



Техническая подготовка к планово-предупредительному ремонту двухэтажного подвижного состава



Андрей Сергеевич Шинкарук

*Акционерное общество «Федеральная пассажирская компания», Москва, Россия.
✉ Shinkarukas@mail.ru.*

Андрей ШИНКАРУК

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена изучению процесса технической подготовки к организации проведения планово-предупредительного ремонта вновь вводимых в эксплуатацию двухэтажных пассажирских вагонов. В работе рассмотрены основные задачи и цели технической подготовки, включая пооперационный процесс ремонта вагонов, а также планирование ремонта, формирование номенклатуры применяемых при ремонте и техническом обслуживании материалов, инструмента и пооперационного контроля выполненных работ. Установлены особенности и несоответствия, возникающие при технической подготовке к ремонту двухэтажных вагонов нового модельного ряда, а также предложены пути их решения.

В работе рассмотрены основные направления в организации проведения планово-предупредительного ремонта в части реализации мероприятий по интеграции в процесс особенностей, связанных со спецификой применяемых в данных вагонах узлов, деталей и материалов. Рассмотрены основные за-

дачи по подготовке к планово-предупредительному ремонту с учётом обеспеченности цехов, разработке форм, методов и корректировке производственных процессов, а также использованию средств малой механизации, изготовлению приспособлений для ускорения процесса ремонта. Структурированы процессы проведения планово-предупредительного ремонта, а также разработана процессная модель ремонта двухэтажного вагона при постановке его на производство.

Данное исследование позволяет регламентировать и повысить эффективность технической подготовки к ремонту двухэтажных вагонов, обеспечить более высокое качество и скорость выполнения ремонтных работ, а также эффективно оценить реальную потребность в запасных частях и материалах, используемых в ремонте, так как эксплуатация данных вагонов предусматривает в себя применение новой номенклатуры запасных частей, материалов и элементов в сравнении с уже поставленными на производство одноэтажными аналогами.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, двухэтажный вагон, пассажирский вагон, персонал, затраты, унификация, модель, конструкция.

Для цитирования: Шинкарук А. С. Техническая подготовка к планово-предупредительному ремонту двухэтажного подвижного состава // Мир транспорта. 2023. Т. 21. № 4 (107). С. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-4-6>.

Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
The full text of the article in English is published in the second part of the issue.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в экономике Российской Федерации. Железные дороги являются основной средой перевозки грузов на большие расстояния, что полезно, в первую очередь, для развития и поддержания отраслей промышленности, которые обеспечивают экономический рост. Большинство грузов, особенно продуктов питания, отгружаются железнодорожным транспортом, что также является важным для продовольственного обеспечения населения. За счёт реализации различных проектов, например, по строительству и модернизации железнодорожных магистралей, количество и скорость железнодорожных грузовых перевозок значительно увеличиваются и совершенствуется перевозочный процесс.

Железнодорожный транспорт также важен для пассажирских перевозок, особенно при перевозке пассажиров на дальние расстояния, что предоставляет возможность путешествовать по России и знакомиться с её красотами и культурой. Он также является средством связи между различными регионами и городами, обеспечивая доступ к трудовым и природным ресурсам.

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 18.05.2001 г. № 384 была утверждена «Программа структурной реформы железнодорожного транспорта»¹, где изложена концепция реформирования железнодорожного транспорта и пассажирского комплекса, в частности, предусматривалось последующее выделение отдельных направлений развития пассажирских перевозок – дальнее, пригородное и скоростное сообщения.

27 марта 2007 года ОАО «РЖД» утвердило Положение № 405 «О Федеральной пассажирской дирекции – филиале ОАО «РЖД»², в рамках выполнения которого начался переход и структурирование дальних пассажирских перевозок как отдельной бизнес-структуры, по результатам реализации которого осуществлено полное преобразование

на принципах территориально-административного управления.

В 2009 году советом директоров ОАО «РЖД» одобрено создание Открытого Акционерного общества «Федеральная пассажирская компания» (далее ОАО «ФПК») как самостоятельной структурной единицы, и с 2010 года данная компания начала свою производственно-финансовую деятельность. В актив ОАО «ФПК» вошли пассажирские вагоны локомотивной тяги, пассажирские вагонные депо и участки, багажные отделения и железнодорожные агентства.

