

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ И ВНЕДРЕНИЯ ГИБКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

д.т.н. А. П. Семенов, д.т.н. В. А. Смирнов

***Аннотация.** В статье предлагаются перспективные автоматизированные стенды для диагностирования, испытания и ТОиР оборудования локомотивов в условиях локомотиворемонтных заводов и ремонтных локомотивных депо. Приведено описание и фотографии наиболее перспективных разработок компании ООО «НПЦ ПРОМТЕХ».*

***Ключевые слова.** Локомотивы. ТОиР. Технологическое оборудование.*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Содержание локомотивного парка связано со значительными затратами трудовых, энергетических и материальных ресурсов, которые, по данным технико-экономических исследований, составляют до 10% стоимости жизненного цикла локомотивов, что соответствует превышению их начальной стоимости более чем в 2 раза. Особо остро вопрос экономической эффективности ремонта и технического обслуживания локомотивов стоит на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта, где локомотив – это не основной бизнес, а лишь средство, обеспечивающую его транспортную составляющую.

На сегодняшний день, назвать систему технического содержания локомотивов на промышленных предприятиях гибкой, управляемой, а тем более экономически-эффективной затруднительно. Технологический комплекс локомотиворемонтного производства характеризуется высокой инерционностью, сложно адаптируется под обновляющийся подвижной состав, изменяющиеся требования эксплуатации, отраслевой законодательной базы и экономики. Ключевые показатели надежности локомотивов, связанные с безотказностью в эксплуатации, ремонтпригодностью, восстанавливаемостью, долговечность, технической готовностью не достигают желаемых значений. Высокое количество отказов оборудования и внеплановых ремонтов, не только обуславливает повышенные эксплуатационные затраты, но и что самое важное, вызывает нестабильность транспортно-логистической системы в целом.

Отдельной статьей финансовых и временных потерь является капитальный ремонт локомотива, который, в силу дефицита ремонтных мощностей, зачастую проводится от 6 до 12 месяцев сопровождаемый перегонкой локомотивов за тысячи километров на локомотиворемонтный завод, а иногда и дополнительными таможенными процедурами, если дело касается международных отношений.

Всё это обуславливает необходимость поиска новых, более эффективных подходов к организации процессов технического обслуживания и ремонта локомотивов промышленного железнодорожного транспорта, с учетом отраслевых

особенностей и проблем. Результаты технологического аудита производства локомотиворемонтных депо, проводимые на протяжении последних лет сотрудниками «НПЦ ПРОМТЕХ» по заявкам предприятий в различных регионах России, позволяют выделить следующие основные проблемы, обуславливающие снижение эффективности производства:

- неоднородность эксплуатируемого парка по сериям локомотивов и срокам их службы, значительная «разноресурсность» даже однотипных деталей и узлов;
- количественный и качественный недостаток средств технологического оснащения по ключевым технологическим процессам и операциям, влияющим на производительность труда и качество ремонта;
- низкая технологическая гибкость оборудования и производственного комплекса в целом;
- значительный физический и моральный износ существующих средств механизации, моечного, измерительного, контрольно-испытательного оборудования и средств восстановления ресурса;
- продолжительные перепростои локомотивов на ремонте, связанные с проведением внецикловых работ, ожиданием комплектующих или материалов;
- низкая энергоэффективность технологических процессов из-за применения устаревших технологий и оборудования;
- неоправданно высокие расходы на проведение маневровых работ под депо;
- несовершенство логистических процессов в депо - неэффективный выбор мест размещения запасных частей, инструментов, оборудования, а также зон передвижения персонала и техники;
- нехватка ремонтного персонала и его недостаточная квалификация.

Перечисленные проблемы во многом обусловлены недостатками технологической подготовки ремонтного производства, отсутствием информационной «прозрачности» технологических процессов, а также состояния локомотивов при приемке, ремонте, выпуске из ремонта и в эксплуатации, нехваткой автоматизированных и «цифровых» технологий, позволяющих исключить человеческий фактор в принятии решений.

Важным фактором потерь является низкий уровень технологической оснащённости и недостаточная технологическая гибкость ремонтного производства, что значительно ограничивает возможности выполнения полного комплекса операций по обслуживанию и восстановлению ресурса максимально широкого спектра оборудования в едином месте без дополнительных перемещений на другие предприятия.

Недостаточная «прозрачность» фактического технического состояния узлов и агрегатов локомотивов, а также технологических процессов их ремонта и обслуживания, снижает эффективность системы управления качеством ремонта, не позволяет своевременно локализовать возникающие проблемы и выработать необходимые управляющие воздействия для их устранения.

Повысить эффективность содержания локомотивного парка промышленного железнодорожного транспорта в существующих условиях представляется

возможным путем последовательного освоение силами депо не только текущих, но и средних и капитальных ремонтов на основе применения гибких технологических решений с интеграцией данных в единое информационное поле «Цифрового депо».

