диаграммы Парето (рис. 1) показал, что в область необходимости принятия первоочередных мер и выработки мероприятий по ним попали следующие неисправности:

– дефекты на поверхности катания колесной пары (выщербина, круговой наплыв и равномерный прокат);

– технологическая необходимость замены масла в редукторе от средней части оси колесной пары.

Наиболее характерные и многочисленные неисправности узлов, агрегатов и деталей пассажирских вагонов, которые требуют проведения вагону текущего отцепочного ремонта, структурированы в табл. 1. Полученные данные коррелируют с методами оценки остаточного ресурса [6].

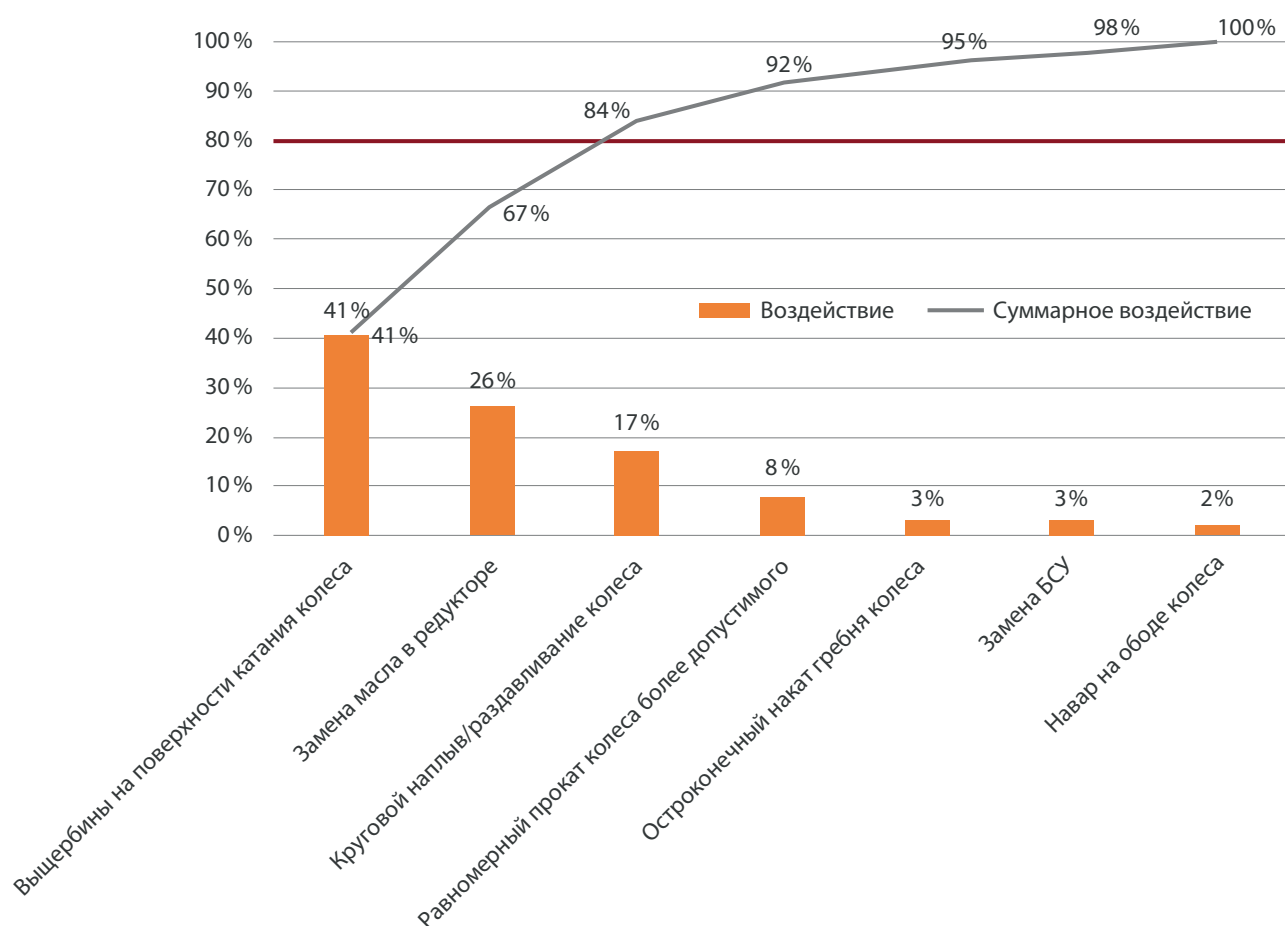


Рис. 1. Диаграмма распределения фактов проведения внепланового ремонта по типам неисправностей