В соответствии с Долгосрочной программой развития ОАО «РЖД» до 2025 года, утверждённой Распоряжением Правительства Российской Федерации 19.03.2019 г. № 466-р³, и в целях её реализации установлено, что для достижения роста пассажирооборота требуется приобретение в среднем 600 вагонов ежегодно. Реализация данных требований позволит сохранить долю перевозок пассажиров в дальнем следовании на уровне 26–28 процентов с выполнением к 2025 году объёма в дальнем сообщении 116,7 миллиардов пассажиро-километров³.

Мировым лидером по отправленным пассажирам во всех сообщениях является Китай [1], который в 2021 году перевёз почти 3 миллиарда человек, второе место занимает Индия (1,25 млрд), а на третьем – Германия (1,2 млрд). В России данный показатель составляет 1,06 миллиарда отправленных пассажиров и условно соответствует пятому месту мирового рейтинга⁴.

При переводе данного показателя на млрд. пасс.-км установлено, что Российские железные дороги в данном сегменте уступают китайским перевозчикам с объёмом 946 млрд пасс.-км и железнодорожным перевозкам Индии с 201 млрд пасс.-км. В России показатель железнодорожных пассажирских перевозок во всех сегментах за 2021 год составил 104,2 млрд пасс.-км⁵. Разница в показателях связана, в том числе, и с тем, что жители

¹ Постановление Правительства РФ от 18 мая 2001 г. № 384 «О Программе структурной реформы на железнодорожном транспорте». [Электронный ресурс]: <https://base.garant.ru/183354/>. Доступ 02.03.2023.

² Положение № 405 «О Федеральной пассажирской дирекции – филиале ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/901989485>. Доступ 02.03.2023.

³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 № 466-р «Об утверждении долгосрочной программы развития ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года» [Электронный ресурс]: <http://government.ru/docs/36094/>. Доступ 15.01.2023.

⁴ На основе [Электронный ресурс]: <https://uic-stats.uic.org/list/>. Доступ 20.05.2023.

⁵ Транспорт в России. 2022: Стат.сб./Росстат. – М., 2022–101 с. [Электронный ресурс]: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Transport_2022.pdf. Доступ 25.02.2023.

Европы и Азии приоритетно пользуются услугами высокоскоростного сообщения.

При рассмотрении мобильности пассажиров и их предпочтений в использовании для путешествий видов транспорта установлено, что услугами воздушного сообщения [2] пользуются 54 % пассажиров, железнодорожного – 23 %, автомобильного – 15 %, метрополитеном – 8 % и водным – менее 1 %⁵.

В целях привлечения дополнительных объёмов железнодорожных перевозок в дальнем пассажирском сообщении необходимо как развивать удобную транспортную логистику и взаимосвязь между перевозочными сферами с использованием различных видов транспорта (мультиmodalность) [3], так и повышать качество предоставления услуг, а также совершенствовать комфортабельность подвижного состава [4].

На улучшение условий проезда пассажиров первостепенное влияние оказывает возраст подвижного состава. Так, в Российской Федерации за последнее десятилетие выполнение инвестиционной программы закупки подвижного состава позволило снизить средний возраст пассажирского вагона с 19,2 до 17,5 лет, а его износ уменьшить с 66,4 % до 54,4 %⁶, что положительно сказалось как на качестве предоставления услуг, так и на привлечении пассажиров для путешествий в дальнем сегменте перевозок [5].

Однако, несмотря на существенное увеличение приобретения подвижного состава в последние годы, имеющееся количество пассажирских вагонов всё ещё недостаточно для удовлетворения всех потребностей для перевозки пассажиров в пиковые периоды. Для их нивелирования на системной основе изыскиваются возможности и рассматриваются перспективы повышения использования подвижного состава в эксплуатации путём внедрения перспективных средств диагностики [6], снижающих риск значительного повреждения или износа узлов вагона [7–9], а также применения элементов с повышенной эксплуатационной надёжностью и ресурсом [10]. Также совершенствуются и технологические процессы организации проведения технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта.

⁶ Годовой отчёт АО «ФПК» за 2021 г. Ключевые показатели. [Электронный ресурс]: <https://ar2021.fpc.ru/ru/company/results>. Доступ 25.02.2023.

Наряду с улучшением технических характеристик подвижного состава перевозчик заинтересован и в увеличении вместимости пассажирского вагона [11]. Так, с 1 ноября 2013 года дан старт курсированию поезда, сформированного из двухэтажных вагонов отечественного изготовления на маршруте Адлер–Москва. Данный вид подвижного состава стал очень востребован для пассажиров, и в настоящее время на полигоне железных дорог уже курсирует более 850 вагонов, связывающих сообщением региональные центры, а также курорты черноморского побережья.