«ЦИФРОВОЕ ДЕПО» С ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМОЙ

Практическое решение задачи построения эффективной и гибкой производственной системы ремонтного депо обеспечивается взаимодействием трех основных компонентов:

- универсальной технологической платформой, включающей контрольно-диагностическое и ремонтно-восстановительное оборудование с функциями самоконтроля и цифровыми интерфейсами;
- единой интеграционной программной платформой, обеспечивающей сбор и аналитику данных о фактическом техническом состоянии каждого локомотива и его оборудования на различных стадиях: в эксплуатации, при приемке в ремонт, ремонте и выходе из ремонта;
- вовлечением персонала в единый информационный обмен данными с программной платформой в режиме on-line для оперативного уточнения объемов и видов работ, оценки имеющихся ресурсов, подменного фонда, запасных частей, показателей хода выполнения технологического процесса.

Конфигурация универсального проекта «Цифровое депо» с элементами комбинированных технологий, включает требуемое программой ремонта количество ремонтных позиций для разборки и сборки локомотивов, как для малых, так и для крупных видов ремонта. Ремонтные позиции оснащены необходимым оборудованием, обеспечивающим механизацию и автоматизацию технологических операций.

Для сокращения времени простоя локомотивов при ремонте предусматривается возможность параллельного выполнения различных видов и объемов контрольно-диагностических и ремонтно-восстановительных операций для широкой номенклатуры типов объектов ремонта.

Наглядным примером такой технологической адаптивности может служить «Автоматизированная моечная машина крупногабаритных деталей ПРТН.443136.002» позволяющая производить очистку как крупногабаритных узлов – дизелей, рам тележек локомотивов, так и среднегабаритных деталей – кожухов зубчатых передач КМБ, малых шестерен, элементов экипажной части.

Ключевым элементом «Цифрового депо» является обеспеченность универсальных ремонтных позиций контрольно-диагностическим, измерительным и стендовым оборудованием, обеспечивающим формирование достоверной картины о техническом состоянии того или иного элемента локомотива.



Домкрат для подъема и опускания кузова



Технологический комплекс разборки-сборки КМБ



Универсальный стенд для ремонта блоков дизелей



Механизированный комплекс для разборки и сборки дизелей



Моечная машина деталей буксового узла

Информационные протоколы с такого оборудования, посредством платформы «Цифрового депо» обеспечивают автоматизированное формирование протокола допуска локомотива на линию. Технологическое оснащение каждой позиции, составляющее в совокупности технологическую платформу обеспеченности ремонтных цехов и участков.



Комплексный стенд проверки асинхронных ТЭД



Пропиточно-сушильное отделение
электромашинного цеха



Универсальный стенд магнитопорошкового
контроля деталей ходовой группы



Стенд дефектоскопии колесных пар



Стенд входного и выходного контроля
буксовых узлов колесных пар грузовых вагонов



Стенд испытания пружин



Нагрузочный модуль реостатных
испытаний ДГУ



Автоматизированный стенд для испытания
автотормозного оборудования

Размещение универсальных цифровых ремонтных позиций в цехе определяется исходя из стремления к улучшению логистики для персонала и машин, применяемых при транспортировке секций, узлов и агрегатов, максимально эффективного задействования производственных площадей и повышения энергоэффективности депо в целом.



Универсальная установка для наплавки ступицы колесного центра

Информационная поддержка технологии обслуживания и ремонта локомотивов, ее взаимоувязка с технологической платформой и персоналом обеспечиваются цифровой аналитикой, формируемой средствами единой интеграционной программной платформы «Цифровое депо».

Технология работы «Цифрового депо» основана на способе управления обслуживанием и ремонтом сложных технических объектов, включающего сбор данных о техническом состоянии объектов, их обработку с комплексной оценкой технического состояния каждого объекта, формирование рекомендаций по ремонту и техническому обслуживанию объекта и перечня операций, подлежащих исполнению, с соответствующими инструкциями, передачу инструкций на портативные терминалы технических специалистов и прием от них ответной информации, обновление данных о техническом состоянии объекта в процессе его обслуживания и ремонта с уточнением перечня операций, и контроль их выполнения.

При этом контролируемые параметры включают не только параметры, характеризующие техническое состояние ремонтируемого (или диагностируемого) объекта, но и параметры самоконтроля технического состояния и положения самого оборудования, что позволяет судить о соблюдении технологического режима при выполнении операций. Автоматический сбор данных обеспечивает их высокую объективность.

Такое автоматическое отслеживание соблюдения технологии ремонта и обслуживания способствует информационной прозрачности работ, обеспечивает высокую объективность контроля, возможность оперативного выявления нарушений и недостатков технологического процесса и их оперативного устранения. В итоге достигается стабильно высокое качество ремонтных работ и

работ по техническому обслуживанию.

Контроль выполнения операций включает отслеживание и анализ последовательности и времени выполнения операций, состава, состояния и перемещений оборудования и технических специалистов в процессе выполнения операций.

