

Транспортные системы Transport systems

Научная статья
Статья в открытом доступе
УДК 629.488
doi: 10.30987/2782-5957-2022-8-33-43

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ОСВОЕНИИ РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ

Рафиков Рафик Хайдарович^{1✉}, Куликов Михаил Юрьевич²

^{1,2} Российский университет транспорта, г. Москва, Россия

¹ rafis-89@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3577-3401>

² muk.56@mail.ru

Аннотация

Цель исследования – в условиях реформирования отечественного локомотиворемонтного комплекса в части перехода на сервисное техническое обслуживание и ремонт показать важность технологической подготовки производства при освоении ремонта тягового подвижного состава. Статья посвящена описанию процесса подготовки производства освоения ремонта новых видов тягового подвижного состава для планирования, организации и эффективного управления технологической подготовкой производства в установленные сроки. В ходе исследования были применены теории информации и технических систем, теории массового обслуживания, оптимизации технологических процессов и планирования эксперимента, системный анализ и др. Новизна работы состоит в выявлении основных этапов технической подготовки производства, в создании модели бизнес-процесса алгоритма формирования сетевого плана работ по технической подготовке производства (ТПП), позволяющей раскрыть любой процесс на производстве не только со стороны управляющего влияния и обеспечения его товарно-материальными ресурса-

ми, технической документацией, квалифицированными сотрудниками, но и со стороны верификации технологии выполнения операций. Установлено, что в условиях реформирования отечественного локомотиворемонтного комплекса встает остро вопрос выполнения ТПП при освоении ремонта тягового подвижного состава (ТПС). Выделены основные этапы ТПП. Основной целью технологической подготовки производства является разработка оптимального технологического процесса (ТП), который бы обеспечивал ремонт изделий заданного качества с минимальными затратами. В подготовительный этап ключевое значение особенно приобретает точная организация и проведение подготовки производства. Данные расходы постоянно увеличиваются с непрерывным усложнением самих конструкций локомотивов и необходимостью сокращения сроков освоения ремонта. Отмечены достоинства и недостатки ТПП в системе IPS Techcard.

Ключевые слова: подготовка, производство, освоение, ремонт, локомотивы, САПР ТП.

Ссылка для цитирования:

Рафиков Р.Х. Технологическая подготовка производства при освоении ремонта локомотивов / Р.Х. Рафиков, М.Ю. Куликов // Транспортное машиностроение. – 2022. - № 8. – С. 33 – 43. doi: 10.30987/2782-5957-2022-8-33-43.

Original article
Open Access Article

PROCESS ENGINEERING OF LOCOMOTIVE REPAIR

Rafikov Rafik Haidarovich^{1✉}, Kulikov Mikhail Yurievich²

^{1,2} Russian University of Transport, Moscow, Russia

¹ rafis-89@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3577-3401>

² muk.56@mail.ru

Abstract

The study objective is to show the importance of process engineering in traction rolling stock repair under the conditions of reforming the domestic locomotive repair complex in terms of the transition to service maintenance and repair. The paper is devoted to the description of production preparation to the repair of new types of traction rolling stock for planning, organizing and effectively managing the process engineering at a stated time. As part of the study, the theories of information and technical systems, the theory of queuing, optimization of technological processes and experiment planning, system analysis are applied. The novelty of the work is in identifying the main stages of process engineering, in making a business process model of the algorithm for forming a network plan for production design engineering (PDE), allowing to show any production process not only from the side of control and providing it with inventory resources, tech-

nical documentation, qualified employees, but also from the side of verifying the technology of performing operations. It is found out that in the conditions of reforming the domestic locomotive repair complex, the issue of performing PDE for the repair of traction rolling stock (TPS) is urgent. The main PDE stages are highlighted. The main purpose of process engineering is to develop an optimal technological process (TP) that would ensure the repair of products of a given quality with minimal costs. At the preparatory stage, the exact organization and production preparation itself is of key importance. These costs are constantly increasing with the continuous complication of the locomotive structures themselves and the need to reduce the time for repairs. PDE advantages and disadvantages in IPS Techcard system are noted.

Keywords: preparation, production, development, repair, locomotives, CAD, TP.

Reference for citing:

Rafikov RH, Kulikov MYu. Process engineering of locomotive repair. *Transport Engineering*. 2022; 8:33-43. doi: 10.30987/2782-5957-2022-8-33-43.

Введение

XXI век охарактеризовался трансформацией структуры управления локомотивным комплексом (постановление Правительства РФ от 18 мая 2001 г. № 384). Эксплуатация тягового подвижного состава (далее – ТПС) отделена от процесса технического обслуживания и ремонта (далее – ТОиР). Предложенная модель обслуживания ТПС, продемонстрировала высокую производительность за период 2014 - 2021 гг., вопреки проблемам адаптационного периода. Выбранный путь на сервисный ТОиР ТПС останется.

В периметре двух компаний: АО «Трансмашхолдинг» и ООО «ЛокоТехСервис», в августе 2018 года началось слияние активов групп. Под их операционным контролем находится весь жизненный цикл локомотива (далее – ЖЦЛ): проектирование, производство, поставка на сеть железных дорог (эксплуатация), сервис и ремонт вплоть до момента утилизации (см. рис. 1). На сервисе состоит более 15 тыс. единиц ТПС на срок до 40 лет.