ТАБЛИЦА 1. Распределение наиболее многочисленных неисправностей пассажирских вагонов, требующих проведения ТОР

Причина отцепочных ремонтов	Количество отцепочных ремонтов	
	Группа 1. Умеренное использование (246 вагонов)	Группа 2. Интенсивное использование (624 вагона)
Выщербина на поверхности катания колесной пары (к/п)	166 (37%)	766 (41%)
Равномерный прокат к/п более допустимого	80 (18%)	101 (5%)
Круговой наплыв/раздавливание (к/п)	43 (10%)	352 (19%)
Навар на поверхности катания (к/п)	12 (3%)	35 (2%)
Замена масла (истечение срока) в редукторе от средней части оси	102 (23%)	501 (27%)
Остроконечный накат на гребне (к/п)	21 (5%)	59 (3%)
Замена безззорного сцепного устройства (БСУ)	21 (5%)	39 (2%)
Всего неисправностей	445	1853

Для приведения к абсолютным показателям потребности браковки пассажирских вагонов в ТОР введем понятие «удельная частота возникновения неисправности, требующей внепланового ремонта» как отношение количества выявленных неисправностей к общему количеству проанализированных вагонов соответствующей группы. Результаты приведены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2. Удельная частота возникновения неисправностей вагонов, требующих проведения внепланового ремонта

№	Причина неисправности	Группа 1. Умеренное использование (246 вагонов)	Группа 2. Интенсивное использование (624 вагона)	Удельная частота браковки
1	Выщербина на поверхности катания к/п	0,68	1,23	1,82
2	Замена масла (истечение срока)	0,42	0,80	1,94
3	Круговой наплыв / раздавливание к/п	0,18	0,56	3,22
4	Равномерный прокат к/п более допустимого	0,33	0,16	0,5
5	Остроконечный накат гребня к/п	0,09	0,10	1,12
6	Замена БСУ	0,09	0,06	0,74
7	Навар на ободке к/п	0,05	0,06	1,14
Среднее значение		0,26	0,42	1,61

Отношение общих количеств ремонтов ($1853 / 445 \approx 4,16$) показывает, что в абсолютном выражении группа «интенсивное использование» потребовала в 4,2 раза больше внеплановых ремонтов, чем группа «умеренное использование». Однако для оценки влияния именно интенсивности эксплуатации ключевым является среднее отношение удельных частот (1,61), которое свидетельствует, что каждый вагон интенсивной группы в среднем в 1,6 раза чаще попадает во внеплановый ремонт по рассматриваемым причинам [7]. Разница между показателями (4,16 и 1,61) объясняется тем, что в интенсивной группе изначально в 2,5 раза больше вагонов, и при этом каждый из них выходит из строя чаще.

В результате проведенного анализа установлено, что вагоны группы «интенсивное использование» подвержены браковке для проведения им ТОР в 1,6 раза чаще (в расчете на один вагон), чем вагоны группы «умеренное использование». Наиболее интенсивная браковка осуществляется из-за наличия дефектов на поверхности катания колесных пар (круговой наплыв/раздавливание, выщербина, навар и остроконечный накат), а также по необходимости проведения технологической операции — замены масла в редукторе от средней части оси. При этом вагоны группы «умеренное использование» показали повышенную интенсивность браковки по наличию равномерного проката на поверхности катания колесной

пары, а также необходимости проведения технологической операции по замене беззазорного сцепного устройства на автосцепку СА-3.

Проведенное исследование позволяет констатировать, что в зависимости от интенсивности использования вагонов возникают две потребности проведения внепланового ремонта вагонам: технологическая — смена масла и перестановка узла БСУ/СА-3; эксплуатационная — образование дефектов на поверхности катания колесных пар, таких как выщербина (в основном связана с циклическими ударными воздействиями «стык — колесо», усугубляемыми резким перепадом температур наружного воздуха на полигонах) и равномерный прокат (естественный процесс износа поверхности катания в зависимости от интенсивности использования).

