

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕМЕНТА КРЕПЛЕНИЯ  
ЩЕТОЧНОГО АППАРАТА ТЭД С ПРИМЕНЕНИЕМ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ**

**Лобыцин И.О.**

Ведущий инженер НЦ «ЦМПЭ», Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)

**Литвинцев С.О.**

Технический эксперт НЦ «ЦМПЭ», Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)

**Дульский Е.Ю.**

Д-р техн. наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ИрГУПС

**Волчек Т.В.**

Канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог», КриЖТ ИрГУПС

**Томилов В.С.**

Канд. техн. наук, и.о. заведующего кафедрой «Эксплуатация железных дорог», КриЖТ ИрГУПС

***Аннотация.** С увеличением объемов эксплуатируемого парка тягового подвижного состава возникла потребность в повышении скорости выполнения депоовских и заводских ремонтов с сохранением высокого качества. Целью работы является оптимизация технологического процесса восстановления изоляционных пальцев с применением автоматизированных конвейерных линий, соответствующих современным требованиям производительности. Основные научно-технические решения, полученные при выполнении работы, определены в ходе глубокого исследования терморadiaционного влияния на пропиточные электроизоляционные составы.*

***Ключевые слова:** изоляционные пальцы, ремонт локомотива, автоматизация, конвейерная линия, терморadiaционный нагрев.*

Ежедневно специалисты железнодорожного транспорта выполняют колоссальную работу по повышению эффективности производства, внедрению современных технических решения и передовых технологий на железнодорожные предприятия, что способствует оптимизации существующих производственных процессов. В обеспечении эффективной, надежной и четкой

работы железных дорог большая роль принадлежит локомотиворемонтным предприятиям. Они должны работать ритмично и слаженно, обеспечивая безотказное использование тягового подвижного состава при наименьших затратах на их ремонт и техническое обслуживание [1].

Главной задачей организации производства на локомотиворемонтном предприятии является обеспечение непрерывности и ритмичности общего производственного процесса, основанного на расчленении его на элементарные операции и максимально возможном параллельном осуществлении этих операций с целью сокращения общего времени производства и своевременного выполнения плана предприятия.

С увеличением эксплуатируемого парка локомотивов многократно увеличилась потребность в ремонте отдельных узлов и деталей, в связи с чем, для выполнения поставленных производственных задач стали активно внедряться автоматизированные системы, которые при должной научно-технической проработке можно использовать для создания конвейерных линий не только изготовления, но и ремонта локомотивов [2].

Каждый технологический процесс ремонта отдельной детали тягового подвижного состава в определенной степени можно разложить на полноценно автоматизированные этапы. В качестве примера, рассмотрим предлагаемую автоматизацию технологического процесса восстановления электроизоляционного лакового слоя изоляционных пальцев ТЭД, которые являются единственным элементом крепления щёткодержателя на поворотной траверсе.

На рис. 1 схематично представлен существующий процесс восстановления электроизоляционного лакового слоя изоляционных пальцев ТЭД при деповском ремонте.



Рис.1 – Этапы восстановления изоляционных пальцев при деповском ремонте

Автоматизация данного процесса возможна с применением технологии терморadiационного нагрева, разработанной научным коллективом Иркутского

государственного университета путей сообщения. Данная технология позволяет произвести наиболее оптимальную сушку пропиточных изоляционных составов с непрерывным контролем и регулировкой теплового поля, получая высококачественную электроизоляционное покрытие [3,4].

Благодаря разработанному устройству для сушки изоляционных пальцев ТЭД камерного типа, рис. 2, появилась возможность создания конвейерной линии по их ремонту. Оснащение данного устройства программируемыми логическими контроллерами (ПЛК) обеспечит: регистрацию и изменение температурных показателей при сушке; контроль состояния поверхности детали с возможностью очистки боковых поверхностей при подготовке; оптимальное нанесение пропиточного изоляционного состава; контроль качества диэлектрического покрытия на этапе окончательной проверки перед выпуском.



Рис.2 – Установка для сушки изоляционных пальцев ТЭД камерного типа

Технологический процесс восстановления изоляционных пальцев с применением предлагаемой автоматизированной конвейерной линии представлен на рис.3, которая имеет функциональное зонирование, включая в себя пост предварительного контроля, камеру терморadiационного нагрева и пост выходного контроля. Стоит отметить, что в данной установке могут быть применены современные научно-технические решения, которые значительно степени позволяют сократить технологический процесс [5].

Пост предварительного контроля предназначен для оценки состояния поступивших на ремонт деталей. С применением оптических датчиков

происходит измерение геометрических параметров изоляционных пальцев и выявление критических зон нарушения целостности изоляции.