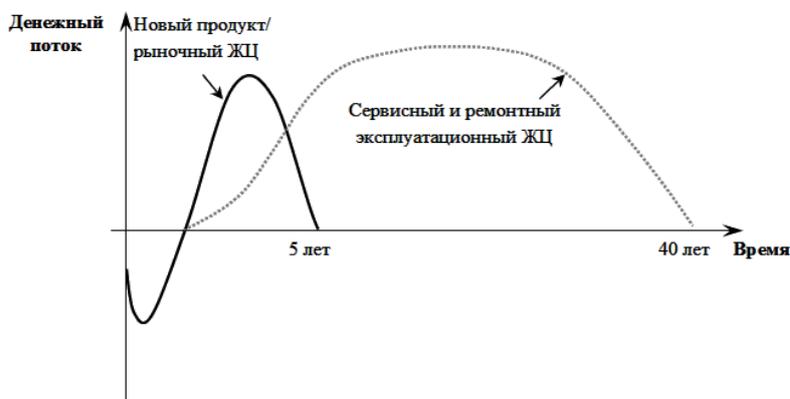


Рис. 1. Жизненный цикл: нового/ рыночного продукта и сервисного/ эксплуатационного
Fig. 1. Life cycle: new/ market product and service/operational

Сервисные компании нацелены снижать издержки периода эксплуатации жизненного цикла ТПС, обеспечивая заданный порог безопасности движения и надёжности. Иностранные компании: *General Electric, Siemens, Bombardier, Alstom* и др., которые параллельно с выпуском локомотивов также производят и их сервисное обслуживание в различных странах мира по контракту жизненного цикла [1-6].

Фактический средний износ парка составляет 68.4 %, а – возраст превышает 27 лет [7]. В перепробеге от нормативного срока службы 52 % парка электровозов, 31 % – тепловозов, 39 % тяговых агрегатов, 40 % погрузо-разгрузочной техники, вагоноопракидывателей, устройств размораживания смерзшихся грузов требуют замены, а 20 % – требуют значительной модернизации [7]. При этом полная и быстрая замена парка ТПС не представляется возможной [8], учитывая, что реформирование отечественного локомотиворемонт-

ного комплекса в части перехода на сервисный ТОиР кардинально изменил его экономику взамен существовавшего до этого бюджетного способа финансирования ТОиР (оплачивался объём выполненных ремонтов) осуществлён переход на оплату по полезной работе локомотива [9] (пробега магистральных и часов работы маневровых локомотивов) при условии обеспечения заданного уровня безопасности движения и надёжности локомотивов. Встает остро вопрос квалифицированного выполнения технической подготовки производства (далее – ТПП) при освоении ремонта ТПС [10-14].

Запуску любого производства всегда предшествует трудоемкая подготовительная работа. Процесс подготовки производства при освоении ремонта новых видов продукции предназначен для планирования, организации и эффективного управления ТПП в установленные сроки.

Материалы, модели, эксперименты и методы

ТПП освоения ремонта локомотивов состоит из следующих шести основных этапов: Этап 1. Формирование Программы подготовки производства освоения ремонта локомотивов и их составных частей; Этап 2. Подготовительные работы к освоению ремонта продукции; Этап 3. Подготовка производства; Этап 4. Определение материальных и трудовых затрат; Этап 6. Ремонт установочной партии и пр.; Этап 5. Проведение ремонта опытного образца с применением передовых технологий и средств производства. Требования, предъявляемые к ТПП высокие, основой которых являются системы ЕСКД и ЕСТПП.

Процесс ТПП описан государственными стандартами, которые используют передовой опыт научно-технического прогресса для освоения ремонта локомотивов. Единство управления технологической документацией (далее – ТД) позволяет упростить решение многих задач, значимых для каждого ремонтного предприятия. В связи с производственно-технологической необходимостью ремонтные предприятия разрабатывают собственные стандарты ТД с учетом требований, предъявляемых к ним

ЕСТД. С целью повышения эффективности функционирования системы управления качеством в Дирекции тяги введены:

- 1) Регламент постановки локомотивов и их составных частей (далее – Продукции) на ремонтное производство и проведения приёмочных комиссий [13], который устанавливает порядок проведения работ по оценке их качества после ремонта, а также порядок обращения технологической документации. Дополнительно в ООО «ЛокоТех» введен Регламент ТПП по освоению ремонта новых видов продукции (от выпуска первого образца «РО» до перехода к серийному выпуску «РА»), который устанавливает правила планирования, порядок организации и управления ТПП вновь изготавливаемой продукции и освоения ремонта на заводах – АО «Желдорремаш» и сервисных локомотивных депо (далее – СЛД), в целом объектов подвижного состава, составных частей и обеспечения соответствия освоенной (отремонтированной) продукции установленным требованиям в нормативно-технической документации.

2) Технические требования [15], которые обязательны для исполнения специалистами сервисных компаний, занимающихся вопросами разработки технологических процессов (далее – ТП), предназначенных для организации технического обслуживания и ремонта парка локомотивов ОАО «РЖД», находящегося на сервисном обслуживании. Данный документ устанавливает единый подход к процедурам по разработке, формированию на основе конструкторской и ремонтной документации ТП для выполнения технического обслуживания и ремонта локомотивов и их сборочных единиц с возможностью последующей корректировки по мере накопления опыта эксплуатации и ремонта [16, 17, 18].