Логистика ввода локомотивов на ремонтные позиции реализуется с применением радиоуправляемого самоходного тягового агрегата – «Локоробота» с гибридной силовой установкой. Этот агрегат является импортозамещающей технологией высокоэффективного ресурсосберегающего способа производства маневровых работ – альтернативы традиционному выполнению их с помощью тепловозов.



Радиоуправляемый самоходный тяговый агрегат «Локоробот»

Эффективность самоходного тягового агрегата обуславливается возможностью работы в закрытых цеховых помещениях при реализации тягового усилия от аккумуляторных модулей. Агрегат имеет малые габариты, позволяющие маневрировать в цехе между ремонтными позициями на рельсовом и колесном ходу.

Дистанционное радиоуправление «Локороботом» дает возможность осуществлять маневры и четко позиционировать секции локомотивов на ремонтных позициях, работая в одно лицо. Этот же агрегат применяется для перемещения секций локомотивов в пределах ремонтных позиций при некоторых технологических операциях, например, при смене колесно-моторных блоков.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТА «УНИВЕРСАЛЬНОЕ ЦИФРОВОЕ ДЕПО»

Ожидаемыми эффектами от реализации проекта являются:

- расширение технологических возможностей локомотивных депо до уровня среднего и капитального ремонтов подвижного состава;
- повышение экономической эффективности ремонтного производства, сокращение затрат материальных и энергетических ресурсов;
- повышение «информационной прозрачности» технического состояния локомотивов, технологических процессов ремонта и обслуживания;
- повышение качества ремонта и надежности локомотивов в эксплуатации;
- повышение эффективности производственной логистики, сокращение запасов ремонтного фонда, комплектующих и материалов.

Пилотный проект «Универсальное цифровое депо», пилотно реализованный

сегодня, уже в ближайшем будущем может обеспечить качественно новый уровень технического сервиса локомотивного парка промышленного железнодорожного транспорта в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Семенов, А.П. Направления повышения эффективности эксплуатации локомотивов [Текст] / А. П. Семенов, И.К. Лакин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – № 3 (63). – С. 89-98.
- 2 Семенов, А.П. Цифровое депо – технологическая основа цифровой трансформации локомотивного комплекса [Текст]/ А.П. Семенов, О.С. Валинский, А.М. Лубягов, А.Н. Маврин, Д.В. Казарин // Железнодорожный транспорт. –2020. № 3. С. 26-32.
- 3 Семенов, А. П. Цифровизация ремонтного производства тягового подвижного состава / А.П. Семенов, Д.В. Казарин // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 1 (45). – С. 93-103.
- 4 Семенов, А.П. Модель управления жизненным циклом локомотивов с использованием современных методов технического диагностирования. Научная монография / А.П.Семенов – Омск: ООО «Образование Информ», 2021. – 368 с. Ил.107, Табл. 58, библиогр. 367 назв. ISBN 978-5-98649-052- Семенов, А.П. Источники повышения эффективности использования бюджета времени локомотивов [Текст] / А.П. Семенов // Локомотив. – 2018. – №. 10. – С. 33-34.
- 5 Семенов, А.П. Роль цифровых двойников в управлении сервисным обслуживанием локомотивов [Текст] / А.П. Семенов, И.К. Лакин, И.Ю. Хромов // Локомотив. – 2019. – № 6. – С.41-42.
- 6 Семенов, А.П. Цифровая трансформация управления ремонтом локомотивов с использованием технологии цифрового двойника [Текст]/ А.П. Семенов, И.К. Лакин // Цифровизация транспорта и образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию железнодорожного образования в Сибири. – Красноярск: КриЖТ – ИрГУПС, 2019. – С. 367-380.
- 7 Семенов, А.П. «Цифровое депо» – инновационное решение для системы содержания парка локомотивов [Текст]/ А.П. Семенов, О.С. Валинский, А.М. Лубягов, А.Н. Маврин, Д.В. Казарин. // Локомотив. – 2020. – № 2. – С. 2-6
- 8 Семенов, А.П. Модель управления жизненным циклом локомотивов с использованием современных методов технического диагностирования. Научная монография / А.П.Семенов – Омск: ООО «Образование Информ», 2021. – 368 с. Ил.107, Табл. 58, библиогр. 367 назв. ISBN 978-5-98649-052-6.



д.т.н. Семенов Александр Павлович генеральный директор
ООО «НПЦ ПРОМТЕХ»,
член Союза машиностроителей России,
член Экспертного совета по энергетическому
машиностроению, электротехнической и кабельной
промышленности при Комитете Государственной Думы РФ по
промышленности и торговле



д.т.н Смирнов Виктор Александрович начальник
департамента технологического проектирования
ООО «НПЦ ПРОМТЕХ», профессор кафедры
«Электропоезда и локомотивы» РУТ (МИИТ),
профессор кафедры «Подвижной состав
электрических железных дорог» ОмГУПС