Рис.3 – Установка для сушки изоляционных пальцев ТЭД камерного типа

На следующем этапе происходит очистка изоляционных пальцев с применением механизмов обработки вращающихся поверхностей. С равномерно вращающихся деталей методом точения снимается отвержденный слой изоляционного лака до достижения пресс материала.

После подготовки поверхности деталей, выполняется их перемещение в камеру терморadiационного нагрева, в которой осуществляется предварительный нагрев. Инфракрасные излучатели локально передают тепловую энергию деталям, при этом работа излучателей на максимальной мощности значительно сокращает процесса. Нанесение пропиточного состава выполняется методом окунания после перемещения деталей из камеры нагрева. Наиболее эффективным методом окунания является вибро-осцилляционный метод, который позволяет снизить объем воздушных масс между изоляционным составом и подготовленной поверхностью изоляционного пальца [6].

Далее выполняется сушка, которая является основным и наиболее трудоемким этапом всего технологического процесса. Благодаря программно-аппаратному комплексу контроля и управления тепловым полем выполняется осцилляционная сушка пропиточного материала.

По окончании сушки изоляционные пальцы перемещаются в зону выходного контроля, где выполняется их охлаждение при комнатной температуре (нормализация) с последующим выполнением выходного контроля. При выходном контроле осуществляется проверка электрической прочности каждой детали на пробивной установке высокого напряжения, а также с применением косвенного метода оценки электрической прочности по твердости лакового слоя [7].

Оптимизация рассматриваемого технологического процесса с применением автоматизированной конвейерной линии обеспечивает непрерывность выполнения ремонтных работ с пятикратным увеличением производительности, позволяет снизить нагрузку с персонала, а также повысить качество выпускаемой продукции.

#### Список использованных источников

1. Волчек, Т. В. Повышение производительности пунктов экипировки локомотивов песком / Т. В. Волчек, В. С. Томилов, И. О. Лобыцин // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXVII Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 03 ноября 2023 года. – Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 167-170.

2. Худоногов, А.М. Инновационная технология повышения надёжности и продления ресурса электрических машин тягового подвижного состава / А.М. Худоногов, Е.М. Лыткина, Е.Ю. Дульский // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование 4 (36), 2012. - 261 с. - С. 102-108.

3. Дульский, Е.Ю. Влияние химических свойств полимеров и режимов ИК-энергоподвода на прочность и пластичность изоляции в локальных технологиях продления ресурса электрических машин тягового подвижного состава / Е.Ю. Дульский., А.М. Худоногов, Е.М. Лыткина // Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2015. № 1 (21). С. 6-11

4. Лобыцин, И. О. Использование инфракрасного излучения при упрочнении изоляционных конструкций электрооборудования тягового подвижного состава / И. О. Лобыцин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2020. – Т. 17, № 1. – С. 108-116.

5. Лобыцин, И. О. Восстановление лакового слоя изоляционных пальцев ТЭД с применением установки инфракрасного нагрева камерного типа / И. О. Лобыцин, Е. Ю. Дульский, Н. А. Баранов, В. А. Кручек // Бюллетень результатов научных исследований. – 2024. – № 3. – С. 142-153.

6. Патент № 2708070 С1 Российская Федерация, МПК Н01В 19/02, Н02К 5/12. Вибро-осцилляционный способ пропитки изоляции электрических машин с периодичным изменением давления и устройство для его реализации: № 2018139244: заявл. 06.11.2018: опубл. 04.12.2019 / Е. Ю. Дульский, П. Ю. Иванов, И. О. Лобыцин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Иркутский государственный университет путей сообщения (ФГБОУ ВО ИрГУПС).

7. Лобыцин, И. О. Исследование твердости лакового слоя изоляционных пальцев тягового электродвигателя локомотива при конвективном и терморadiационном способах сушки / И. О. Лобыцин, И. А. Панков, А. М. Худоногов // Известия Транссиба. – 2021. – № 1(45). – С. 11-22.

**Лобыцин И.О.:** ведущий инженер НЦ «ЦМПЭ», АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (ВНИИЖТ).

**Литвинцев С.О.:** технический эксперт НЦ «ЦМПЭ», ВНИИЖТ.

**Дульский Е.Ю.:** д.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ИрГУПС.

**Волчек Т.В.:** к.т.н., старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог», КрИЖТ ИрГУПС.

**Томилов В.С.:** к.т.н., и.о. заведующего кафедрой «Эксплуатация железных дорог», КрИЖТ ИрГУПС.