С учётом постоянного увеличения парка двухэтажных пассажирских вагонов, анализа организации работ по подготовке к производству, разработке и эксплуатации подвижного состава в зарубежных компаниях [12–14], а также для обеспечения эффективного проведения технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта на всём эксплуатационном этапе жизненного цикла возрастает роль подготовки производства к организации проведения планово-предупредительного ремонта.

Цель исследования – анализ технической подготовки к планово-предупредительному ремонту двухэтажных вагонов нового модельного ряда на производственных мощностях пассажирских вагонных депо. В исследовании применены *методы* инженерного моделирования, нормативно-правового анализа, а также сравнительного исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведение планово-предупредительного ремонта пассажирского подвижного состава включает в себя оснащение участков и цехов предприятия соответствующим оборудованием, мерительным инструментом и приспособлениями⁷, а также реализацию иных мероприятий интегрирования в технологический процесс особенностей конструкции различных моделей вагонов. Процесс освоения нового производственного процесса для ремонта двухэтажного подвижного состава систематизирован в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской докумен-

⁷ Распоряжение АО «ФПК» от 2.12.2020 г. № 1072р «Об утверждении Регламента технологической оснащённости при выполнении технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов». – М.: АО «ФПК», 2020. – 63 с.



тации, в соответствии с которой разработанное руководство по проведению деповского и капитального (КР-1) ремонтов пассажирских двухэтажных вагонов ЛВ1.0058 РК⁸ распространено на проведение ремонта подвижного состава опытного образца. По результатам проведения опытного ремонта и испытаний существующее руководство будет откорректировано с присвоением литеры РО, будут проведены ремонт партии вагонов по откорректированному руководству, приёмочные испытания, и ремонтной документации будет присвоена литера РА, разрешающая осуществлять ремонт вагонам данных моделей на постоянной основе. Благодаря единству форм и правил общих требований в соответствии с требованиями ГОСТ 2.602-2013⁹ формирование типового руководства по ремонту подвижного состава значительно упрощается.

На уровне структурных предприятий разрабатываются собственные технологические процессы с взаимоувязкой как с ремонтной, так и эксплуатационной документацией на соответствующие модели вагонов.

Однако с целью повышения эффективности формирования местных технологических процессов на структурных предприятиях пассажирского комплекса требуется создание нормативного документа, регламентирующего порядок постановки вновь вводимых в эксплуатацию моделей пассажирских вагонов и их составных частей для проведения планово-предупредительного ремонта, а также технической подготовки производства к ремонту и порядок оценки качества отремонтированного вагона с проведением ему приёмочного контроля на соответствие качеству проведённого ремонта и технического обслуживания соответствующих узлов и деталей.

В целях реализации процесса технической подготовки ремонтного предприятия и взаимоувязки руководящих документов в АО «ФПК» разработан Порядок подготовки, согласования и утверждения технологических процессов в структурных подразделениях

филиалов АО «ФПК» и утверждён Распоряжением АО «ФПК» от 26.08.2021 г. № 893р¹⁰, в котором установлены требования по подготовке, согласованию и утверждению технологических процессов.

Данным порядком регламентированы требования по разработке технологических процессов с учётом местных условий, мощностей цехов и участков, нормоконтроля, требований охраны труда, пожарной и промышленной безопасности, а также установлены порядки процедур актуализации, корректировки и периодичности пересмотра технологических процессов и линейных графиков.

Однако данный Порядок не отражает процесса подготовки производства к проведению ремонта пассажирских вагонов нового модельного ряда с учётом их конструктивных особенностей и внедрённых в них новых элементов.

Организация производства для ремонта двухэтажного подвижного состава: перспективные требования

В целях формирования единого подхода к организации подготовки производства для ремонта новых моделей двухэтажного пассажирского подвижного состава требуется обеспечить выполнение следующих основных этапов: это формирование линейного графика, проведение нормоконтроля, оценка и подтверждение количественных характеристик применяемого при ремонте оборудования, определение штата и квалификации исполнителей¹⁰.

По результатам разработки единого технологического процесса для выполнения процедуры технической подготовки производства необходимо включить следующие направления: разработку проекта дооснащения структурного подразделения необходимым оборудованием, приспособлениями и мерительным инструментом; перепрофилирование или освоение ремонта новых узлов и деталей (БСУ, преобразователи и т. д.); обучение и укомплектование персонала; определение, формирование и содержание оборотного запаса запасных частей и материалов¹⁰.

