

А. С. Шинкарук, А. А. Кульков, Р. Х. Рафиков

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация. Проводится анализ и сопоставление существующей системы планово-предупредительного ремонта пассажирского подвижного состава с перспективной предиктивной моделью контроля состояния ответственных узлов в режиме реального времени для выявления зарождения нестабильной работы его элементов. Экономическая реальность диктует необходимость поиска решений снижения затрат по содержанию подвижного состава вагонов в технически исправном состоянии. Предлагаемый поэтапный переход в системе технического обслуживания пассажирских вагонов по фактическому техническому состоянию, позволяет сократить трудозатраты, затраты на материальное обеспечение на проведение технического обслуживания и ремонта вагонов за счет устранения дефектов каждого контролируемого узла, а также снизить уровень повреждаемости диагностируемых узлов и повысить экономическую составляющую в процессе их эксплуатации.

Ключевые слова: пассажирский вагон, предиктивное состояние, техническое обслуживание и ремонт, старение, выявляемость.

Для цитирования: Шинкарук, А. С. Повышение эффективности технического обслуживания пассажирского подвижного состава / А. С. Шинкарук, А. А. Кульков, Р. Х. Рафиков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 4. – С. 229–237. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_229.

Введение

Существующая система ремонта и технического обслуживания пассажирских вагонов регламентирована в части последовательного выполнения следующих этапов: проектирование, изготовление, техническое обслуживание, ремонт и утилизация. Вместе с тем расходы на его содержание в течение всего периода эксплуатации в связи с естественным устареванием постепенно возрастают. Благодаря экономической необходимости предпринимаются попытки найти способы уменьшения расходов на его содержание в технически исправном состоянии на протяжении всего его жизненного цикла [4].

Важно рассмотреть целесообразность поэтапного перехода к системе обслуживания пассажирских вагонов, основанной на фактическом техническом состоянии их элементов и проведении диагностики их работоспособности.

Принятое решение позволяет сократить трудозатраты и время на проведение ремонта и обслуживания вагонов, а также снизить количество материалов, требующих замены, что позволит снизить уровень старения парка вагонов, добиться повышения экономической эффективности используемого подвижного состава в эксплуатации, а также снижения затрат при проведении планово-предупредительного и профилактического видов ремонта путем проведения обслуживания ряда узлов и деталей по их фактическому техническому состоянию.

С середины XX века, после выделения пассажирского сообщения в отдельную отрасль [3], на постоянной основе совершенствуется и система технического обслуживания, изменяются в сторону увеличения межпробегные нормы, совершенствуется сама процедура периодического технического обслуживания и ремонта от каждого факта прибытия пассажирского состава в пункт формирования до достижения пробега между техническим обслуживанием в пункте формирования 10 000 км [2].

Кроме этого, система управления ремонтом пассажирских вагонов, технологическая оснастка участков по ремонту подвижного состава в полной мере должны соответствовать регламентным требованиям [6, 9].

Основная часть

При планировании объема пассажирских перевозок на перспективный период (как правило, на предстоящий календарный год) собственниками подвижного состава формируются программы проведения технического обслуживания, деповских и капитальных ремонтов, а также дополнительных программ по ремонту наиболее ответственных элементов (колесных пар, редукторно-карданного привода

и т. д.). Нормируются и планируются затраты на себестоимость, персонал, запасные части и материалы, рассчитывается загрузка ремонтных участков в соответствии с производственными и технологическими мощностями предприятий.

Наличие необходимого количества технологического оборудования определяется в соответствии с требованиями руководства по ремонту, технологическим процессом, инструкциями. Дополнительная технологическая оснастка приобретается при освоении ремонта новых моделей пассажирских вагонов, которые зачастую разрабатываются с учетом того, что ресурсы агрегатов, узлов и электрических схем соответствуют определенным межремонтным срокам и периодам соответствующего технического обслуживания [7]. Следовательно, организационная планово-предупредительная система ремонта подвижного состава выполняет государственную роль в области изготовления, обслуживания и ремонта пассажирских вагонов локомотивной тяги [8].