Целью технологической подготовки производства является разработка оптимального ТП, который бы обеспечивал ремонт изделий заданного качества с минимальными затратами. В подготовительный этап ключевое значение особенно приобретает точная организация и проведение

ТПП, которая по удельному весу в общем объеме подготовки по трудоемкости и стоимости составляет от 20 до 70 % [19]. Данные расходы постоянно увеличиваются с непрерывным усложнением самих конструкций локомотивов и необходимостью сокращения сроков освоения их ремонта.

Объем работ – составляет 60 % для крупносерийного и массового производств [20] от всего объема работ по ТПП [21].

Непрерывность перевозочного процесса на железной дороге заставляет осуществлять техническую подготовку освоения ТООР [18] подвижного состава в максимально сжатые сроки с минимальными потерями для основного ТП [20]. Для проведения операций по ремонту и восстановлению деталей, узлов и агрегатов необходимо оперативное обращение к КД [18]. На этапе подготовительных работ при подготовке ремонтного производства перед предприятиями встает остро вопрос наличия документации.

Результаты

На рис. 2 представлена модель бизнес-процесса алгоритма формирования сетевого плана работ по ТПП. Применение алгоритма формирования сетевого плана работ позволяет раскрыть любой процесс на производстве не только со стороны

управляющего влияния и обеспечения его товарно-материальными ресурсами (далее – ТМЦ), ТД, квалифицированными сотрудниками, но и, самое главное, со стороны верификации технологии выполнения операций.

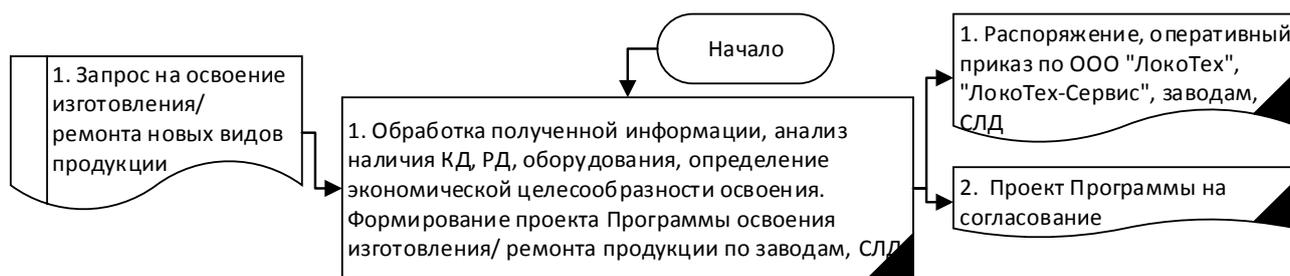


Рис. 2. Модель бизнес-процесса алгоритм формирования сетевого плана работ по ТПП (начало)

Fig. 2. Business process model formation algorithm network work plan for CCI (beginning)

Современные компании внедряют данную практику непосредственно при разработке ТД процессов производства и ремонта ТПС и его оборудования. Ключевым этапом в рамках ТПП является разработка технологии ремонта, поскольку, подготовленная, согласно требованиям

ГОСТ, ТД содержит исчерпывающую информацию о необходимом технологическом оборудовании, инструменте для выполнения операций, а также нормы времени на их выполнение и используемые материалы. В результате можно оценить реальную потребность в ресурсах (кадровых,

временных и др.), определить будущую планировку участков и мощности производства. Рассмотрим более подробно этапы ТПП по освоению ремонта новых видов продукции:

– Этап 1. Формирование Программы подготовки производства освоения ремонта локомотивов и их составных частей;

– Этап 2. Подготовительные работы к освоению ремонта продукции, включающий в себя анализ наличия конструкторской документации (далее – КД), ремонтной документации (далее – РД), нормативной документации (далее – НД); определение необходимых объемов КД и ТД; анализ имеющегося оборудования и недостающего, в том числе испытательного оборудования, технологической оснастки, инструмента и средств измерения; проработка вопроса по передаче деятельности другим организациям если нет соответствующих документов и возможности выполнять какие либо виды работ; определение экономической целесообразности проведения освоения ремонта; обеспечение финансирования;

– Этап 3. Подготовка производства. Данный этап включает в себя следующие работы: формирование программы освоения ремонта новых видов продукции, планирование подготовки ремонта опытного образца, получение КД, отработка полученной КД на технологичность, разработка недостающей КД и РД, разработка графика и разработка необходимой ТД (в минимальном требуемом количестве) для производства опытного образца, разработка проектно-сметной документации в соответствии с графиком проектирования, изготовление оснастки, формирование графика инвестиционной программы (далее – ГИП) приобретения недостающего оборудования, приобретение оборудования в рамках утвержденной ГИП, разработка ведомости РД, определение маршрута ремонта продукции, проведение разузловки, подача заявок на приобретение товарно-материальных ценностей (далее – ТМЦ), заключение договоров поставки ТМЦ;

– Этап 4. Определение материальных и трудовых затрат, в том числе затрат на обучение и аттестацию персонала, занято-

го в ремонте опытного образца. Данный этап включает в себя следующие работы: разработка норма расхода ТМЦ на ремонт продукции, разработка перечня 100% сменяемости, разработка и согласование ресурсных спецификаций, определение трудовых затрат, обеспечение, обучение и подготовка персонала, занятого в ремонте опытного образца, определение стоимости ремонта опытного образца, приобретение ТМЦ в соответствии с договорами поставки;