⁸ Руководство по проведению деповского и капитального (КР-1) ремонтов пассажирских двухэтажных вагонов ЛВ1.0058 РК. – М.: ОАО «РЖД», 2021. – 294 с.

⁹ ГОСТ 2.602-2013. Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с. [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/1200106870>. Доступ 25.02.2023.

¹⁰ Распоряжение АО «ФПК» от 26.08.2021 г. № 893р «Об утверждении Регламента подготовки, согласования, и утверждения технологических процессов в структурных подразделениях филиалов акционерного общества «Федеральная пассажирская компания». – М.: АО «ФПК», 2021, 33 с.

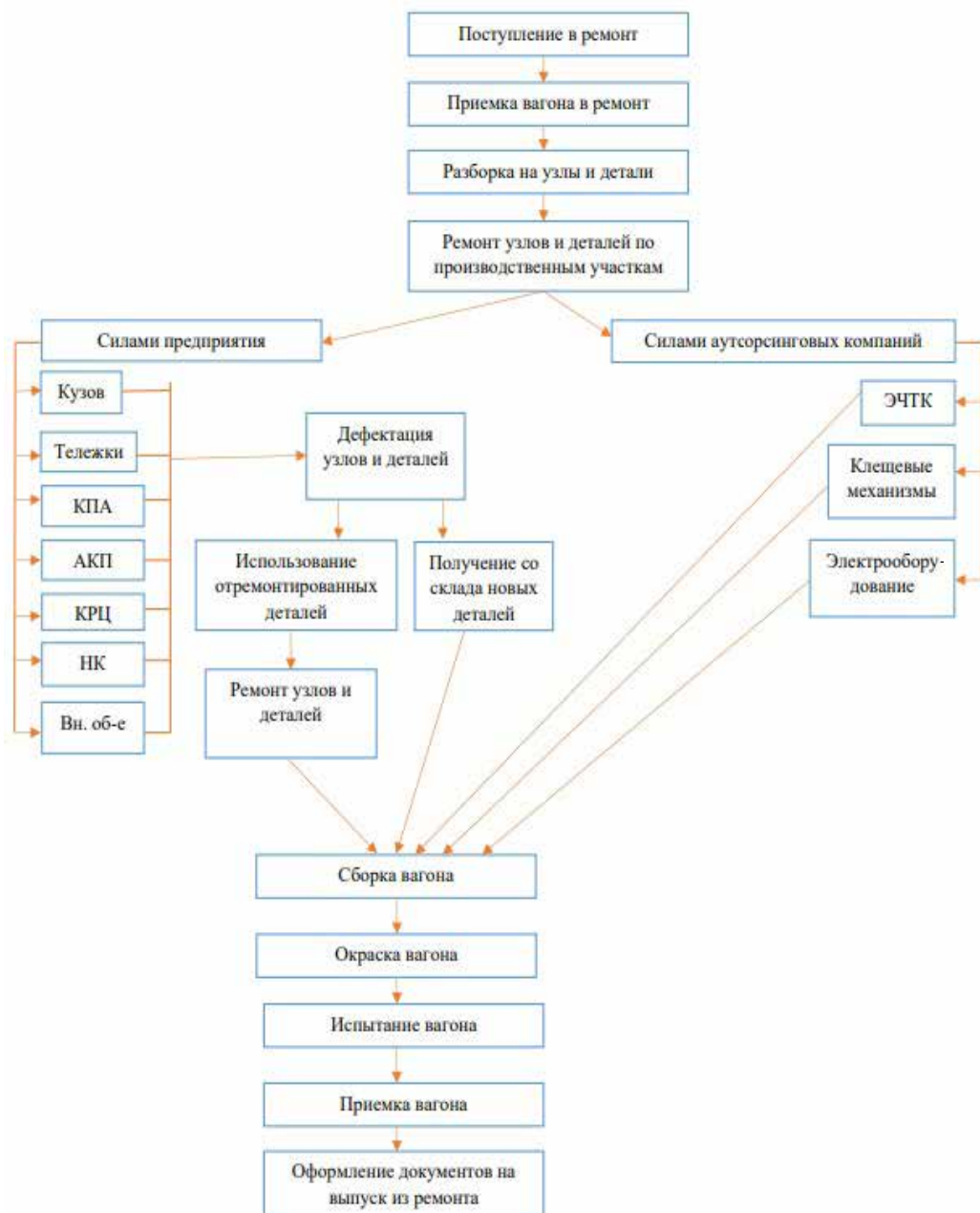


Рис. 1. Пооперационная схема ремонта двухэтажного пассажирского вагона [выполнено автором].