По результатам анализа системы технического обслуживания и ремонта установлено, что для различных моделей имеются существенные особенности, которые включают в себя объем работы в зависимости от сложности элементной базы (наличие микропроцессорных элементов, конструкции подвагонных тележек, необходимость обслуживания на специализированных путях и прочее), а также от результатов дефектации определенных узлов и деталей при поступлении вагона на ремонтные позиции.

Комплексная оценка пассажирского вагона осуществляется по анализу журнала заявочного ремонта (ВУ-8), результатов технического диагностирования, а также его комиссионной приемки в ремонт или на техническое обслуживание с использованием измерительного инструмента, тестового оборудования, а для ряда моделей последних лет постройки – и компьютерного диагностирования с применением специализированных программ.

Дефекты и износ элементов подвижного состава устанавливаются в основном при внешнем осмотре (шум, износ, люфт) и по результатам тестирования компьютерным оборудованием (для подвижного состава нового поколения), а также анализа инструментальных измерений. Сравнивая их с соответствующими допусковыми характеристиками (геометрические размеры, силовые характеристики электрических цепей, усилия нажатия), содержащимися в правилах ремонта, инструкциях и технологических картах, можно сделать вывод о соответствии результатов измерений нормам допуска.

Основными критериями, которыми целесообразно оценить объем восстановительных работ на подвижном составе, являются количество и продолжительность выхода из строя элементной базы систем жизнеобеспечения пассажирского вагона (кондиционирование, высоковольтное оборудование, экологически чистые туалетные комплексы и т. д.), количество устраненных неисправностей при проведении технического обслуживания, проведение текущего ремонта вагона с переводом его в нерабочий парк в период межремонтной эксплуатации.

По результатам ежемесячного анализа на системной основе используют количественный показатель допущенных на предприятии отказов и выхода из строя оборудования, разрабатываются меры по повышению качества ремонта наиболее проблемных узлов подвижного состава, в том числе и с участием производителей. По результатам выборочного исследования установлено, что в процессе постепенного старения пассажирского подвижного состава затраты на его поддержание в работоспособном состоянии увеличиваются в среднем на 10 % в сравнении с затратами на начальном этапе. Связано это в первую очередь со старением элементов электрического и электронного оборудования (конденсаторы, генераторы и т. д.). На протяжении последнего десятилетия вопрос повышения эффективности технического обслуживания и ремонта подвижного состава, поиска эффективных решений по внедрению малообслуживаемых или необслуживаемых технологий, а также повышения самодиагностики оборудования в режиме реального времени является одним из важных и наиболее перспективных [5, 7].

Вопросы повышения эффективности проведения технического обслуживания, жесткая экономическая реальность вынуждают собственников подвижного состава интенсивно искать пути повышения эффективности его обслуживания, снижения времени простоя в нерабочем парке и вовлечения вагона в максимальную эксплуатационную деятельность.

Для этого в пассажирские вагонные депо инвестируются средства на приобретение современного диагностического и измерительного оборудования, позволяющие не только контролировать, но и в ряде случаев прогнозировать техническое состояние определенных элементов подвижного состава, что дает возможность повысить качество, эффективность и достоверность проведения диагностики, а также дефектовки элементов подвижного состава.

В результате этого достаточно точно и объективно оценивается индивидуальное техническое состояние каждой единицы подвижного состава и дается возможность устанавливать персональный набор объема работ по его фактическому состоянию.

Интеграция к системам напольного диагностирования, развитие системы автоматизированного учета эксплуатации подвижного состава представляют собой предпосылки к поэтапному переходу к системе ремонта по его фактическому состоянию, которая должна стать результатом экспериментальной оценки и апробирования предложенных теоретических исследований и разработок в практическую плоскость для создания новой – интегрированно-предупредительной системы ремонта.

В целях определения планируемого времени постановки вагона на проведение его технического обслуживания или ремонта необходимо определить межремонтные периоды с последующим внесением корректировок в эксплуатационные ресурсы с учетом ритмичного захода на ремонт в ремонтное предприятие в соответствии с его загрузкой [9]. Также следует принимать во внимание результаты оценки текущего состояния пассажирского вагона. Для этого производится и анализируется наработка технического состояния, оценка остаточного ресурса, а также вероятности выхода из строя основных лимитирующих узлов, являющиеся основой для общей оценки. Эти данные будут храниться в единой базе данных пассажирского вагонного депо, которая и будет служить основанием для оценки.