Выводы

В результате проведенного анализа установлено, что вагоны группы «интенсивное использование» подвержены браковке для проведения им ТОР в 1,5 раза чаще (в расчете на один вагон), чем вагоны группы «умеренное использование». При этом общее количество внеплановых ремонтов в интенсивной группе в 4,2 раза выше из-за большего размера парка и повышенной частоты отказов.

Проведенный сравнительный анализ показывает, что основными причинами внепланового ремонта являются образование эксплуатационных дефектов на поверхности катания колесных пар, а также рост необходимости проведения технологических операций (смена масла редуктора и замена сцепных устройств), что требует от собственника (оператора) подвижного состава принимать профилактические меры по обеспечению необходимого технологического запаса и/или производственного ресурса для поддержания эффективности использования парка.

Для обоснованного применения этих профилактических мер следует в первую очередь разработать дифференцированную систему контроля зарождения и развития эксплуатационных дефектов на поверхности катания колесных пар, а также внедрить материалы с увеличенным сроком службы, оптимизировать технологические операции и развивать бортовую диагностику для перехода к ремонту по фактическому состоянию.

Список источников

1. Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрику вагонов) № 808–2022 ПКБ ЦВ: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств — участников Содружества протоколом от 08.12.2022 № 77. 180 с.
2. Программа сбора статистики по истории ремонтов вагона на протяжении жизненного цикла: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025619713, Российская Федерация / Шинкарук А. С., Вишняков И. А.; заявл. 07.04.2025; опублик. 17.04.2025.
3. РТМ. Нормируемые показатели надежности пассажирских вагонов локомотивной тяги / МПС России. М., 2002. 76 с.

4. ГОСТ 33943-2016. Надежность железнодорожного подвижного состава. Термины и определения: введ. 09.01.2017.

5. Клещевникова Е. Ю., Корнишина В. Н., Жатченко Я. В. Виды неисправностей и методы устранения на текущий отцепочный ремонт грузовых и пассажирских вагонов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2025. Т. 1. С. 194–198.

6. Шинкарук А. С., Кульков А. А., Рафиков Р. Х. Повышение эффективности технического обслуживания пассажирского подвижного состава // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2024. № 4. С. 229–237.

7. Шинкарук А. С., Куликов М. Ю. Анализ влияния внепланового ремонта на эффективность использования пассажирского вагона // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2024. С. 445–452.

8. Совершенствование технического обслуживания и ремонта системы обеспечения комфорта пассажирских вагонов / Д. Г. Евсеев [и др.] // Наука и техника транспорта. 2023. № 3. С. 37–40.

9. Сергеев К. А., Кривич О. Ю., Руснак И. Н. Методика оценки потребительских свойств цельнокатаных колес пассажирских вагонов // Наука и техника транспорта. 2014. № 3. С. 39–45.

10. Иванова Е. А., Савенков Е. И. Цифровые платформы для повышения прозрачности процесса обслуживания железнодорожного подвижного состава // Экономика железных дорог. 2023. № 8. С. 65–70.

Дата поступления: 25.12.2025

Решение о публикации: 30.01.2026

Контактная информация:

ВИШНЯКОВ Иван Алексеевич — аспирант; dalisan5555@gmail.com

ЕВСЕЕВ Дмитрий Геннадьевич — д-р техн. наук, профессор; evseev dg@gmail.com

A comparative analysis of the causes underlying unscheduled repairs of passenger railway cars

I. A. Vishnyakov, D. G. Evseev

Russian University of Transport (MIIT), 9 Obraztsova str., Moscow, 127994, Russia

For citation: *Vishnyakov I. A., Evseev D. G. A comparative analysis of the causes underlying unscheduled repairs of passenger railway cars // Bulletin of scientific research results, 2026, iss. 1, pp. 58–66. DOI: 10.20295/2223-9987-2026-1-58-66 (In Russian)*