– Этап 5. Проведение ремонта опытного образца. Данный этап включает в себя следующие работы: планирование ремонта опытного образца в общем цикле работ, подача объектов ремонта на завод/СЛД, ремонт опытного образца, контроль за соблюдением ТП ремонта опытного образца, конструкторский надзор, контроль опытного образца на технологичность, проведение приемо-сдаточных испытаний (далее – ПСИ) опытного образца, организация и проведение предварительных испытаний (далее – ПИ) (в том числе сторонними организациями) согласно программы и методики предварительных испытаний, проведение опытного пробега (если это определено Программой и методикой предварительных испытаний), отслеживание опытного образца в эксплуатации, оформление акта о завершении опытного пробега (если он проводился) представителями СЛД и ДТ, оформление протокола и акта ПИ комиссией завода/СЛД проводившего ремонт, присвоение литеры «РО», «О» КД и ТД; разработка (при необходимости). Разработка корректирующих мероприятий, направленных на изменение (улучшение) КД, ТД по результатам ПСИ и ПИ; организация и проведение приемочных испытаний с присвоением КД, ТД литеры «РО1», «О1»;

– Этап 6. Ремонт установочной партии, переход на серийное производство. Данный этап включает в себя следующие работы: на основании результатов приемочных испытаний согласование с заказчиком количества установочной партии для выполнения ремонта продукции; разработка дорожной карты по выполнению мероприятий для перехода на серийное

производство; формирование производственного плана ремонта установочной серии; разработка плана поставок, заключение договоров поставки, приобретение ТМЦ в соответствии нормами расхода ТМЦ и планом ремонта установочной серии; окончательное выполнение всех мероприятий плана подготовки производства, в том числе и по инвестиционной программе; планирование ремонта устано-

вочной партии в общем потоке производственного цикла; ремонт установочной партии; проведение мониторинга установочной партии; организация и проведение квалификационных испытаний продукции с целью присвоения КД, ТД литеры «РА», «А», постановка на серийное производство; корректировка норм расхода ТМЦ, трудоемкости, утверждение цены на продукцию.