Данная информация позволит сформировать последовательность технологических операций, которые будут осуществляться в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, а в случае ее отсутствия будет сформирован порядок проведения технологических операций, при котором будут учитываться требования к деталям, которые необходимо заменить или отремонтировать, для обеспечения эффективной и продолжительной эксплуатации вагона в будущем.

Также немаловажную роль выполняют работы, осуществляемые в различных модуляторных программах ЭВМ по наиболее ответственным элементам подвижного состава с целью установления прогнозного остаточного ресурса, большего, чем нормативная эксплуатационная наработка до следующего планово-предупредительного ремонта, которая будет включать их ремонт, с учетом того, что ряд работ, предусмотренных нормативными правилами, будет отменен.

Принятие после проведения технического обслуживания или ремонта должно осуществляться в соответствии с регламентными требованиями, оформлением чек-листа с фиксацией полученных при этой процедуре контрольных результатов, а также видеофиксацией процесса приемки для подтверждения объективности полученных данных, а также подтверждения использования соответствующих диагностических систем и средств измерения.

Накопление информационного двойника пассажирского вагона должно включать в себя данные о его постройке, датах и месте проведенных технических обслуживаний (ТО-1, ТО-2, ТО-3), плановых ремонтов (ДР, КР-1, КР-2, КРМ и КВР) и списания. Информационную базу также необходимо накапливать данными и результатами приемочных и окончательных испытаний, в том числе диагностических, периода фактического отвлечения вагона из эксплуатации, учета простоя на позициях планового и непланового ремонтов, объема и перечня проведенных дополнительных и диагностических работ, а также фиксации невыполненных работ и технологических операций.

Также необходимо фиксировать результаты рекомендаций и их выполненных, полученные от диагностических программных комплексов, таких как система самодиагностики вагона, диагностические компьютерные программы и т.д., а также неисправности, выявленные при ремонте и разборке в ремонтных цехах или в эксплуатационных участках.

При эксплуатации в электронную базу каждого вагона заносятся данные о его техническом состоянии, проведенных ремонтных, диагностических и регулировочных работах, в том числе выполненные не только работниками в пунктах формирования/оборота, но и в пути следования поездным электромехаником. По результатам анализа этих данных определяются дата и объем необходимого перспективного технического обслуживания или ремонта.

Этот информационный массив является фундаментом цифрового двойника пассажирского вагона (рис. 1), в результате обработки которого возможно произвести планирование, учет, анализ и контроль результатов содержания приписного и прикомандированного парка вагонов, а также оценить достоверность проведенных диагностических испытаний элементов подвижного состава, устанавливать или изменять существующие пороговые и браковочные значения, прогнозировать периоды безотказной работы лимитирующих узлов и деталей.



Рис. 1. Алгоритм построения цифрового двойника

В настоящее время определение фактического технического состояния вагонов основано на проведении статистического обследования, представляющего собой расчет остаточного ресурса каждого контролируемого элемента по величине его износа, наработки или арифметической зависимости цифровых показателей к их допустимым критериям. Именно эти наработанные данные, в том числе и по отказам элементной базы, позволяют сделать вывод о том, какая должна быть периодичность ремонта или технического обслуживания в соответствии с моделью вагона.

При проведении технологических операций по обслуживанию или ремонту в обязательном порядке необходимо фиксировать каждый факт замены узлов и деталей, дату изготовления или ремонта заменяемой детали, а также текущего пробега для формирования итогового значения этой наработки.

Оценка оставшегося ресурса при проведении диагностирования имеет вероятностный характер [1], она менее достоверна, чем данные, полученные по результатам проведения инструментального контроля. Одним из основополагающих факторов является и назначение самой детали, ее функционал, а также каковы последствия выхода ее из строя для самого вагона. По результатам анализа данных о соотношении средних уровней повреждений элементной базы вагона выводом может послужить заключение об остаточном ресурсе, которое будет получено посредством автоматического анализа данных.

Сейчас существует множество видов лимитирующего оборудования, в состав которого входят различные группы деталей, имеющие схожие технические характеристики и назначение. Так, из-за сложности создания различных диагностических средств и комплексов для контроля крепежных и монтажных элементов подвагонного оборудования они являются труднодоступными для диагностики. За счет проведения сбора статистических данных по указанным элементам можно определить максимально допустимую их наработку, которая впоследствии закрепляется в нормативной базе и обязана выполняться в пределах отведенного для них периода времени на техническое обслуживание и ремонт.