Задачей дооснащения структурного подразделения необходимым оборудованием, приспособлениями и мерительным инструментом является выполнение одного из этапов подготовки производства к обеспечению качественного и своевременного ремонта приобретаемых новых моделей двухэтажного подвижного состава с соблюдением всех требований, заложенных изготовителями как самого подвижного состава, так и его элементов.

Задачами перепрофилирования производства или отдельных производственных участков (цехов) под ремонт вновь вводимых в эксплуатацию моделей двухэтажного подвижного состава являются снижение себестоимости ремонта, оптимизация простоя в ремонте, снижение финансовой нагрузки в части дополнительной закупки деталей для формирования оборотного запаса или пользования услугами по ре-



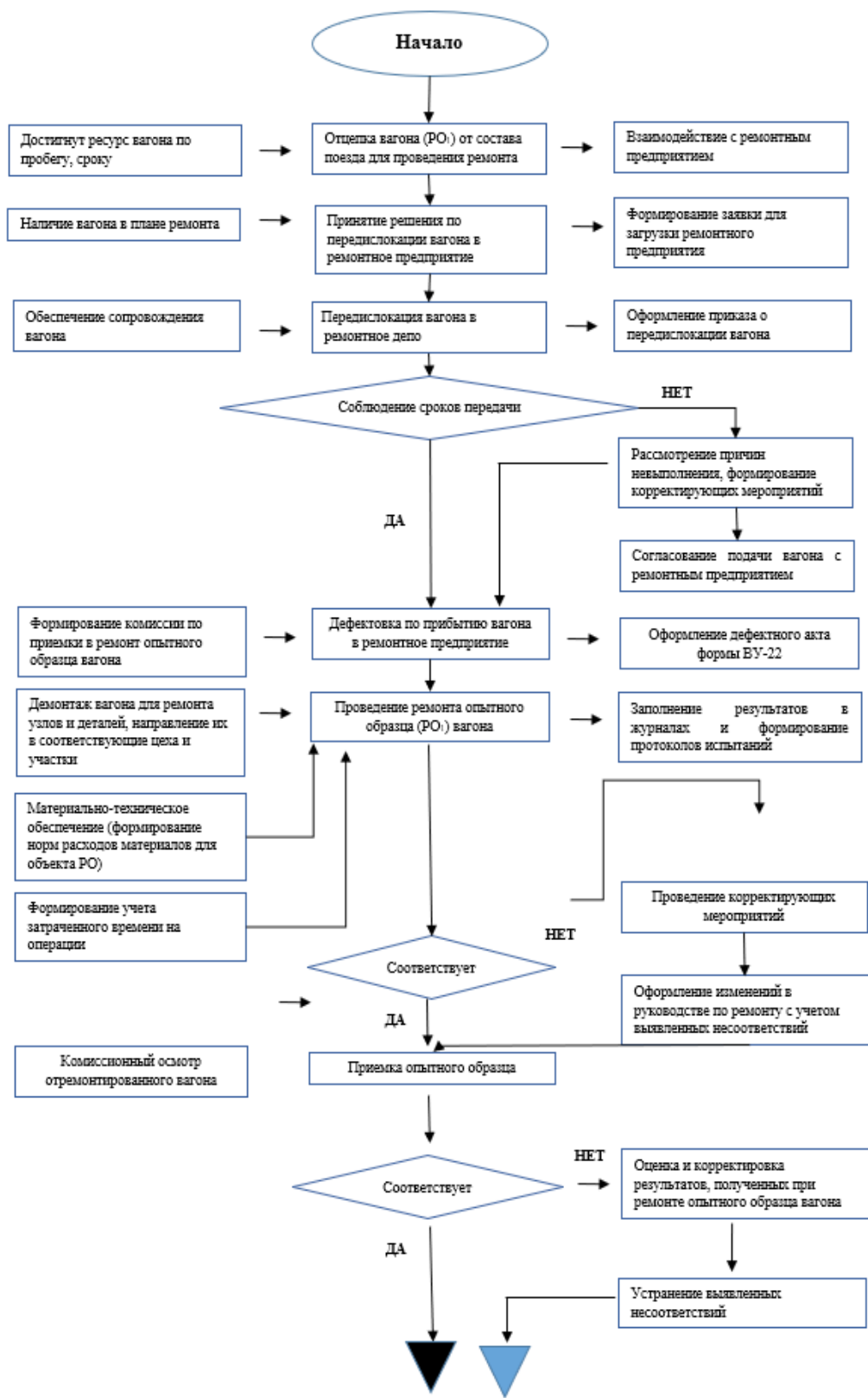


Рис. 2. Процессная модель ремонта двухэтажного пассажирского вагона при постановке на производство [выполнена автором].