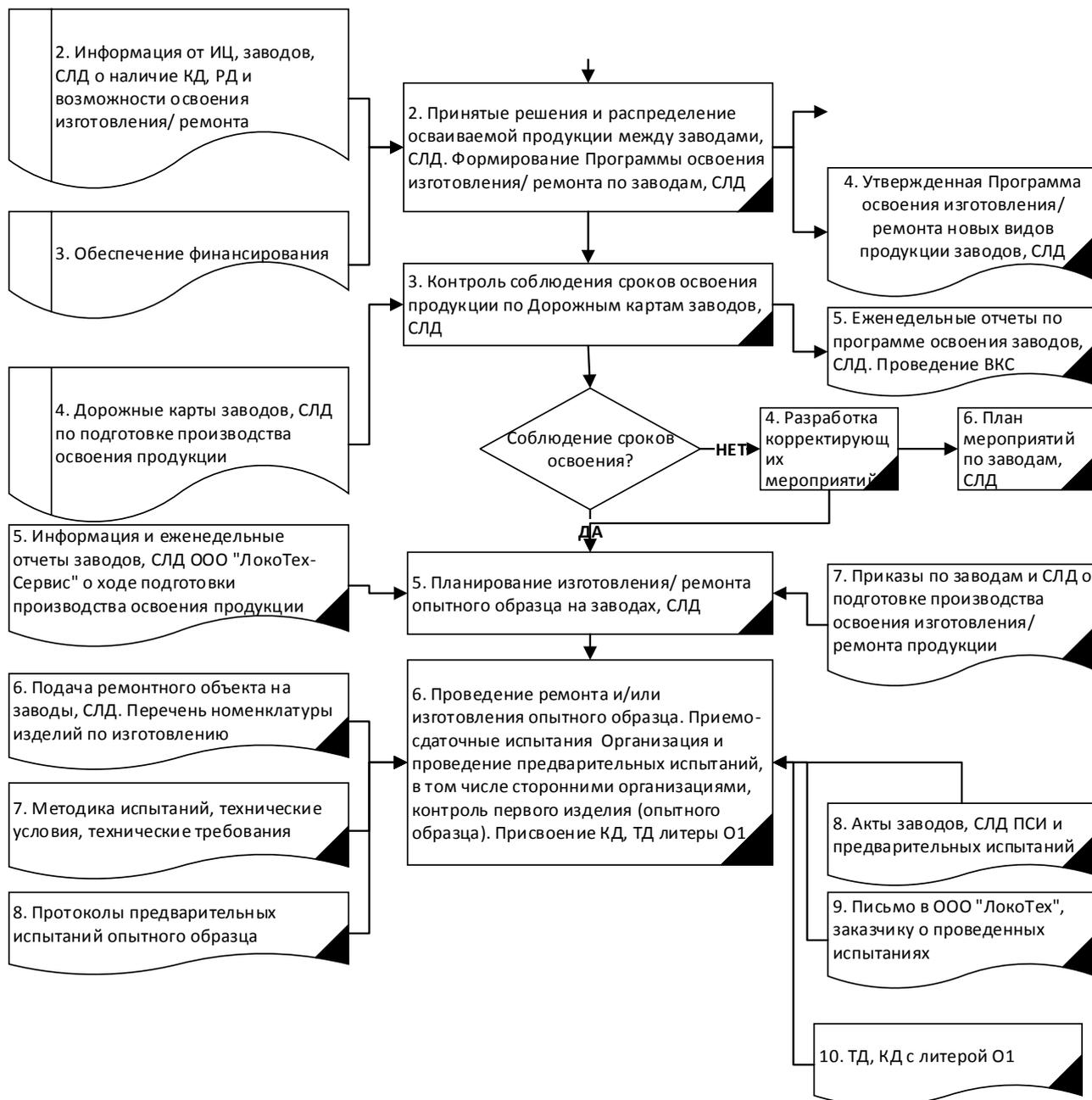


Рис. 2. Модель бизнес-процесса алгоритм формирования сетевого плана работ по ТПП (окончание)

Fig. 2. Business process model formation algorithm network work plan for CCI (the ending)

Основанием для начала организации и планирования ТПП по заводам – филиалам АО «Желдорреммаш», СЛД являются: запрос о потребности освоения ремонта новых видов продукции, годовая программа ремонта, перспективная программа развития и др. Исходными данными для планирования ТПП являются:

- план по ремонту ТПС и его составных частей;
- перечень продукции (потребность) в освоении ремонта;
- договоры поставок продукции потребителю.

На рис. 3. представлена блок-схема описания деятельности процесса ТПП при освоении ремонта новых видов продукции.

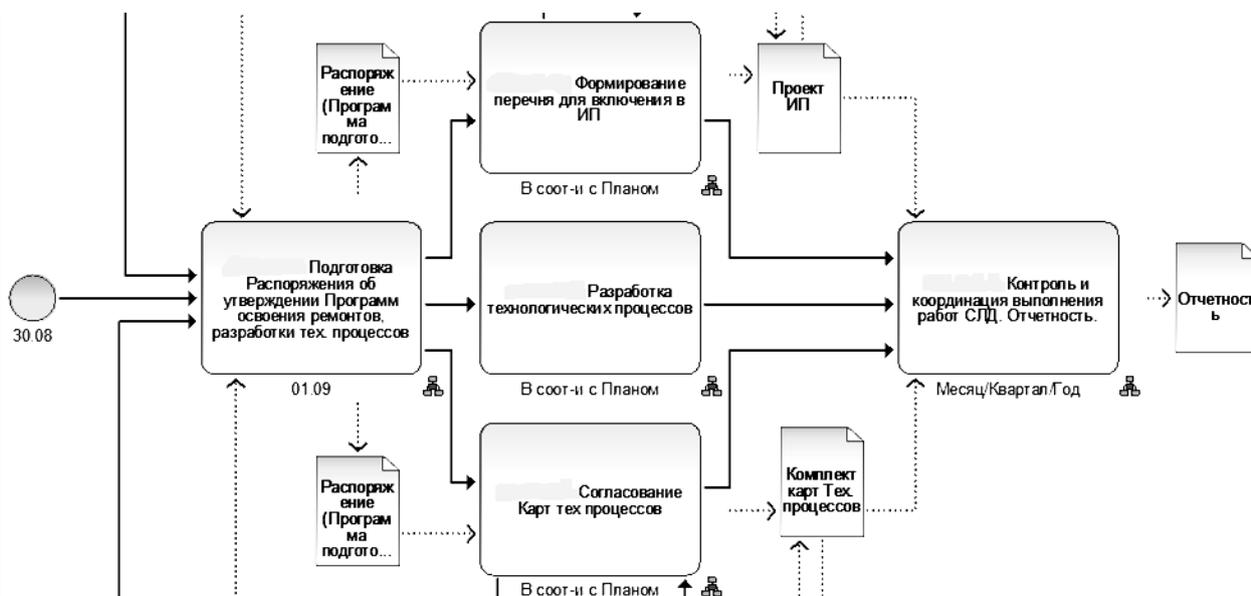


Рис. 3. Блок - схема алгоритма повышения эффективности процессов ТПП
 Fig. 3. Block diagram of the efficiency improvement algorithm CCI processes

Обсуждение/ Заключение

С целью повышения эффективности ТПП и совершенствования процесса разработки ТД сервисные компании переходят на САПР ТП. Без внедрения подобных автоматизированных систем невозможно решать задачи ТПП при освоении ремонта ТПС, задачи разработки ТД, на всех этапах жизненного цикла технологической подготовки при освоении их ремонта. Без этого продукция отечественных предприятий на зарубежных рынках априорно будет считаться некачественной, и соответственно неконкурентноспособной [22]. При всём богатстве выбора корпоративных систем управления информацией об изделиях очень сложно найти продукт, в котором бы сочетались достаточная функциональность, широкие возможности настройки под требования предприятия, понятный пользовательский интерфейс и умеренная стоимость [23].

Например, использование таких распространенных САПР ТП, как «Вертикаль» и «Timeline», затруднено для ремонтного производства, поскольку данные САПР ТП, в основном, предназначены для разработки ТП на изготовление продукции. Поэтому сервисным ремонтным компаниям приходится обращаться к специализированным системам [7]. К ним относятся следующие цифровые системы: КС ПТР [18] и *IPS Techcard* (далее – *IPS*) [23].