Необходимо отметить, что эксплуатируемый в настоящее время подвижной состав, изготовленный в конце XX и начале XXI века, имеет низкий уровень самодиагностики по сравнению с подвижным составом, выпускаемым в настоящее время. Процесс диагностики таких вагонов имеет длительную и трудоемкую подготовительную стадию, что осложняет выявление неисправности в сложном оборудовании, которое в конечном итоге увеличивает расходы на проведение ремонта и приводит к дополнительному нахождению его в нерабочем парке для отыскания причины неисправности или замены неисправного блока.

Первой целью исследования является совершенствование системы технического обслуживания и повышения контроля технического состояния пассажирского вагона в эксплуатации. Основной задачей является оснащение всех вновь выпускаемых вагонов системой бортовой диагностики, с помощью

которой можно определить перечень необходимых контролируемых входных параметров для эффективного входного контроля, эксплуатационной диагностики и выходного контроля через техническое диагностирование в режиме реального времени.

Формирование критериев входного контроля включает в себя фиксацию несоответствий и неисправностей, выявленных при комиссионной приемке, перед проведением единой технической ревизии или плановом ремонте вагона. После завершения ремонтных работ производится контроль качества, целью которого является оценка уровня выполнения регламентных работ, а также устранения дополнительных неисправностей и нарушений, выявленных при выходном контроле [10].

При проведении операций по диагностированию отдельных узлов пассажирского вагона (кузов, колесная пара, редукторно-карданный узел и т.д.) осуществляются их более тщательный осмотр, диагностический входной контроль и построение конечно-элементных 3D-моделей с расчетом и визуализацией напряжений, в процессе проведения планово-предупредительного ремонта и контроля ремонтных критериев для фиксации выходных результатов качества выполнения ремонтных операций (таблица).

Значения напряжений в кузове пассажирского вагона по конструктивным группам металлоконструкции

Наименование конструктивной группы	Оценка эквивалентных напряжений, МПа		Допускаемые напряжения, МПа
	При номинальных размерах всех элементов	По физическому состоянию	
Хребтовая балка	71	81	155
Шкворневая балка	137	152	
Фигурный лист (в месте фановой трубы)	54	58	
Стойки боковой стены	35	42	165
Обшивка боковой стены (2,5 мм)	48	53,7	

В данной работе для разработки 3D-модели кузова вагона и моделирования напряжений в САПР КОМПАС 3D и ANSYS Multiphysics по данным входного контроля использовались три типа конечных элементов: плоские пластинчатые 3- и 4-угольные (стены обшивки и балки) и стержневые (дуга крыши). Параметры расчетной модели следующие: количество узлов – 92 557, число конечных элементов – 97 554.

Результаты расчета показывают, что уровень напряжений в исследуемых конструктивных группах не превышает 152 МПа (рис 2). Учитывалось, что кузов вагона выполнен цельнометаллическим, сварным, несущей конструкции. Высокие эквивалентные напряжения также наблюдаются на верхнем поясе хребтовой балки, в области упоров автосцепки, шкворневых балок, нижних обвязок боковых стен, а также локально на фигурных листах. Особое внимание было уделено прочности фигурного листа в месте установки фановой трубы, где происходит интенсивная локальная коррозия, достигающая до 50% от номинальной толщины. Наиболее нагруженной частью остается шкворневая балка по нижнему горизонтальному листу. Расчет кузова вагона при фактических размерах основных несущих элементов после длительной эксплуатации показал незначительное увеличение напряжений в указанной зоне с 54 до 58 МПа. По результатам моделирования было установлено, что при длительной эксплуатации потеря несущей способности рамы вагона не превышает 12 % от исходного состояния, кузова по нижнему поясу – 35 %, а напряжения не выходят за пределы допускаемых значений.