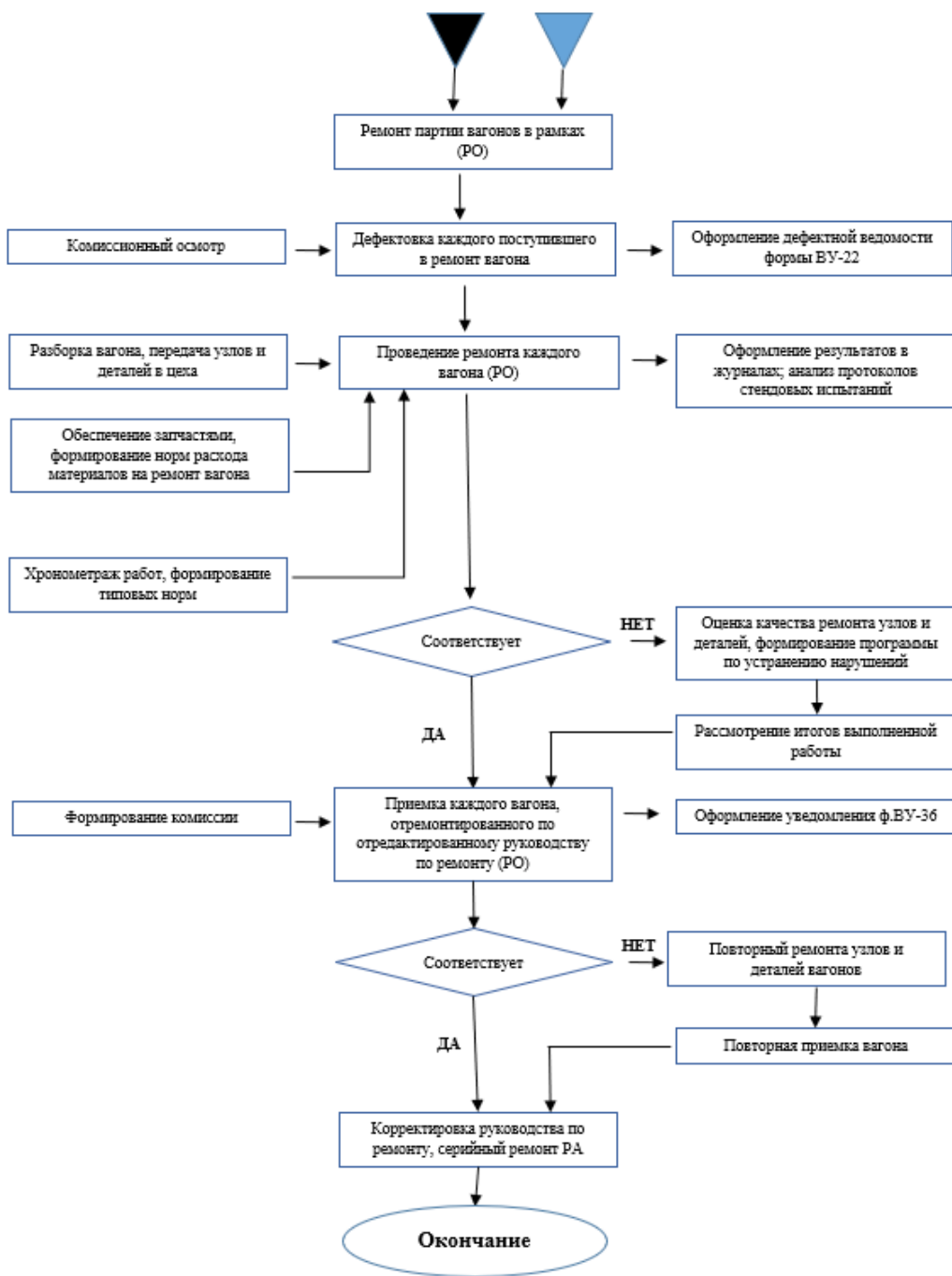


Рис. 2. Процессная модель ремонта двухэтажного пассажирского вагона при постановке на производство (выполнена автором). (Окончание)

монтажу подвижного состава у сторонних контрагентов.