В период с 2015 - 2017 гг. выступив подрядчиком Омский государственный университет путей сообщения, по заказу Инжинирингового центра - филиала АО «Желдорреммаш» разработал комплект карт технологических процессов в объемах ТО-15, ТР-75, ТР-300, ТР-600 тепловоза серии 2ТЭ25А [18].

Существенным недостатком

программного обеспечения КС ПТР, обнаруженных во время работы, является отсутствие функции централизованного подсчета расходов запасных материалов и запасных частей по каждому КТП в отдельности и по всему процессу ремонта локомотива в целом. Иными словами, отсутствует возможность сформировать ведомости товарно-материальных ценностей (далее – ТМЦ), и усложняется процесс расчета применимости деталей и сборочных единиц [18, 23]. Специалисты депо столкнулись с проблемой частично наполненных каталогов базы данных.

Система, которая позволяет соответствовать указанным выше критериям, является система – *IPS*. В ГК ООО «ЛокоТех» организован процесс опытного внедрения данной САПР ТП с целью повышения информативности и определения наполняемости ТП на ТООиР локомотивов, а также повышения их восприятия ремонтным персоналом СЛД.

Рассмотрим функциональность технологических модулей *IPS*, включающие все этапы ТПП на производстве, которые дают возможность полностью унифицировать и стандартизировать производственные процессы. *IPS* состоит из настраиваемых технологических каталогов, справочников, шаблонов выходных форм документов и примеры расчета технологических режимов. Модель данных *IPS* ориентирована на стандарты ГОСТ и ЕСТД. ТП в системе *IPS* представлены в виде древовидной структуры, включающей информацию по операциям, переходам, используемому инструменту и оснастке, трудовым и материальным нормам. На основании дерева ТП система *IPS* автоматически формирует требуемый комплект ТД в соответствии с нормами ЕСТД, автоматизирует и формализует основные задачи технолога на предприятии.

Для того, чтобы начать работу по

разработке ТП от ТО до ТР в системе, требуется настройка бланков (форм), справочников (трудовых и материальных норм, оборудования, инструмента, оснастки и приспособлений), сценариев расчета, поскольку вся эта информация не включена в состав *IPS* по умолчанию. В ходе оценки готовности системы *IPS* к разработке ТП на серию 2ТЭ25Км отмечены технические ограничения, сдерживающие «быстрое» развертывание системы в депо: - отсутствует база оснастки, приспособлений и инструмента; - отсутствует база технологического оборудования; - отсутствует актуальный перечень инструкций по охране труда; - отсутствуют цеха и участки СЛД (которые расположены непосредственно на территории самого депо) для разработки расцеховочных маршрутов; - отсутствует интеграция справочных систем АСУ СГ и КС НСИ с *IPS* для подвязки ТМЦ к ТП; - отсутствует каталог отраслевых справочников трудоемкости; - отсутствует перечень основных используемых (шаблонных) переходов для часто используемых операций; - отсутствует матрица по разработке, согласованию и утверждению ТП.

Следует отметить, что качественно улучшить ТПП возможно путем описания и автоматизации всех бизнес-процессов, затрагивающие не только этапы ТПП (выборочно), но и структуру управления ими, а также алгоритмы обмена информацией между данными этапами (создание единого информационного пространства).

Расходы постоянно увеличиваются с непрерывным усложнением самих конструкций локомотивов и необходимостью сокращения сроков освоения их ремонта. При этом разработка оптимального ТП обеспечивает ремонт изделий в соответствии с заданными требованиями качества и минимальными затратами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аболмасов А.А. Управление техническим состоянием тягового подвижного состава в усло-

виях сервисного обслуживания: диссертация кандидата технических наук. Москва: Москов-