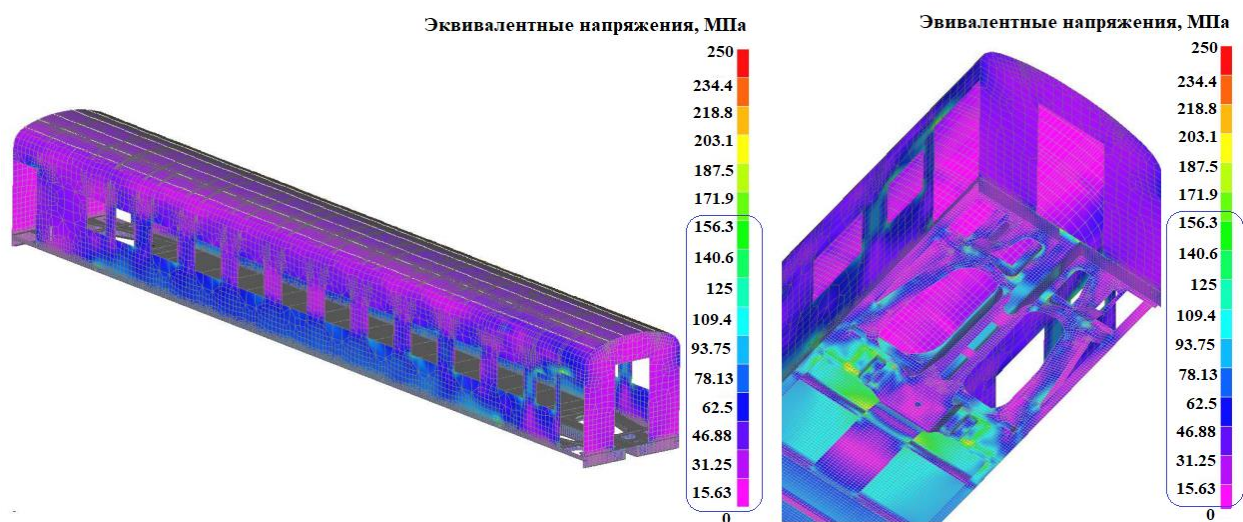


Рис. 2. Расчетный анализ напряжений в кузове пассажирского вагона при фактических размерах основных несущих элементов после длительной эксплуатации, выполненный в ANSYS Multiphysics

Повышение квалификации работников, осуществляющих входной/выходной контроль, ремонт и техническое обслуживание, играет ключевую роль в части оперативности определения причин неисправности. После прохождения специальной подготовки руководители цехов, ремонтный персонал могут приступить к выполнению операционного контроля с использованием переносных и стационарных средств технической диагностики.

Использование бортовых систем функциональной диагностики показывает ее эффективность при проведении непрерывного процесса контроля технического состояния пассажирских вагонов. Используя системы диагностического контроля, можно совмещать результаты сплошной диагностики со входным контролем. При этом непрерывная диагностика дает возможность получать сведения о техническом состоянии диагностируемых узлов подвижного состава, а применение стационарного диагностического комплекса с имитацией движения вагона при его выпуске из ремонта будет дополнительно позволять получать информацию для принятия окончательного решения о качестве проведенного ремонта об объеме и условиях проведения следующего ремонта или технического обслуживания. Встроенные диагностические устройства позволяют получить информацию в режиме реального времени информацию о сбоях, некорректной работе или отказах оборудования, что дает возможность выявлять на ранней стадии зарождающийся дефект и обеспечить купирование его причины с минимальными затратами.

В последнее время огромный интерес представляют собой формирование прогнозно-аналитических автоматизированных систем, позволяющих оценивать изменения технических характеристик подвижного состава по его техническим показателям.

Для того чтобы обнаружить нештатную работу оборудования на начальных этапах развития серьезного отказа, следует воспользоваться данным подходом, так как бортовые системы технического диагностирования на этой стадии позволяют значительно повысить потенциал его раннего обнаружения, применяя алгоритмическое и аппаратное прогнозирование в части изменения состояния наиболее ответственных элементов вагонов, в том числе систематизируя диагностические данные путем мониторинга состояния и осуществления большого количества решаемых задач.