Задачей укомплектования штата и обучения персонала является приобретение навыков по освоению ремонта новых узлов и деталей подвижного состава, введённых производителем при изготовлении вагонов.

В целом схема проведения планово-предупредительного ремонта структурирована на рис. 1.

Общей целью подготовки производства к проведению планово-предупредительного ремонта двухэтажных пассажирских вагонов нового модельного ряда является разработка





оптимальных технологических процессов (как в целом деповского и капитального ремонта (КР-1) ремонта вагона, так и его узлов и деталей), которые обеспечили бы ремонт изделий заданного качества с минимальными временными, производственными и финансовыми издержками.

Основными задачами проведения планово-предупредительного ремонта являются:

- разработка и внедрение технологических процессов (как для цехов и участков, входящих в структурное подразделение, так и для аутсорсинговых компаний);
- обеспечение цехов и участков мерительным инструментом;
- реализация перепрофилирования участков и цехов для освоения ремонта нового оборудования;
- при необходимости – проведение процедуры аттестации или расширения действий перепрофилированных цехов (участков);
- разработка форм и методов организации производственных процессов;
- обеспечение предприятия средствами малой механизации для транспортировки и складирования;
- разработка технологий и средств технического контроля производственных процессов;
- применение средств малой механизации, мерительного инструмента и оборудования в технологическом процессе при ремонте узлов и деталей вагона;
- проведение ремонта опытного образца с последующей комиссионной приёмкой;
- корректировка технологических процессов, их узлов и деталей, пересмотр программы дооснащения предприятия для технической подготовки производства.

Непрерывность перевозочного процесса, востребованность двухэтажного подвижного состава требует от производства осуществлять освоение технического обслуживания и/или планово-предупредительного ремонта в максимально сжатые сроки и с минимизацией потерь при выполнении основных технологических операций и себестоимости. Вместе с тем, для формирования технологических операций по ремонту и восстановлению узлов и деталей (в первую очередь это касается электрического, электронного оборудования, а также систем для обеспечения комфортного проезда пассажиру (экологически чистые туалетные комплексы (ЭЧТК), установки кон-

диционирования воздуха (УКВ) и т. д.) необходимо оперативное обновление и внесение изменений, дополнений и нововведений в конструкторскую документацию. Как правило, в структурные подразделения данные изменения направляются со значительным опозданием, и организовать проведение ремонта в полном соответствии с требованиями конструкционной или эксплуатационной документации не представляется возможным из-за технической сложности ряда узлов и деталей, требующих дополнительной подготовки производства, персонала или необходимости приобретения стандового оборудования в рамках инвестиционной программы, что является длительной процедурой.

Так, на системной основе вносятся дополнения по систематизации организации ремонта электрических преобразователей, находящихся в подкрышном пространстве вагона, безазорных сцепных устройств.

Сам процессный алгоритм решения задачи освоения производства с проведением инженерингового моделирования процессов ремонта пассажирского двухэтажного вагона представлен на рис. 2.

Данный подход позволяет детально рассмотреть все аспекты, возникающие при постановке на ремонт, и в ходе реализации этапов данной инженеринговой модели возможно рассмотреть любой этап, через который проходит вагон при его постановке на производство, в том числе нормировку материальных ресурсов, трудозатрат, формирование и корректировку нормативно-технологической документации, а также вопросы квалификации и обучения персонала. Именно данная практика является наиболее эффективной и позволяет корректировать процесс с учётом условий существующего производства, оперативно выстраивая оптимальные технологические операции с оформлением необходимых текстовых и графических документов, маршрутных карт, применяемых при ремонте и обслуживании инструмента и приспособлений. Кроме того, одним из ключевых этапов реализации в рамках технической подготовки производства является разработка руководства по серийному ремонту новых моделей двухэтажного подвижного состава, что даёт возможность оценить реальную потребность, в первую очередь, в материальных, временных и кадровых

ресурсах, определить планировку и осуществить при необходимости перепланировку отдельных цехов или участков, а также определить мощность каждого из них. Даже с учётом значительных финансовых вложений в техническую подготовку производства всегда оправданы результаты, и экономический эффект от повышения производительности значительно превышает их удельный вес в общих затратах структурного подразделения.

ВЫВОДЫ

Процессная модель ремонта двухэтажного пассажирского подвижного состава направлена на квалифицированную организацию и проведение технической подготовки производства для проведения планово-предупредительного ремонта вновь введённых в эксплуатацию вагонов. С учётом необходимости обеспечения непрерывного и бесперебойного перевозочного процесса определено, что процесс освоения технического обслуживания и ремонта нового модельного ряда подвижного состава требует реализации в максимально сжатые сроки и с минимальными потерями для выполнения основного технологического процесса работы предприятия.