- ский институт инженеров транспорта, 2017. - 180 с.
2. Лакин И.И. Мониторинг технического состояния локомотивов по данным бортовых аппаратно-программных комплексов: диссертация кандидата технических наук. Москва: Московский институт инженеров транспорта, 2016. 195 с.
 3. Липа К.В. Мониторинг технического состояния локомотивов по данным бортовых микропроцессорных систем управления [Текст] / К.В. Липа, В.И. Гриненко, С.Л. Лянгасов, И.К. Лакин, А.А. Аболмасов, В.А. Мельников. - М.: ООО «ТМХ-Сервис», 2013. - 156 с.
 4. Липа, К.В. Мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации локомотивов. Теория и практика [Текст] / К.В. Липа, А.А. Белинский, В.Н. Пустовой, С.Л. Лянгасов, И.К. Лакин, А.А. Аболмасов, и др. - М.: ООО «Локомотивные Технологии», 2015. - 212 с.
 5. Липа, К.В. Автоматизированная система управления надежностью локомотивов (АСУНТ). Концепция ТМХ-Сервис [Текст] / К.В. Липа, В.И. Гриненко, С.Л. Лянгасов, И.К. Лакин, А.А. Аболмасов, В.А. Мельников. - М.: ООО «ТМХ-Сервис», 2012. - 160 с.
 6. Progressive Railroading. Rail Insider-Rail technology: on-board locomotive monitoring. Information For Rail Career Professionals From Progressive Railroading Magazine. [Электронный ресурс] // - URL: <https://www.progressiverailroading.com> (дата обращения: 27.04.2022).
 7. Пехтерев Ф.С. С учетом прогнозов социально-экономического развития страны. *Железнодорожный транспорт*. 2016;5:15-19.
 8. Рафиков Р.Х., Елисейкин Е.И., Изотов В.А., Канищев М.В., Гелашвили Г.А. Изготовление деталей и узлов тягового подвижного состава с применением технологий 3D-печати в условиях сервисных и локомотиворемонтных предприятий. Сб. трудов Всеросс. науч.-техн. конф. «Транспорт: проблемы, идеи, перспективы». 2021. ПГУПС.
 9. Договоры ОАО «РЖД» с СТМ-Сервис (№ 284) и ТМХ-Сервис (№ 285) от 30.04.2014 на сервисное обслуживание локомотивов. М.: ОАО «РЖД», 2014.
 10. Рафиков Р.Х., Коновалов Н.Н., Лакин И.К. Совершенствование ультразвукового контроля. Разработка методики определения шага сканирования при ультразвуковом контроле. Сб. трудов XXII Всеросс. науч.-техн. конф. по неразрушающему контролю и технической диагностике. Москва, 3 – 5 марта 2020 г. М.: Издательский дом «Спектр», 2020. С.73-75. ISBN 978-4442-0150-3.
 11. Рафиков Р.Х., Коновалов Н.Н., Лакин И.К., Галкин Д.И. Преображенский М.Н. Оценка возможности замены на ультразвуковой радиационного контроля сварных соединений, деталей и узлов тягового подвижного состава. Сб. трудов XXII Всеросс. науч.-техн. конф. по неразрушающему контролю и технической диагностике. Москва, 3 – 5 марта 2020 г. М.: Издательский дом «Спектр», 2020. С.70-73.: ил. ISBN 978-4442-0150-3.
 12. Рафиков Р.Х., Шапошников А.М., Елисейкин Е.И., Куликовский М.Ю. Мобильный колёсоточкарный станок с ЧПУ для последовательной обработки колесных пар локомотивов. Сб. материалов 74-й Всеросс. науч.-техн. конф. 21 апреля 2021 г., Ярославль. В. 2 ч. Ч. 2. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2021. С.48-52.
 13. Регламент № 240ЛТ-П от 05.05.2021 Подготовка производства (22545401 v6).
 14. Копачев С.В. Совершенствование технологической подготовки ремонта подвижного состава. *Наука и техника транспорта*. 2012. № 3. С. 68-74.
 15. Разработка технологических процессов для технического обслуживания и текущего ремонта локомотивов, их агрегатов, узлов или деталей) ПКБ ЦТ.06.0090
 16. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2007. 736 с.
 17. Супчинский О.П., Капустьян М.Ф. Комплексный подход при организации и планировании производственных процессов на основе сетевого планирования и «облачных технологий». *Омский научный вестник*. 2014. № 3(133). С. 138-142.
 18. Шантаренко С.Г., Капустьян М.Ф., Супчинский О.П. Разработка технологических процессов технического обслуживания и ремонта локомотивов новых серий. *Вестник РГУПС*. 2017. № 4. С.58-64. ISSN 0201-727X.
 19. Основы технологической подготовки производства: учеб. Пособие / Е.Б. Вотинова, М.П. Шалимов, А.М. Фивейский. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2017. 168 с.
 20. Виноградов В.С. Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. М.: Машиностроение, 1981. С. 114.
 21. Содержание, этапы и методы ускорения технологической подготовки производства// studme – [Электронный ресурс]. URL:
 1. https://studme.org/390022/tehnika/soederzhanie_eta_ru_metody_uskoreniya_tehnologicheskoy_podgotovki_proizvodstva.
 22. Денисов А.Р. Методические основы построения автоматизированных систем конструкторско-технологической подготовки мелкосерийного машиностроительного производства: диссертация ... доктора технических наук. Владимир: Владимирский государственный университет, 2011. 205 с.
 23. Все продукты *IPS*. Средства автоматизации технической подготовки производства (для руководителей, конструкторов и технологов, для масштабных проектов// Компании ИНТЕРМЕХ. [Электронный ресурс]. URL: https://intermech.ru/ips_product.html#tech.