Выводы

Таким образом, совершенствование системы планово-предупредительного ремонта с использованием бортовой диагностики обеспечивает повышение безотказности работы пассажирского подвижного состава, состояние которого оказывает влияние на безопасность движения и комфортабельность пассажирских перевозок; снижает потребность в проведении дополнительных и затратных восстановительных работ при раннем выявлении изменения в работе элементной базы вагона; повышает удовлетворенность пассажира от качественного предоставления услуг и штатной работы систем комфортабельного проследования; снижает факты задержек поездов по отправлению с начальной станции и сокращает задержки при проследовании из-за неисправности вагона; сокращает время и расходы на проведение технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта за счет выявления и

устранения дефектов до перехода их в критическое состояние, тем самым снижает риск проведения значительных восстановительных работ или списания.

Эти критерии будут предотвращать рост затрат в случае ускоренного старения пассажирских вагонов. Согласно опыту начала использования диагностического оборудования [6] в ряде пассажирских вагонных депо удалось снизить: затраты на ремонт отдельных элементов подвижного состава – до 25 %; нахождение вагона в нерабочем парке – до 15 %; количество обращений о техническом состоянии подвижного состава от пассажиров – на 30 %; обеспечить графическое проследование поездов за период наблюдения.

Список литературы

1 **Лаврушин, Г. А.** Прогнозирование ресурса машин и конструкций : монография / Г. А. Лаврушин, Е. Г. Лаврушина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Дальневосточный федеральный университет. – Владивосток : Издательство дом Дальневосточного федерального университета, 2012. – 190 с. – ISBN 978-5-7444-2578-4.

2 Вагон пассажирский двухэтажный купейный со спальными местами модель 61-4523. Руководство по эксплуатации. 4523.00.00.000 РЭ / ОАО «ТВЗ». – Тверь, 2021. – 502 с.

3 Дирекция международных и туристических перевозок сообщения главного пассажирского управления МПС СССР. – URL: <https://company.rzd.ru/ru/10122/page/5784?id=10044&ysclid=lqm33us5kw582543707> (дата обращения: 26.12.2024).

4 **Кизим, А. В.** Задачи и методы поддержки ТОиР оборудования на протяжении его жизненного цикла / А. В. Кизим // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2012. – № 4 (91). – С. 55–59. – ISSN 1990-5297.

5 **Кизим, А. В.** Исследование и разработка методики автоматизации ремонтных работ предприятия / А. В. Кизим, Н. А. Линева // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2008. – № 2 (40). – С. 43–45. – ISSN 1990-5297.

6 Приказ Минтранса РФ от 13.01.2011 № 15 «О внесении изменений в приказ Министерства путей сообщения Российской Федерации от 04.04.1997 N 9Ц» // ГАРАНТ. Информационно-правовое обеспечение. – URL: <https://base.garant.ru/6748607/> (дата обращения: 26.12.2024)

7 **Власов, А. И.** Модель предиктивного обслуживания оборудования с применением беспроводных сенсорных сетей / А. И. Власов, П. В. Григорьев, А. И. Кривошеин // Надежность и качество сложных систем. – 2018. – № 2 (22). – С. 26–35. – DOI 10.21685/2307-4205-2018-2-4.

References

1 **Lavrushin, G. A.** Forecasting the resource of machines and structures : monograph / G. A. Lavrushin, E. G. Lavrushina ; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Far Eastern Federal University. – Vladivostok : Publishing House of the Far Eastern Federal University, 2012. – 190 p. – ISBN 978-5-7444-2578-4.

2 Double-decker passenger compartment car with berths, model 61-4523. Operation manual. 4523.00.00.000 RE. JSC / "TVZ". – Tver, 2021. – 502 p.

3 Directorate of International and Tourist Transportation of the Main Passenger Administration of the USSR Ministry of Railways. – URL: <https://company.rzd.ru/ru/10122/page/5784?id=10044&ysclid=lqm33us5kw582543707> (date of access: 12/26/2024).

4 **Kizim, A. V.** Tasks and methods of equipment maintenance and repair support throughout its life cycle / A. V. Kizim // Izvestia Volgograd State Technical University. – 2012. – No. 4 (91). – P. 55–59. – ISSN 1990-5297.

5 **Kizim, A. V.** Research and development of methodology for automating repair work at the enterprise / A.V. Kizim, N. A. Lineva // Izvestia Volgograd State Technical University. – 2008. – No. 2(40). – P. 43–45. – ISSN 1990-5297.