Abstract

Objective: to compare the reasons underlying unplanned ongoing uncoupling repairs (OUR) in order to find trends in component failure depending on the operating intensity. **Methods:** statistical analysis on the implementation of OUR for two groups of railway cars, classified as “moderate” (up to 600,000 km and/or 3 years) and “intensive” (regardless of mileage, upon reaching 2 years) was conducted. Pareto diagramme analysis was used to identify the principal malfunctions, accompanied by calculations of specific failure frequencies and the failure intensity coefficient. **Results:** the findings showed that vehicles subjected to intensive use require unscheduled repairs, on average, 1.6 times more frequently per vehicle than those under moderate use. The predominant defect sources were wheelset surface damage, including shelling, circumferential welds, and uniform wear, and the requirement for technological oil replacement in the gearbox. The study demonstrates that both the character and frequency of failures are substantially influenced by operating conditions. **Practical significance:** the data obtained will help rolling stock owners and operators predict the need for spare parts and production resources required for MRS repairs, optimize repair logistics and anticipate the demand for production resources and spare components for OUR repairs. The research proposes developing a specialized system to monitor the emergence and development of operational defects on the wheelset’s surface, optimize technological processes, and install onboard diagnostic equipment that will facilitate a transition to condition-based maintenance easier.

Keywords: passenger railway car, unscheduled repair, ongoing uncoupling repair (OUR), mileage, railway car age, operational efficiency

References

1. Instruktsiya po tekhnicheskomu obsluzhivaniyu vagonov v ekspluatatsii (instruktsiya osmotrshchiku vagonov) no. 808–2022 PKB TsV: utv. Sovetom po zhelezodorozhnomu transportu gosudarstv — uchastnikov Sodruzhestva protokolom ot 08.12.2022 no. 77. 180 s. (In Russian)
2. Programma sbora statistiki po istorii remontov vagona na protyazhenii zhiznennogo cikla: svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM no. 2025619713, Rossijskaya Federaciya / Shinkaruk A. S., Vishnyakov I. A.; zayavl. 07.04.2025; opubl. 17.04.2025. (In Russian)
3. RTM. Normiruemye pokazateli nadezhnosti passazhirskikh vagonov lokomotivnoj tyagi / MPS Rossii. M., 2002. 76 s. (In Russian)
4. GOST 33943-2016. Nadezhnost' zhelezodorozhnogo podvizhnogo sostava. Terminy i opredeleniya: vved. 09.01.2017. (In Russian)
5. Kleshchevnikova E. Yu., Kornishina V. N., Zhatchenko Ya. V. Vidy neispravnostej i metody ustraneniya na tekushchij ottsepochnyj remont gruzovykh i passazhirskikh vagonov // Nauchno-tehnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke. 2025. T. 1. S. 194–198. (In Russian)
6. Shinkaruk A. S., Kul'kov A. A., Rafikov R. Kh. Povyshenie effektivnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya passazhirskogo podvizhnogo sostava // Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. 2024. No. 4. S. 229–237. (In Russian)
7. Shinkaruk A. S., Kulikov M. Yu. Analiz vliyaniya vneplanovogo remonta na effektivnost' ispol'zovaniya passazhirskogo vagona // Ekspluatatsionnaya nadezhnost' lokomotivnogo parka i povyshenie effektivnosti tyagi poezdov: materialy VIII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem / Omskij gos. un-t putej soobshcheniya. Omsk, 2024. S. 445–452. (In Russian)

8. Sovershenstvovanie tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta sistemy obespecheniya komforta passazhirsikh vagonov / D. G. Evseev [i dr.] // Nauka i tekhnika transporta. 2023. No. 3. S. 37–40. (In Russian)

9. Sergeev K. A., Krivich O. Yu., Rusnak I. N. Metodika otsenki potrebitel'skikh svoystv tsel'nokatanykh koles passazhirsikh vagonov // Nauka i tekhnika transporta. 2014. No. 3. S. 39–45. (In Russian)

10. Ivanova E. A., Savenkov E. I. Tsifrovye platformy dlya povysheniya prozrachnosti protsessa obsluzhivaniya zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava // Ekonomika zheleznikh dorog. 2023. No. 8. S. 65–70. (In Russian)

Received: 25.12.2025

Accepted: 30.01.2026

Author's information:

Ivan A. VISHNYAKOV — Postgraduate Student; dalisan5555@gmail.com

Dmitry G. EVSEEV — Dr. Sci. in Engineering, Professor; evseevdg@gmail.com