В частности, подтверждена актуальность вопроса технической подготовки производства для освоения ремонта внедряемого в рамках реформирования пассажирского комплекса дальнего нового модельного ряда подвижного состава.

По результатам рассмотрения структуры организации постановки на производство нового модельного ряда пассажирского подвижного состава сформулированы основные цели и задачи (актуализировать технологические процессы, осуществить перепрофилирование участков и цехов, оснастить производство необходимым оборудованием и т. д.).

По результатам подготовки производства под серийный выпуск подвижного состава сформулированы основные производственные процессы, требующие адаптации (отвлечение подвижного состава в нерабочем парке, номенклатура и норма замены запасных частей, квалификация персонала, трудозатраты).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Терешина Н. П., Чжу Цзялинь, Стеблянская А. Н. Современные концепции повышения качества обслуживания пассажиров на высокоскоростных железных дорогах Китая // Транспортное дело России. – 2021. – № 6. – С. 118–122. DOI: 10.52375/20728689_2021_6_118.
2. Манвелидзе А. Б. Сравнение пассажирских перевозок авиационным и железнодорожным транспортом // Стратегические решения & риск-менеджмент. – 2018. – № 1 (106). – С. 89–101. DOI: <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-1-88-101>.
3. Гуц А. В., Дунаев О. Н. Рынок пассажирских перевозок: пути организации мультимодальных перевозок // «Транспорт Российской Федерации». – 2019. – 1 (80). – С. 23–27. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37616738>. Доступ 23.02.2023.
4. Гурлев И. В. Управление безопасностью пассажиров на железнодорожном транспорте // Вестник Евразийской науки – 2020. – Том 12. – № 1. – С. 37. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42809625>. Доступ 23.02.2023.
5. Зарипов Р. Ю., Жеженов А. Б. Совершенствование пассажирских перевозок в поездах дальнего сообщения // Вестник КазАТК. – 2021. – № 1 (116). – С. 154–161. DOI: 10.52167/1609-1817-2021-116-1-153-161.
6. Куликов М. Ю., Шинкарук А. С., Курин П. С. The System for Diagnosing a Passenger Car, as an Element of Information Security and Management of an Operational Resource. Proceedings of the 2022 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), pp. 155–157. DOI: 10.1109/ITQMIS56172.2022.9976760.
7. Копачев С. В. Совершенствование технологической подготовки ремонта подвижного состава // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 3. – С. 68–74. [Электронный ресурс]: http://ntt.rgotups.ru/2012_3.html. Доступ 23.02.2023.
8. Лебедев В. А., Заглядова Н. А. Напряжения в элементах двухэтажного вагона // Мир транспорта. – 2012. – № 6. – С. 48–51. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18268064>. Доступ 23.02.2023.
9. Шадур Л. А., Челноков И. И., Никольский Л. Н., Никольский Е. Н., Проскурнев П. Г., Котуранов В. Н. и др. Вагоны: Конструкция, теория и расчет / Под ред. Л. А. Шадура. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 440 с.
10. Хохлов А. А. Динамика сложных механических систем. – М.: МИИТ, 2002. – 172 с.
11. Суворова Т. А. Двухэтажные железнодорожные пассажирские поезда история возникновения и развития // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2011. – № 8. – С. 55–64.
12. Dong-ling Cai, Yi-bin Xiao, Changmin Jiang. Competition between high-speed rail and airlines: Considering both passenger and cargo. Transport Policy, 2021, Vol. 110, pp. 379–393. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.06.015>.
13. Bosso, N., Gugliotta, A., Zampieri, N. Design and Simulation of a Railway Vehicle for the Transport of People with Reduced Mobility. Shock and Vibration, Vol. 2018, Article ID 9207639. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/9207639>.
14. Milković, V., Lisjak, D., Kolar, D. New Reliability-Based Model of Stock Optimisation for Railroad Passenger Wagon Maintenance. FME Transactions, 2020, Vol. 48 (4), pp. 914–921. DOI: 10.5937/fme2004914M. ●

Информация об авторе:

Шинкарук Андрей Сергеевич – кандидат технических наук, главный ревизор по безопасности движения поездов Акционерного общества «Федеральная пассажирская компания», Москва, Россия, Shinkarukas@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 23.05.2023, одобрена после рецензирования 13.10.2023, принята к публикации 16.10.2023.