6 Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 13.01.2011 No. 15 "On Amendments to the Order of the Ministry of Railways of the Russian Federation dated 04.04.1997 No. 9 Ts" // GARANT. Information and legal support. – URL: <https://base.garant.ru/6748607/> (date of access: 12/26/2024).

7 **Vlasov, A. I.** A model of predictive maintenance of equipment using wireless sensor networks / A. I. Vlasov, P. V. Grigoriev, A. I. Krivoshein // Reliability and quality of complex systems. – 2018. – No. 2 (22). – P. 26–35. – DOI 10.21685/2307-4205-2018-2-4.

8 **Финоченко, В. А.** Анализ экозащитных технологий на станциях реостатных испытаний локомотивных депо / В. А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2(86). – С. 42–47. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_2_42.

9 **Финоченко, В. А.** Инженерная экология : учебное пособие / В. А. Финоченко, Г. Н. Соколова, Т. А. Финоченко ; под редакцией В. А. Финоченко. – Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. – 164 с. – ISBN 978-5-88814-855-6.

10 **Финоченко, В. А.** Технологии защиты окружающей среды от воздействий железнодорожного транспорта / В. А. Финоченко, Т. А. Финоченко // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 1 (54). – С. 62–64. – ISSN 1818-5509.

8 **Finochenko, V. A.** Analysis of environmental protection technologies at rheostat testing stations of locomotive depots / V. A. Finochenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2 (86). – P. 42–47. – DOI 10.46973/0201-727X_2022_2_42.

9 **Finochenko, V. A.** Engineering ecology : A textbook / V. A. Finochenko, G. N. Sokolova, T. A. Finochenko ; Edited by V. A. Finochenko. – Rostov-on-Don : RSTU, 2019. – 164 p. – ISBN 978-5-88814-855-6.

10 **Finochenko, V. A.** Technologies of environmental protection from the effects of railway transport / V. A. Finochenko, T. A. Finochenko // Trudy Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2021. – No. 1 (54). – P. 62–64. – ISSN 1818-5509.

A. S. Shinkaruk, A. A. Kulkov, R. Kh. Rafikov

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE OF PASSENGER ROLLING STOCK

Abstract. This article analyzes and compares the existing system of scheduled preventive maintenance of passenger rolling stock with a promising predictive model for monitoring the condition of critical components in real time to identify the emergence of unstable operation of its elements. Economic reality dictates the need to find solutions to reduce the costs for maintaining the rolling stock of cars in technically sound condition. The proposed phased transition in the system of maintenance of passenger cars based on the actual technical condition allows reducing labor costs, material support costs for carrying out maintenance and repair of cars by eliminating defects of each controlled unit, as well as reducing the level of damage to diagnosed units and increasing the economic component in the process of their operation.

Keywords: passenger car, predictive condition, maintenance and repair, aging, detectability.

For citation: Shinkaruk, A. S. Improving the efficiency of maintenance of passenger rolling stock / A. S. Shinkaruk, A. A. Kulkov, R. Kh. Rafikov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2024. – No 4. – P. 229–237. – DOI 10.46973/0201-727X_2024_4_229.

Сведения об авторах

Шинкарук Андрей Сергеевич

Российский университет транспорта (РУТ МИИТ),
кафедра «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава»,
кандидат технических наук,
e-mail: shinkarukas@mail.ru

Кульков Анатолий Александрович

Российский университет транспорта (РУТ МИИТ),
кафедра «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: pow12@mail.ru

Information about the authors

Shinkaruk Andrey Sergeevich

Russian University of Transport (RUT),
Chair «Technology of Transport Engineering and Repair of Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences,
e-mail: shinkarukas@mail.ru

Kulkov Anatoly Alexandrovich

Russian University of Transport (RUT),
Chair «Technology of Transport Engineering and Repair of Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: pow12@mail.ru

Рафиков Рафик Хайдарович

Российский университет транспорта
(РУТ МИИТ),
кафедра «Технология транспортного маши-
ностроения и ремонта подвижного состава»,
кандидат технических наук,
e-mail: rafis-89@mail.ru

Rafikov Rafik Khaidarovich

Russian University of Transport (RUT),
Chair «Technology of Transport Engineering
Repair of Rolling Stock»,
Candidate of Engineering Sciences,
e-mail: rafis-89@mail.ru