REFERENCES

1. Abolmasov AA. Management of the technical condition of traction rolling stock in service conditions [dissertation]. [Moscow (RF)]: Moscow Institute of Transport Engineers; 2017.
2. Lakin II. Monitoring of the technical condition of locomotives according to onboard hardware and software systems [dissertation]. [Moscow (RF)]: Moscow Institute of Transport Engineers; 2016.
3. Lipa KV, Grinenko BI, Lyangasov SL, Lakin IK, Abolmasov AA, Melnikov VA. Monitoring of the technical condition of locomotives according to onboard microprocessor control systems. Moscow: OOO TMH-Service; 2013.
4. Lipa KV, Belinsky AA, Pustovoy VN, Lyangasov SL, Lakin IK, Abolmasov AA. Monitoring of the technical condition and operating conditions of locomotives. Theory and practice. Moscow: OOO "Lokomotivnie Technologii"; 2015.
5. Lipa KV, Grinenko VI, Lyangasov SL, Lakin IK, Abolmasov AA, Melnikov VA. Automated locomotive reliability management system (ALRMS). The concept of TMX-Service. Moscow: OOO "TMX-Servis"; 2012.
6. Progressive Railroading. Rail Insider-Rail technology: on-board locomotive monitoring. Information For Rail Career Professionals From Progressive Railroading Magazine [Internet]. [cited 2022 Apr 27]. Available from: URL: <https://www.progressiv-erailroading.com>
7. Pekhterev FS. Taking into account forecasts of socio-economic development of the country. Railway Transport. 2016;5:15-19.
8. Rafikov RH, Eliseikin EI, Izotov VA, Kanishchev MV, Gelashvili GA. Manufacturing of parts and assemblies of traction rolling stock using 3D printing technologies in the conditions of service and locomotive repair enterprises. Collection of papers of All-Russian Scientific and Technical Conference: Transport: Problems, Ideas, Prospects; 2021.
9. Contracts of OAO "Russian Railways" with STM-Servis (No. 284) and TMH-Servis (No. 285) for the maintenance of locomotives. 2014 Apr 30. Moscow: OAO "Russian Railways"; 2014.
10. Rafikov RH, Konovalov NN, Lakin IK. Development of ultrasound control. Development of a method for determining scanning during ultrasound control. Collection of papers of XXII All-Russian Scientific and Technical Conference on Non-destructive Testing and Technical Diagnostics; 2020 March 3 – 5; Moscow: Publishing House "Spectrum"; 2020. p.73-75.
11. Rafikov RH, Konovalov NN, Lakin IK, Galkin DI, Preobrazhensky MN. Evaluation of the possibility of using ultrasonic radiation monitoring of welded joints, parts and assemblies of traction rolling stock. Collection of papers of XXII All-Russian Scientific and Technical Conference on Non-destructive Testing and Technical Diagnostics; 2020 March 3 – 5; Moscow: Publishing House "Spectrum"; 2020. p.70-73.
12. Rafikov RH, Shaposhnikov AM, Eliseikin EI, Kulikovskiy MYu. Mobile CNC wheel turning lathe for sequential turning of locomotive wheels. Collection of materials of the 74th All-Russian Scientific and Technical Conference; 2021 Apr 21; Yaroslavl: Publishing House of YAGTU; 2021. p.48-52.
13. Regulation No. 240LT-P. Preparation of production (22545401 v6). 2021 May 05.
14. Kopachev SV. Improvement of process engineering of rolling stock repair. Science and Technology in Transport. 2012;3:68-74.
15. Development of technological processes for technical maintenance and current repair of locomotives, their units, assemblies or parts ПКБ ЦТ.06.0090
16. Bazrov BM. Fundamentals of mechanical engineering technology. Moscow: Mashinostroenie; 2007.
17. Supchinsky OP, Kapustyan MF. Complex approach to the arrangement and planning of production processes based on network planning and cloud technologies. Omsk Scientific Bulletin. 2014; 3(133):138-142.
18. Shantarenko SG, Kapustyan MF, Supchinsky OP. Development of technological processes for maintenance and repair of locomotives of new series. Vestnik RGUPS. 2017;4:58-64.
19. Votnova EB, Shalimov MP, Fivevsky AM. Fundamentals of production preparation: textbook. Yekaterinburg: Publishing House Ural University; 2017.
20. Vinogradov VS. Production preparation of welded structures in mechanical engineering. Moscow: Mashinostroenie; 1981.
21. Content, stages and methods of accelerating production preparation [Internet]. [place unknown]. Available from: https://studme.org/390022/tehnika/soderzhani_e_etapy_metody_uskoreniya_tehnologicheskoy_podgotovki_proizvodstva.
22. Denisov AR. Methodological foundations of constructing automated systems of design and technological preparation of small-scale machine-building production [dissertation]. [Vladimir (RF)]: Vladimir State University; 2011.
23. All IPS products. Automation tools for technical preparation of production (for managers, designers and production engineers for large-scale projects [Internet]. [place unknown]: ИНТЕРМЕХ Companies. Available from: https://intermech.ru/ips_product.html#tech.

Информация об авторах:

Рафиков Рафик Хайдарович – кандидат технических наук, тел. +7 (920) 127-65-42, начальник отде-

ла технологической подготовки сервисных локомотивных депо, кафедра «Технология транспортного

машиностроения и ремонта подвижного состава», Author-ID-РИНЦ 792534.

Куликов Михаил Юрьевич – доктор технических наук, профессор, тел. +7 (964) 578-56-89, заведующий кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава»,
Rafikov Rafik Haidarovich, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Process Engineering of Service Locomotive Sheds, Department of Technology of Transport Engineering and Repair of Rolling Stock, Author-ID- RSCI 792534, phone: +7 (920) 127-65-42.

щей кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава».

Kulikov Mikhail Yurievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Transport Engineering and Repair of Rolling Stock, phone: +7 (964) 578-56-89.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья опубликована в режиме Open Access.
Article published in Open Access mode.

Статья поступила в редакцию 25.03.2022; одобрена после рецензирования 11.05.2022; принята к публикации 25.07.2022. Рецензент – Антипин Д.Я., кандидат технических наук, доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог», директор учебно-научного института транспорта Брянского государственного технического университета, член редколлегии журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 25.03.2022; approved after review on 11.05.2022; accepted for publication on 25.07.2022. The reviewer is Antipin D.Ya., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Railway Rolling Stock, Director of the Educational and Scientific Institute of Transport at Bryansk State Technical University, member of the Editorial Board of the journal *Transport Engineering*.